

Rámcové téma práce č. 1: Diodově buzený Yb:CaF₂ laser

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: prof. Ing. V. Kubeček, DrSc.¹

Konzultant(i): Ing. M. Jelínek, Ph.D.²

Student:

Abstrakt: Lasery s aktivním iontem ytterbia (Yb³⁺) umožňují generaci laserového záření na vlnové délce v okolí 1050 nm. Díky možnosti účinného čerpání laserovými diodami a dále možnosti generace ultrakrátkých pulsů jsou tyto lasery využívány pro laboratorní i průmyslové aplikace. Stále probíhá výzkum nových matic pro aktivní iont Yb³⁺, které by poskytovaly nové možnosti při návrhu a konstrukci vysoko-výkonových laserových systémů nebo pro generaci ultrakrátkých pulsů. Zajímavou možností je materiál Yb:CaF₂ s dalšími příměsemi, které mění vlastnosti tohoto materiálu. Cílem práce je seznámení s měřením a vyhodnocením základních spektroskopických vlastností (např. absorpčního a fluorescenčního spektra) daného materiálu a dále potom návrh, konstrukce, optimalizace a měření výstupních parametrů laseru s aktivním materiálem Yb:CaF₂.

¹<mailto:vaclav.kubecek@jfifi.cvut.cz>

²<mailto:michal.jelinek@jfifi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 2: Optimalizace diodově buzeného Nd:CaF₂/SrF₂ laseru generujícího sub-pikosekundové pulsy

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: prof. Ing. V. Kubeček, DrSc.³

Konzultant(i): Ing. M. Jelínek, Ph.D.⁴

Student:

Abstrakt: Lasery s aktivním iontem neodymu Nd³⁺ jsou široce využívány pro laboratorní i průmyslové aplikace. Stále však probíhá výzkum nových matic pro tento aktivní iont, které by umožnily generaci kratších laserových pulsů, než je možné s maticemi standardními. V posledních letech jsou zkoumány fluoridové matrice (CaF₂, SrF₂), které významně ovlivňují vlastnosti aktivního iontu a nabízí také možnosti generace sub-pikosekundových pulsů. Cílem práce je nejprve seznámení s měřením a vyhodnocením základních spektroskopických vlastností (např. absorpčního a fluorescenčního spektra) daných materiálů. Dále potom seznámení s laserovým systémem, který je vyvíjen na KFE FJFI a umožňuje generaci sub-pikosekundových pulsů. Hlavními cíli práce jsou testování různých neodymem-dopovaných materiálů a dále potom celková optimalizace systému pro generaci co nejkratších laserových pulsů. V rámci práce se také seznámíte s metodami měření sub-pikosekundových pulsů.

³<mailto:vaclav.kubecek@fjfi.cvut.cz>

⁴<mailto:michal.jelinek@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 3: Diodově buzený Tm:CaF₂ laser

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. M. Jelínek, Ph.D.⁵

Konzultant(i): prof. Ing. V. Kubeček, DrSc.⁶

Student:

Abstrakt: Lasery s aktivním iontem thulia Tm³⁺ nabízí možnost generace záření v infračervené spektrální oblasti okolo 2 mikrometrů, která má potenciální uplatnění v medicíně i dalších oborech. V posledních letech jsou zkoumány fluoridové matrice (například CaF₂), které nabízí možnost ladění vlnové délky laseru v širokém rozsahu a dále generaci ultrakrátkých pulsů. Cílem práce je seznámení s měřením a vyhodnocením základních spektroskopických vlastností (např. absorpčního a fluorescenčního spektra) daného materiálu a dále potom návrh, konstrukce, optimalizace a měření výstupních parametrů laseru s aktivním materiálem Tm:CaF₂.

⁵<mailto:michal.jelinek@jfifi.cvut.cz>

⁶<mailto:vaclav.kubecek@jfifi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 4: Tvarování ns pulsů pro vysokoenergetický laserový systém Bivoj

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. M. Divoký, Ph.D. (FzÚ AV ČR)⁷

Konzultant(i): prof. Ing. V. Kubeček, DrSc.⁸

Student:

Abstrakt: Kilowattový 100 J multi-slabový laserový systém Bivoj deformuje tvar obálky pulsu kvůli vyčerpání zisku v koncových zesilovačích. Tato deformace se kompenzuje vhodným tvarem obálky vstupního pulsu. V rámci práce bude třeba vytvořit model zesílení v laserovém řetězci, experimentálně ho ověřit a naprogramovat elektrooptický modulátor tak, aby na výstupu laserového řetězce byl dosažen požadovaný tvar pulsu.

⁷<mailto:divoky@fzu.cz>

⁸<mailto:vaclav.kubecek@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 5: Tvarování svazku vysokoenergetického laserového systému Bivoj

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. M. Divoký, Ph.D. (FzÚ AV ČR)⁹

Konzultant(i): prof. Ing. V. Kubeček, DrSc.¹⁰

Student:

Abstrakt: Předzesilovače kilowattového 100 J multi-slabového laserového systému Bivoj nepracují v saturaci, a tak v nich nedochází k vyhlazení modulace vstupního svazku. Aby laserový systém dodával svazek s minimální modulací v širokém pásmu výstupních energií, je nutné implementovat prostorový modulátor světla, který bude adaptivně tvarovat svazek podle výstupních parametrů. Cílem práce bude vybrat a otestovat tvarovač svazku a následně ho integrovat do laserového řetězce.

⁹<mailto:divoky@fzu.cz>

¹⁰<mailto:vaclav.kubecek@jfifi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 6: Generace 2. a 3. harmonické frekvence ve svazku s energií 5 J a výkonem 50 W.

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. M. Divoký, Ph.D. (FzÚ AV ČR)¹¹

Konzultant(i): prof. Ing. V. Kubeček, DrSc.¹²

Student:

Abstrakt: Předzesilovač laserového systému Bivoj dodává energii až 9 J s opakovací frekvencí 10 Hz. Pro aplikační experimenty je potřeba zkonvertovat základní vlnovou délku 1030 nm na druhou (515 nm) a třetí (343 nm) harmonickou frekvenci. Cílem práce bude návrh konverzních krystalů a optimalizace konverzní účinnosti v programu SLNO s ohledem na teplotu v krystalu. Následovat bude experimentální realizace harmonické konverze na laserovém systému Bivoj.

¹¹<mailto:divoky@fzu.cz>

¹²<mailto:vaclav.kubecek@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 7: Aplikace adaptivní smyčky k optimalizaci fokusu laserového svazku

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. J. Pilař (FzÚ AV ČR)¹³

Konzultant(i): prof. Ing. V. Kubeček, DrSc.¹⁴

Student:

Abstrakt: Kilowattový 100J multi-slabový laserový systém Bivoj je využíván pro testování meze poškození optických materiálů. Pro takové experimenty je zapotřebí vysoce kvalitní svazek s jasně definovaným fokusem. Během šíření svazku od výstupu laseru k testovací komoře dochází k degradaci vlnoplochy svazku a výsledný fokus není ideální. Cílem práce bude vývoj systému pro řízení deformovatelného zrcadla, který bude schopen optimalizovat laserový fokus, demonstrace jeho funkce a následná implementace v místě testovací stanice

¹³<mailto:pilar@fzu.cz>

¹⁴<mailto:vaclav.kubecek@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 8: Návrh řídicího algoritmu systému adaptivní optiky pro tenkodiskový zesilovač

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. J. Pilař (FzÚ AV ČR)¹⁵

Konzultant(i): prof. Ing. V. Kubeček, DrSc.¹⁶

Student:

Abstrakt: V laserových zesilovačích na bázi tenkých disků působí často problém proměnlivá tepelná čočka. Pro zvýšení kvality a stability výstupního svazku je možno implementovat zrcadlo schopné adaptivně měnit svůj poloměr křivosti a tak dynamické tepelné jevy kompenzovat. Úkolem studenta bude seznámit se s problematikou řízení adaptivně optických systémů a navrhnout mechanismus řízení pro deformovatelné zrcadlo uvnitř optického rezonátoru. Následně bude možné práci rozšířit o experimentální testy a případně implementaci systému do vysokovýkonového laserového zesilovače.

¹⁵<mailto:pilar@fzu.cz>

¹⁶<mailto:vaclav.kubecek@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 9: Fluidní modelování interakce laserového záření s porézními materiály

Typ práce: BP, VÚ, (DP)

Vedoucí práce: prof. Ing. R. Liska, CSc.¹⁷

Konzultant(i): prof. Ing. J. Limpouch, CSc.¹⁸

Student:

Abstrakt: Interakce laserového záření s vrstvami porézního materiálu o nízké střední hustotě má řadu aplikací jak ve fyzice přímo a nepřímo hnané inerciální fúze, tak i ve vývoji unikátních zdrojů rentgenového záření a energetických částic. Modelování interakce je ale velmi obtížným a dosud málo zvládnutým problémem v důsledku značného rozdílu mezi makroskopickým měřítkem terče a mikroskopickou strukturou porézního materiálu.

Student se v rámci své práce seznámí s fluidním modelováním plazmatu, dvoudimenzionálním kódem PALE, vyvinutým na KFE FJFI, a fyzikou interakce laserového záření s porézními materiály. Jeho úkolem bude vylepšit model pro porézní materiály a provést simulace pro vybrané experimentální parametry.

¹⁷<mailto:liska@siduri.fjfi.cvut.cz>

¹⁸<mailto:jiri.limpouch@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 10: Eulerovské modelování laserového plazmatu

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: prof. Ing. R. Liska, CSc.¹⁹

Konzultant(i): Ing. M. Kuchařík, Ph.D.²⁰

Student:

Abstrakt: Práce se zabývá modelováním interakce laseru s plazmatem na statických Eulerovských výpočetních sítích. Pro modelování pohyblivého rozhraní plazmatu s vakuem bude použit speciální typ materiálu – vakuum a toto rozhraní bude explicitně numericky sledováno. Jako základ bude použit existující hydrodynamický kód VH1.

¹⁹<mailto:liska@siduri.fjfi.cvut.cz>

²⁰<mailto:kucharik@newton.fjfi.cvut.cz>

TÉMATA STUDENTSKÝCH PRACÍ PRO ŠKOLNÍ ROK 2017–18

Rámcové téma práce č. 11: Numerické metody pro lagrangeovskou hydrodynamiku

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: prof. Ing. R. Liska, CSc.²¹

Konzultant(i): Ing. P. Váchal, Ph.D.²²

Student:

Abstrakt: V lagrangeovských metodách, používaných pro modelování proudění stlačitelných tekutin, se výpočetní síť pohybuje spolu s tekutinou. Práce se soustředí na rozvoj nedávno navržených lagrangeovských numerických metod založených na Lax-Wendroffově schématu s disipativními členy z HLL diskretizace.

²¹<mailto:liska@siduri.fjfi.cvut.cz>

²²<mailto:pavel.vachal@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 12: Konzistence kinetické energie při interpolaci stavových veličin

Typ práce: BP, (VÚ, DP)

Vedoucí práce: Ing. M. Kuchařík, Ph.D.²³

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Při hydrodynamických simulacích pomocí Lagrangeovsko-Eulerovských (ALE) metod dochází k nekonzistenci při interpolaci kinetické energie kvůli podmínce na zachování hybnosti, což se typicky řeší pomocí opravy vnitřní energie. Tento přístup však může vést k jejímu poškození. Cílem práce bude implementace, otestování a vylepšení několika možných přístupů pro opravu vnitřní energie a jejich porovnání v případě multimateriálových stavových veličin ve střídané (staggered) diskretizaci.

²³<mailto:kucharik@newton.fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 13: Vyhlazování okrajů výpočetní sítě v Lagrangeovsko-Eulerovských (ALE) metodách

Typ práce: BP, (VÚ, DP)

Vedoucí práce: Ing. M. Kuchařík, Ph.D.²⁴

Konzultant(i): prof. Ing. R. Liska, CSc.²⁵

Student:

Abstrakt: Častým přístupem pro simulování laserového plazmatu jsou Lagrangeovsko-Eulerovské (ALE) metody, využívající pohyblivou výpočetní síť. Ta je v průběhu výpočtu vyhlazována, aby nedošlo k její degeneraci a byla zachována její vysoká geometrická kvalita. V reálných simulacích je častým problémem především chování výpočetní sítě na okrajích výpočetní oblasti. Hlavním cílem práce bude navržení robustní metody pro vyhlazování hranice výpočetní oblasti, přičemž hladkého profilu hranice bude dosaženo její aproximací pomocí hladké křivky. Tato metoda bude implementována a otestována ve vybraných hydrodynamických simulacích.

²⁴<mailto:kucharik@newton.fjfi.cvut.cz>

²⁵<mailto:liska@siduri.fjfi.cvut.cz>

TÉMATA STUDENTSKÝCH PRACÍ PRO ŠKOLNÍ ROK 2017–18

Rámcové téma práce č. 14: Hydrodynamické simulace plazmatu produkovaného více laserovými pulzy pro realizaci rentgenového laseru

Typ práce: BP, (VÚ, DP)

Vedoucí práce: Ing. M. Kuchařík, Ph.D.²⁶

Konzultant(i): Ing. M. Krús, Ph.D. (ÚFP AV ČR)²⁷

Student:

Abstrakt: Náplní práce je studium procesů při interakci vícepulzového laserového svazku s masivním pevným terčem pomocí hydrodynamických simulací. V rámci práce bude vyvinut jednoduchý model vývoje stupně ionizace plazmatu, který bude implementován do existujícího 1D Lagrangeovského kódu a jeho chování bude porovnáno s přímým výpočtem pomocí stavové rovnice. Projekt je řešen ve spolupráci s ÚFP AV ČR.

18. 10. 2017

²⁶<mailto:kucharik@newton.fjfi.cvut.cz>

²⁷<mailto:krus@ipp.cas.cz>

Rámcové téma práce č. 15: Rentgenová spektroskopická diagnostika laserového plazmatu

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. O. Renner, DrSc. (FzÚ AV ČR, ELI-Beamlines)²⁸

Konzultant(i): prof. Ing. J. Limpouch, CSc.²⁹

Student:

Abstrakt:

²⁸<mailto:oldrich.renner@eli-beams.eu>

²⁹<mailto:jiri.limpouch@jfifi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 16: Plazmový zdroj rentgenového záření s ultra-krátkými pulzy

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Dr. Dong-Du Mai, Dipl. Phys (FzÚ AV ČR)³⁰

Konzultant(i): Ing. J. Nejdrl, Ph.D. (FzÚ AV ČR)³¹, prof. Ing. J. Limpouch, CSc.³²

Student:

Abstrakt: Interakcí intenzivního laserového impulzu s látkou vzniká plazma, na které je možno pohlížet jako na zdroj sekundárního záření a urychlených částic. V závislosti na typu interakce (hustotě terče, časovém průběhu intenzity impulzu a geometrii interakce) je možné vytvářet zdroje optimalizované pro generaci v různých spektrálních oborech.

Tato práce se bude zbývat zdrojem rentgenového záření vytvářeným interakcí intenzivního femtosekundového laserového pulzu s terčem s vysokou hustotou (kapalinou či pevnou látkou). V takto vytvořeném laserovém plazmatu je rychlostní rozdělení elektronů velmi vzdálené od termodynamické rovnováhy, což lze aproximovat dvěma maxwellovskými rozděleními, tedy dvěma teplotami elektronů. Tzv. horké elektrony jsou pak zodpovědné za generaci velmi krátkých impulzů rentgenového záření, jehož spektrum je obdobné spektru rentgenky.

Práce může být zaměřena na experimentální realizaci, charakterizaci a aplikace daného zdroje záření, na teoretické studium tohoto jevu (s možným využitím numerických simulací), nebo na kombinaci všech těchto aktivit.

³⁰<mailto:dong-du.mai@eli-beams.eu>

³¹<mailto:jaroslav.nejdl@eli-beams.eu>

³²<mailto:jiri.limpouch@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 17: Generace attosekundových impulzů pomocí intenzivního femtosekundového laseru

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: O. Hort, Ph.D. (FzÚ AV ČR)³³

Konzultant(i): Ing. J. Nejdle, Ph.D. (FzÚ AV ČR)³⁴, prof. Ing. J. Limpouch, CSc.³⁵

Student:

Abstrakt: Při interakci lineárně polarizovaného vysoce intenzivního laserového impulzu s látkou může dojít k ionizaci valenčního elektronu elektrickým polem, jeho urychlení a následné rekombinaci s mateřským iontem. Při tomto ději dochází ke generaci vysokých harmonických frekvencí generujícího záření (energie vzniklého fotonu je 10–1000 násobkem energie fotonů laserového záření, spadá tedy do oblasti extrémní ultrafialové až rentgenové části spektra). Takto vzniklé plně koherentní impulzy krátkovlnného záření mohou dosahovat energií až několika μJ při délce impulzu pouhých desítek attosekund (10^{-17} s). To otevírá cestu k řadě revolučních aplikací tohoto zdroje záření, např. ke studiu ultrarychlých fyzikálních jevů (charakteristický čas valenčního elektronu atomu v základním stavu je řádově stovky attosekund) nebo nelineární optiky v rentgenové oblasti spektra.

Práce může být zaměřena na experimentální realizaci, charakterizaci a aplikace daného zdroje záření, na teoretické studium tohoto jevu (s možným využitím numerických simulací), nebo na kombinaci všech těchto aktivit.

³³<mailto:ondrej.hort@eli-beams.eu>

³⁴<mailto:jaroslav.nejdl@eli-beams.eu>

³⁵<mailto:jiri.limpouch@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 18: Studium účinnosti čerpání Ti:safírového krystalu pro realizaci libovolně polarizovaného femtosekundového laserového impulsu

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. M. Krůs, Ph.D. (ÚFP AV ČR)³⁶

Konzultant(i): prof. Ing. J. Limpouch, CSc.³⁷

Student:

Abstrakt: Rozvoj femtosekundových laserových systémů s vysokým výkonem umožnil řadu dříve nedostupných aplikací, jako jsou například laserové urychlovače nabitých částic a generace ultrakrátkých impulzů tvrdého rentgenového či gama záření. Všechna taková zařízení využívají jako primární zdroj lineárně polarizované impulzy, jež je snadné v laserovém řetězci vyprodukovat. Pro mnohé aplikace, ať už jsou to výše zmíněné urychlovače částic či průmyslové aplikace je výhodnější použít například polarizaci radiální či kruhovou, které jsou v běžných laserových systémech nedostupné vzhledem k dvojlomu krystalu Ti:safíru, kdy polarizace jak čerpacího laseru, tak zesilovaného impulsu musí být orientovány podél krystalické osy „c“, aby bylo dosaženo maximálního zisku. Generace nelineárně polarizovaného impulsu však zahrnuje přizpůsobení systému tak, aby stejnou měrou zesiloval i ostatní stavy polarizace impulsu.

Cílem práce je studium účinnosti zesilování impulsu v závislosti na vzájemných orientacích polarizací zesilovaného impulsu, čerpacího laseru a krystalové osy „c“. Student/ka se seznámí se základy fyziky laserů, zejména femtosekundových laserů a základními aplikacemi těchto systémů. Dále získá znalosti v oblasti detekce a charakterizace základních parametrů femtosekundových laserových systémů.

Téma práce je značně široké, a tak umožňuje případné pokračování na výzkumném úkolu i diplomové práci.

³⁶<mailto:krus@ipp.cas.cz>

³⁷<mailto:jiri.limpouch@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 19: Vývoj vlastností vlnoplochy Ti:safírového laserového svazku během průchodu zesilovacím řetězcem systému

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. M. Krus, Ph.D. (ÚFP AV ČR)³⁸

Konzultant(i): prof. Ing. J. Limpouch, CSc.³⁹

Student:

Abstrakt: Rozvoj femtosekundových laserových systémů s velmi vysokým výkonem umožnil řadu dříve nedostupných aplikací, jako jsou laserové urychlovače částic, generace ultrakrátkých impulzů koherentního elektromagnetického záření, či průmyslového mikroobrábění. Tyto systémy, aby dosáhly vysokého výkonu, vyžadují zpravidla několik zesilovacích stupňů, které se skládají z čerpacích laserů a laserujícího Ti:safírového krystalu. Během zesilování a transportu laserového svazku se mohou objevit aberace, které ovlivňují tvar vlnoplochy a tím snižují fokusovatelnost svazku a špičkovou intenzitu laseru v ohnisku. V terawattových systémech je obtížné vylhnout se aberacím vlnoplochy z několika důvodů, například termální čočka vznikající v zesilovacích krystalech, relativně nízká optická kvalita krystalů s velkým průměrem v zesilovačích, defekty na mřížkách kompresoru, atd. Monitorování a kompenzace aberací vlnoplochy tak hraje důležitou roli pro dosažení kvalitního svazku a tedy vysokých špičkových intenzit laseru v ohnisku.

Cílem práce je studium vlnoplochy laserového svazku v jednotlivých fázích zesilování Ti:safírového laserového systému. Student/ka se seznámí se základy fyziky laserů, zejména femtosekundových laserů a základními aplikacemi těchto laserových systémů. Dále získá znalosti v oblasti detekce a charakterizace základních parametrů femtosekundových laserových systémů.

Téma je dostatečně široké, takže v něm bude případně možné pokračovat jak na výzkumném úkolu, tak na diplomové práci.

³⁸<mailto:krus@ipp.cas.cz>

³⁹<mailto:jiri.limpouch@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 20: Studium disperzí vyšších řádů vznikajících během generace femtosekundových impulzů Ti:safírového laserového systému

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. M. Krůs, Ph.D. (ÚFP AV ČR)⁴⁰

Konzultant(i): prof. Ing. J. Limpouch, CSc.⁴¹

Student:

Abstrakt: Rozvoj femtosekundových laserových systémů s vysokým výkonem umožnil řadu dříve nedostupných aplikací, jako jsou například laserové urychlovače částic a generace ultrakrátkých impulzů tvrdého rentgenového či gama záření. Pro získání laserových impulzů s délkou několika femtosekund a velmi vysokým kontrastem je důležité vykompenzovat disperzi vznikající během zesilovacího procesu. V CPA (zesilování čirpovaných impulzů) ultrakrátkých laserových systémech disperzní prvky zahrnují strečr, kompresor a materiál tvořící zesilovače. Kompresor může úplně vykompenzovat disperzi druhého řádu (grupové zpoždění) a částečně disperzi třetího řádu, které jsou generovány strečem a zesilovacími stupni. Avšak kompenzace zbytkových disperzí vyšších řádů je extrémně důležitá pro celý systém. Pro velmi krátké impulzy disperze čtvrtého a pátého řádu snižují kontrast laserového impulzu a přispívají tak k pikosekundovému kontrastu impulzu, který je jednoznačně definovaný spektrem, spektrální fází a úhlovou disperzí laserového svazku.

Cílem práce je studium disperzí vyšších řádů vznikajících v zesilovacím řetězci femtosekundových laserových impulzů. Student/ka se seznámí s fyzikou laserů, zejména femtosekundových laserů a jejich základními aplikacemi. Dále získá znalosti v oblasti detekce a charakterizace základních parametrů femtosekundových laserových systémů.

Téma práce je dostatečně široké, takže na něm bude případně možné pokračovat v rámci výzkumného úkolu či diplomové práci.

⁴⁰<mailto:krus@ipp.cas.cz>

⁴¹<mailto:jiri.limpouch@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 21: Interakce laserového záření s plazmatem v podmínkách inerciální fúze

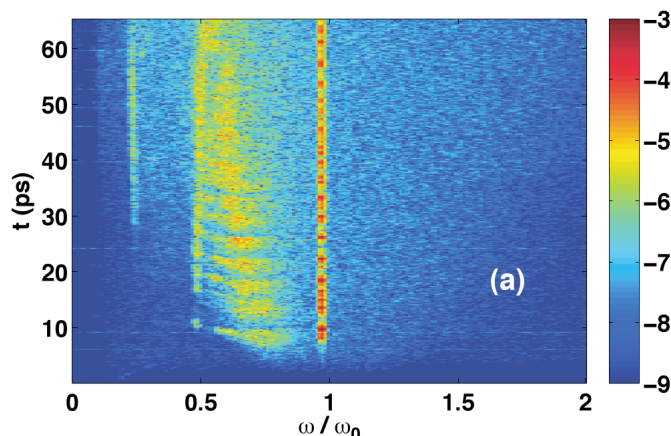
Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: doc. Ing. O. Klimo, Ph.D.⁴²

Konzultant(i): prof. Ing. J. Limpouch, CSc.⁴³, Dr. S. Weber

Student:

Abstrakt: Klíčovým faktorem pro zapálení inerciální fúze je porozumění absorpci laserového záření a kontrola nelineárních procesů, ke kterým může dojít při šíření laserových impulzů skrz řídké plazma obklopující fúzní terč. Tyto procesy mohou vést k rozptylu laserového záření, vzniku horkých elektronů i rozpadu laserového svazku na filameny a nerovnoměrné absorpci energie a jsou pro efektivní zapálení fúzního terče nežádoucí. Cílem této práce bude studium absorpce laserového záření v plazmatu za podmínek, které odpovídají zapálení inerciální termojaderné fúze. Studium bude probíhat pomocí částicových simulací a teoretické interpretace jejich výsledků a přispěje k pochopení absorpčních procesů a výše zmíněných nestabilit. Tento výzkum se týká i současných experimentů na laseru PALS v ČR a dalších laserech v zahraničí a rovněž navazuje na některé projekty řešené v naší skupině na KFE. Na tomto výzkumu spolupracujeme např. s výzkumným ústavem CELIA v Bordeaux ve Francii.



Časový vývoj odraženého a zpětně rozptýleného laserového záření z PIC simulací relevantních pro zapálení inerciální fúze silnou rázovou vlnou.

O. Klimo & V. T. Tikhonchuk, Plasma Phys. Control. Fusion **55**, 095002 (2013).

⁴²<mailto:ondrej.klimo@fjfi.cvut.cz>

⁴³<mailto:jiri.limpouch@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 22: Vývoj analytického nástroje pro diagnostiku laserem urychlených iontů

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: F. Schillaci, MSc. (FzÚ AV ČR, ELI-Beamlines)⁴⁴

Konzultant(i): Ing. J. Pšikal, Ph.D.⁴⁵

Student:

Abstrakt: Thomsonova parabola (TP) je hlavním diagnostickým nástrojem pro laserem urychlené ionty, velice důležitým pro zamýšlené aplikace této nekonvenční techniky urychlování iontových svazků. Cílem této práce bude vývoj analytického nástroje v Matlabu (případně v jiném vhodném prostředí) vycházející z matematického modelu dostupného v literatuře [1]. Vyvinutý program by měl umět načíst získané spektrogramy a automaticky v nich detekovat stopy jednotlivých druhů urychlených iontů a následně získávat jejich energetické spektrum. Kód by měl rovněž být schopen analyzovat přesnost měření Thomsonovou parabolou (možnost rozlišení energií a oddělení jednotlivých druhů iontů) a doporučit nastavení elektrického a magnetického pole v TP pro zlepšení přesnosti měření.

[1] Schillaci F. et al, Calibration and energy resolution study of a high dispersive power Thomson Parabola Spectrometer with monochromatic proton beams

⁴⁴<mailto:francesco.schillaci@eli-beams.eu>

⁴⁵<mailto:jan.psikal@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 23: Vývoj interferometrického systému pro VISAR na ELI Beamlines

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Kateřina Falk, MSci, DPhil Oxon (FzÚ AV ČR, ELI-Beamlines)⁴⁶

Konzultant(i): Ing. J. Pšikal, Ph.D.⁴⁷

Student:

Abstrakt: Předmětem bakalářské práce bude provést návrh a výpočty potřebné k vývoji Mach-Zhenderova interferometru, který se stane součástí diagnostického systému VISAR ve skupině fyziky plazmatu na ELI Beamlines. Tento systém patří mezi standardní diagnostiky používanými na studium hustoty plazmatu v rázových vlnách při implozi v inerciální fúzi. VISAR funguje na podobném principu jako policejní radary. Tedy pomocí odrazu laserového svazku o pohybující se rázové vlny, která se při těchto podmínkách stává metalickou a tedy odráží optické záření, měří její rychlost, ze které se také určí hustota a tlak materiálu v rázové vlně. Tento interferometr má tedy za úkol měření Dopplerova efektu, tj. fázového posuvu odraženého laseru od pohybujícího se povrchu rázové vlny.

Literatura / reference:

VISAR:

[1] P. M. Celliers, D. K. Bradley, G. W. Collins, D. G. Hicks, T. R. Boehly et al., Line-imaging velocimeter for shock diagnostics at the OMEGA laser facility, *Rev. Sci. Instrum.*, 75 (11), 4916 (2004). (poskytnu v pdf)

Interferometrie:

[2] J. Tolar, Vlnění, Optika a Atomová Fyzika⁴⁸ (Základní kurs fyziky FJFI).

[3] P. Hariharan, Basics of Interferometry, Academic Press (2012). (Kniha je dostupná na Google Books zdarma)

⁴⁶<mailto:katerina.falk@eli-beams.eu>

⁴⁷<mailto:jan.psikal@fjfi.cvut.cz>

⁴⁸<http://kf.fjfi.cvut.cz/files/predmety/O2VOAF/VOAF2014.pdf>

Rámcové téma práce č. 24: Design rentgenového spektrometru pro studium plazmatu na ELI Beamlines

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Ing. M. Šmíd, Ph.D. (FzÚ AV ČR, ELI-Beamlines)⁴⁹

Konzultant(i): Ing. J. Pšikal, Ph.D.⁵⁰

Student:

Abstrakt: Téma této bakalářské práce bude především teoretické studium a příprava krystalových spektrometrů pro použití pro rentgenový Thomsonův rozptyl. Laserem zahřáté a stlačené plazma se prosvítí monochromatickým rtg. svazkem a z rozptylu tohoto svazku do velkého úhlu lze usuzovat o teplotě a dalších vlastnostech zkoumaného materiálu. Kvůli velmi nízkému účinnému průřezu Thomsonova rozptylu je třeba vybudovat velmi citlivý spektrometr měřící rozptýlené záření. Náplní projektu bude tedy studium a přehled již používaných zařízení, výběr vhodného krystalu/geometrie a ray-tracing simulace spektrometru, která určí jeho konkrétní parametry.

Literatura / reference:

Thomsonův rentgenový rozptyl:

[1] S. H. Glenzer and R. Redmer, Rev. Mod. Phys. **81**, 1625 (2009). (poskytnu v pdf)

Krystalové spektrometry:

[2] H. Legall, et al., J. Appl. Cryst. **42**, 572-9 (2009).

[3] E. J. Gamboa, et al., Rev. Sci. Instrum. **83**, 10E108 (2012). (poskytnu v pdf)

⁴⁹<mailto:michal.smid@eli-beams.eu>

⁵⁰<mailto:jan.psikal@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 25: Kinetické modelování laserového plazmatu pomocí Vlasov-Maxwellova kódu

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: RNDr. Martin Mašek, Ph.D. (FzÚ AV ČR)⁵¹

Konzultant(i): Ing. J. Pšikal, Ph.D.⁵²

Student:

Abstrakt: Vzhledem k rostoucí kapacitě stávajících i nově budovaných výpočetních systémů představují Vlasovovské simulace dobrou alternativu k populární metodě Particle-in-Cell (PIC). Jejich hlavní výhodou oproti metodě PIC je, že neobsahují šum, který může zakrýt drobné detaily rozdělovací funkce. Tyto detaily však na druhou stranu mohou hrát významnou roli pro celkový vývoj pozorovaného fyzikálního systému. Cílem práce by bylo podílet se na vývoji již existujícího Vlasovovského kódu a aplikovat jej na studium interakce intenzivního laserového impulzu s terčem. Vzhledem k bezšumovosti použité metody lze velmi dobře modelovat například vývoj parametrických nestabilit v koróně laserového plazmatu a na něj navázané další fyzikální efekty.

⁵¹<mailto:masekm@fzu.cz>

⁵²<mailto:jan.psikal@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 26: Generace horkých elektronů v laserovém plazmatu

Typ práce: VÚ

Vedoucí práce: Ing. J. Pšikal, Ph.D.⁵³

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Práce se zabývá ohřevem horkých elektronů při interakci laserového záření s ionizovanými terči. Bude zaměřena především na interakci ultrakrátkých velmi intenzivních laserových impulzů s plazmatem, kterou lze dobře modelovat pomocí částicových simulací. Kromě seznámení se s teorií interakce, při které dochází ke generaci horkých elektronů, se předpokládá také modelování tohoto procesu pomocí particle-in-cell kódu EPOCH.

⁵³<mailto:jan.psikal@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 27: Studium fúzního plazmatu pomocí rentgenových laserů

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. Michaela Kozlová, Ph.D. (ÚFP AV ČR)⁵⁴

Konzultant(i): doc. Ing. L. Pína, DrSc.⁵⁵

Student:

Abstrakt: Inerciální jaderná fúze zapálená laserovými svazky představuje vedle magnetického udržení fúze v tokamacích jeden ze způsobů, jak docílit udržení jaderného slučování a tedy získání prakticky čistého a výkonného zdroje energie. Na rozdíl od tokamaků, využívajících velmi řídké („plynné“) plazma, palivo (peletka) je v pevném skupenství, takže při stlačení a ohřátí laserovými impulzy dojde ještě k mnohonásobnému zvýšení jeho hustoty. Takto husté plazma není možné zkoumat běžnými metodami (většinou za pomoci sond či infračervených laserů), protože jeho malé rozměry a zejména vysoká hustota plazmatu neumožňuje šíření laserového záření v peletce (hustota, která může být studována je nepřímo úměrná druhé mocnině vlnové délky záření). Pro studium vysokých hustot plazmatu se díky své velmi krátké vlnové délce hodí rentgenové lasery. Rentgenové laserové záření může být získáno několika způsoby, z nichž nejvíce energie dodává tzv. kvazistacionární (QSS) způsob čerpání. Tento rentgenový laser, jež je v současné době nejvýkonnějším plazmovým rentgenovým laserem na světě, se nachází v laboratoři PALS, kde je využíván ke studiu velmi hustého plazmatu.

Cílem práce je studium fúzního plazmatu pomocí rentgenových laserů. Student/ka se seznámí s fyzikou plazmatu a plazmových rentgenových laserů, dále získá znalosti v oblasti generace rentgenového laserového záření a experimentálních technik a diagnostik nutných pro studium velmi hustého plazmatu pomocí rentgenových laserů.

Téma práce je značně široké, a tak umožňuje případné pokračování na výzkumném úkolu i diplomové práci.

⁵⁴<mailto:kozlova@fzu.cz>

⁵⁵<mailto:ladislav.pina@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 28: Nové metody generace plazmových rentgenových laserů

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. Michaela Kozlová, Ph.D. (ÚFP AV ČR)⁵⁶

Konzultant(i): doc. Ing. L. Pína, DrSc.⁵⁷

Student:

Abstrakt: Rozvoj plazmových rentgenových laserů nastal s rozšířením laserů s vysokým výkonem (řádově TW) a velmi krátkými impulzy (řádově fs, ps). Tyto lasery jsou nutné zejména k načerpání inverzní populace, protože vybuzené stavy mají velmi krátkou dobu života (tj. čím kratší vlnová délka záření, tím kratší doba života vybuzené hladiny) a energie nutná k načerpání inverzní populace vzrůstá. Současné plazmové lasery využívají zejména dvě čerpací schémata: kvazistacionární (QSS) a tranzientní čerpání pod klouzavým úhlem (GRIP). Aby se snížila celková energie čerpacích laserů, a tak se zvýšila účinnost čerpání, pro tato schémata je možné použít dva či více čerpacích laserových impulzů. Další možností zvýšení účinnosti je modifikace časového profilu laserového impulzu, toho může být dosaženo „rozladěním“ dutiny regenerativního zesilovače a akusticko-optickým modulátorem spektra.

Cílem práce je studium pokročilých čerpacích metod plazmových rentgenových laserů. Student/ka se seznámí s fyzikou plazmatu a plazmových rentgenových laserů, dále získá znalosti v oblasti generace rentgenového laserového záření a experimentálních technik a diagnostik nutných pro studium plazmových rentgenových laserů.

Téma práce je značně široké, a tak umožňuje případné pokračování na výzkumném úkolu i diplomové práci.

⁵⁶<mailto:kozlova@fzu.cz>

⁵⁷<mailto:ladislav.pina@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 29: Diagnostika sloupcového plazmatu generujícího rentgenové laserové záření

Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. Michaela Kozlová, Ph.D. (ÚFP AV ČR)⁵⁸

Konzultant(i): doc. Ing. L. Pína, DrSc.⁵⁹

Student:

Abstrakt: V současné době lasery pokrývají širokou oblast vlnových délek od ultrafialových (150 nm) po dalekou infračervenou (30 μm). Avšak realizace laserů s vlnovými délkami kratšími než 100 nm je běžnými čerpacími schémata prakticky nedosažitelná. Toto je dáno zejména velmi krátkou dobou života excitovaných stavů prostředí (tj. čím kratší vlnová délka, tím kratší doba života vybuzené hladiny) a energie nutná k načerpání inverzní populace vzrůstá. Takže tyto lasery bylo možné realizovat po zkonstruování laserů s velmi vysokým výkonem (TW) a velmi krátkým impulzem (fs, ps). Současné plazmové lasery využívají zejména dvě čerpací schémata: kvazistacionární (QSS) a tranzientní čerpání pod klouzavým úhlem (GRIP). K dosažení laserujícího efektu (tj. koherentního záření) je stejně jako u klasických laserů válcová geometrie zesilujícího prostředí, proto se pro generaci rentgenového laserového záření využívá sloupcové plazma o rozměrech řádově desítky μm \times jednotky až desítky mm. Pro dosažení stabilního provozu laseru je nutné „online“ monitorování jak parametrů čerpacích laserů, tak i parametrů samotného sloupcového plazmatu.

Cílem práce je studium vlastností plazmatu vhodného pro realizaci rentgenových laserů. Student/ka se seznámí s fyzikou plazmatu a plazmových rentgenových laserů, dále si osvojí experimentální techniky a diagnostiky sloužící k monitorování sloupcového plazmatu.

Téma práce je značně široké, a tak umožňuje případné pokračování na výzkumném úkolu i diplomové práci.

⁵⁸<mailto:kozlova@fzu.cz>

⁵⁹<mailto:ladislav.pina@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 30: Ablace a zpracování kompozitních vláken laserem

Typ práce: RoP, BP

Vedoucí práce: Ing. P. Gavrilov, CSc.⁶⁰

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt:

⁶⁰<mailto:petr.gavrilov@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 31: Elektrické a senzorické vlastnosti polovodičových nanostruktur

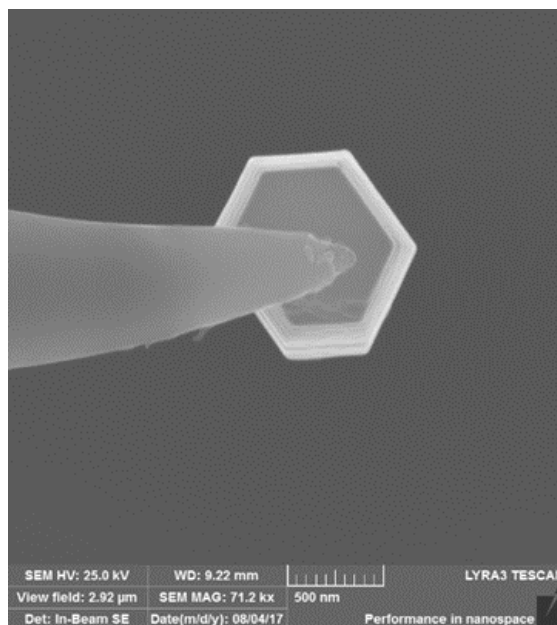
Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. J. Grym, Ph.D. (ÚFE AV)

Konzultant(i): doc. Dr. Ing. I. Richter⁶¹

Student:

Abstrakt: Nízkodimenzionální polovodičové struktury jsou hojně studovány pro svůj aplikační potenciál v elektronice a fotonice. Náplní práce bude studium elektrických vlastností polovodičových nanostruktur. K dispozici jsou nově instalovaný mikroskop atomárních sil s možností měření ve vodivostním módu, balistický elektronový emisní mikroskop a unikátní nanotechnologický a nanodiagnostický přístroj kombinující elektronový a iontový svazek spolu s nanomanipulátorem a injekčním systémem plynů. Práce bude probíhat v týmu, který vyvíjí metody pro kontaktování nanostruktur s cílem popsat transport elektrického náboje kontakty o velikosti v řádu jednotek až desítek nanometrů. Práci lze zaměřit experimentálním i teoretickým směrem.



Nanotyčka ZnO kontaktovaná hrotem nanomanipulátoru v elektronovém mikroskopu.

18. 10. 2017

⁶¹<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 32: Využití elektronových a iontových svazků pro přípravu a charakterizaci polovodičových nanostruktur

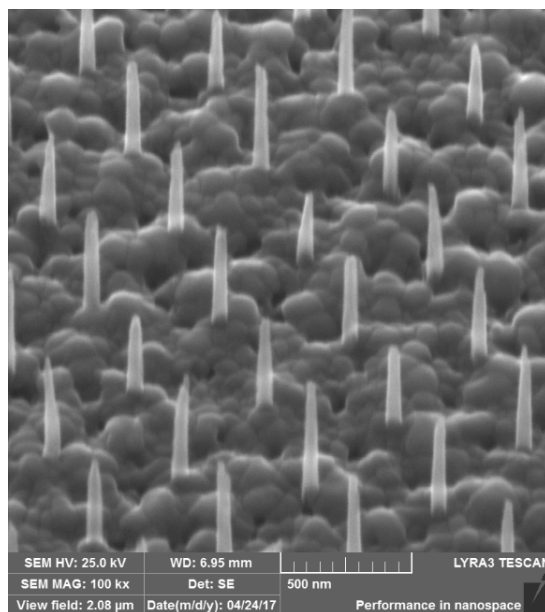
Typ práce: BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. J. Grym, Ph.D. (ÚFE AV)

Konzultant(i): doc. Dr. Ing. I. Richter⁶²

Student:

Abstrakt: Nízkodimenzionální polovodičové struktury jsou hojně studovány pro svůj aplikační potenciál v elektronice a fotonice. Náplní práce bude využití elektronových a iontových svazků pro růst a charakterizaci polovodičových nanostruktur. K dispozici je unikátní nanotechnologický a nanodiagnostický přístroj kombinující elektronový a iontový svazek spolu s nanomanipulátorem a injekčním systémem plynů. Tento přístroj umožňuje lokálně modifikovat (paternovat) substráty a vytvářet tak podmínky pro řízený růst polovodičových nanostruktur. Připravené nanostruktury lze pomocí nanomanipulátoru přenášet na nevodivé substráty a na nich pak vytvářet elektrické kontakty elektronovou litografií nebo depozicí indukovanou elektronovým či iontovým svazkem. Práci lze zaměřit několika směry podle zaměření studenta.



Pole nanotyček ZnO připravené na substrátu upraveném elektronovou litografií.

⁶²<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 33: Možnosti využití grafenu v fotonických a plazmonických nanostrukturách

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁶³

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Cílem práce je rozbor základní fyziky a zejména optických vlastností nového perspektivního 2D materiálu, tvořeného monovrstvou uhlíkových atomů s mnoha unikátními a ojedinělými vlastnostmi – grafenu. V této fázi by se jednalo o úvodní rešeršní a teoretickou studii, ovšem s potenciálním významem pro by byla významná pro mnoho aplikací, ve fotonických i plazmonických nanostrukturách. Ukazuje se, že grafen má, kromě materiálových a elektrických i unikátní vlastnosti elektrodynamické a optické, zahrnující např. existenci povrchových vln, plazmonů, apod.

⁶³<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 34: Subvlnově strukturované vlnovodné struktury

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁶⁴

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Cílem práce je rozbor problematiky interakce světla, podpořený numerickými simulacemi, se speciálním typem nových vlnovodných a fotonických struktur na nich založených, které byly nedávno navrženy kolegy v Kanadě. Jsou založeny na myšlence, že světlo se může šířit, kromě standardního vlnovodného způsobu pomocí periodicky se opakujících, prostorově oddělených struktur, s rozměry podstatně menšími než interagující vlnová délka (tzv. subvlnový režim). V takovém případě, jak se ukazuje, i na základě našich předchozích simulací, se světlo může celkovou strukturou šířit až překvapivě efektivně. Tato studie by mohla být významná pro mnoho aplikací.

⁶⁴<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 35: Vlnovodné a fotonické struktury s kompenzací zisku a ztrát

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁶⁵

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Cílem práce je rozbor problematiky interakce světla, podpořený numerickými simulacemi, se speciálním typem nových vlnovodných a fotonických struktur na nich založených, které obsahují části se ztrátami, kompenzované jinými částmi vykazujícími zisk. Tyto struktury se také v širším kontextu nazývají fotonickými analogy kvantově mechanických struktur s narušenou symetrií parita-čas (PT), respektive nehermitovské systémy (s komplexními potenciály), představují tak jedno z nových perspektivních témat nejen ve fotonice. Příkladem mohou být vzájemně vázané fotonické vlnovody, v nichž některé vykazují ztráty, jiné zisk, vzájemně se kompenzující. Takovéto struktury vykazují prudké změny disperzního chování a přináší tak mnoho nové a překvapivé fyziky. Tato studie by mohla být významná pro mnoho potenciálních aplikací ve fotonice.

⁶⁵<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 36: Vybrané problémy šíření elektromagnetického pole ve fotonických a plazmonických strukturách

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁶⁶

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Cílem práce je rozbor problematiky interakce světla s fotonickými strukturami, se zaměřením na fyzikální a (kvazi)analytické pohledy, na konkrétních aplikacích, na vybraných strukturách. Tato studie by byla významná pro mnoho aplikací.

⁶⁶<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 37: Fyzikální chování vybraných metamateriálů a metapovrchů

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁶⁷

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Předmětem zájmu budou nové typy materiálů, tzv. metamateriály, tedy materiály se záporným indexem lomu. Cílem práce je – na základě seznámení se se základy fyziky metamateriálů a možnostmi popisu jejich fungování – diskutovat a rozebrat možnosti jejich aplikací.

⁶⁷<mailto:ivan.richter@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 38: Rezonanční efekty ve fotonických a plazmonických nanostrukturách (pro senzorické aplikace)

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁶⁸

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Senzory na bázi povrchových plazmonů, ať již šířících se, lokalizovaných či jejich kombinací, představují dnes velmi přesnou a atraktivní variantu sledování velmi malých změn koncentrací sledovaných látek. Základem je jejich rezonanční odezva, tedy dobře sledovatelná prudká výrazná změna určitého výstupního parametru (např. reflexe světla od takovéto struktury) na základě velmi malé změny parametru vstupního (např. vlnová délka či úhel dopadu použitého světla). Pro takovéto aplikace je zapotřebí pochopit a umět využít fyziku těchto rezonančních efektů, vyskytujících se v takovýchto nanostrukturách.

⁶⁸<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 39: Povrchové vlny a efekty v nanostrukturách

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁶⁹

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: V současné době nanostruktury představují atraktivní a variantu, často využívající povrchových vln a jevů, s řadou zajímavých efektů, zejména rezonančního charakteru. Takovéto vlny a efekty mohou být založeny jednak na povrchových plazmonech (ať již šířících se, lokalizovaných či jejich kombinací), ale také mohou být jiného (dielektrického, hybridní vlny, apod.), respektive kombinovaného charakteru (např. Tammovy, Dyakonovy, Zenneckovy, aj. vlny). Cílem práce by bylo seznámení s fyzikou povrchových vln a souvisejícími efekty v nanostrukturách, zejména rezonančního charakteru, včetně možností jejich aplikací. Byla by zkoumána potenciální možnost takovýchto rezonancí pro senzorické aplikace.

⁶⁹<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 40: Nelineární efekty ve fotonických a plazmonických nanostrukturách

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁷⁰

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: V současné době nelineární fotonické a plazmonické nanostruktury, založené na různých nelineárních optických efektech, začínají nabývat na významu, jak pro své možnosti aplikací (opticky řízené funkcionality struktur, zejména ve fotonice, optických komunikacích a zpracování informace, apod.), tak novou a zajímavou fyzikou, která není přítomna v systémech lineárních (samopulzace, optické limitování, generace nových frekvencí, chaotické chování, apod.). Po úvodní rešerši a analýze by se pozornost soustředila na vybranou nelinearitu a třídy struktur, byla by provedena detailnější analýza, vhodnou kombinací přibližných a numerických přístupů. Cílem práce je také seznámení se s vybranými přístupy a metodami a jejich aplikacemi na modelování chování vybraných nelineárních fotonických a plazmonických nanostruktur.

⁷⁰<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

TÉMATA STUDENTSKÝCH PRACÍ PRO ŠKOLNÍ ROK 2017–18

Rámcové téma práce č. 41: Základy fyzikálního chování kvantových nanostruktur

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁷¹

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Nanotechnologie a nanostruktury jsou dnes velmi módním mezioborovým tématem přinášejícím zcela nové pohledy na fyziku i inženýrské aplikace, v mnoha odvětvích lidské činnosti. Cílem práce je – na základě seznámení se se základy fyziky kvantových nanostruktur a možnostmi popisu jejich fungování – diskutovat a rozebrat možnosti jejich dalších aplikací.

⁷¹<mailto:ivan.richter@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 42: Fyzika periodických fotonických a plazmonických nanostruktur

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁷²

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Periodické fotonické a plazmonické nanostruktury (jako např. metalické difrakční mřížky, metalo-dielektrické fotonické krystaly, apod.) nalézají celou řadu nových možností uplatnění v praxi. Jejich využití zasahuje dnes řadu možností, např. ve spektroskopii (např. pro tzv. povrchově zesílený Ramanův rozptyl), sensorice (senzory na bázi povrchových plazmonů), apod. Je přitom snahou využívat a studovat řadu různých forem a druhů takovýchto periodických struktur. Ukazuje se, že pro správnou analýzu a předpověď chování takovýchto struktur v konkrétních aplikacích je třeba využívat elektromagnetických přístupů a počítačového modelování. Cílem práce je také seznámení se s vybranými přístupy a metodami a jejich aplikacemi na modelování chování vybraných plazmonických nanostruktur.

⁷²<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 43: Metody pro modelování fotonických a plazmonických nanostruktur

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁷³

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Předmětem zájmu budou numerické metody (jak ve frekvenční, tak časové doméně) pro simulace chování elektromagnetického záření ve fotonických a plazmonických mikro a nanostrukturách, ve vazbě na jejich aplikační možnosti (senzorické a spektroskopické aplikace), jejich principy fungování, možnosti implementace, včetně rešerše novinek u vybraných metod. Následně budou konkrétní vybrané nástroje podrobně diskutovány a aplikovány na modelových testovacích příkladech.

⁷³<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 44: Neklasické kvantové stavy světla a možnosti jejich aplikací

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁷⁴

Konzultant(i):

Student:

Abstrakt: Kvantová optika nabízí nové možnosti nejen z teoretického pohledu, ale i z hlediska aplikací; v současnosti umožňuje provádět řadu experimentů na úrovni jednotlivých fotonů, které mohou mj. testovat samy základy pojmání kvantového pohledu na svět. Cílem práce je – na základě seznámení se se základy popisu kvantového optického záření rozebrat možnosti generace, charakterizace a aplikací kvantových stavů světla, zejména stavů neklasických (stlačené stavy, subpoissonovské stavy, apod.).

⁷⁴<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 45: Numerické metody konečných prvků (FDTD) a elementů (FETD) pro simulace fotonických a plazmonických nanostruktur

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Ing. M. Šiňor, Dr.⁷⁵

Konzultant(i): doc. Dr. Ing. I. Richter⁷⁶

Student:

Abstrakt: Cílem práce je rozbor problematiky numerické metody konečných diferencí (a konečných elementů) v časové doméně a její aplikace na fotonické a plazmonické nanostruktury. Jedná se o teoretické téma, zaměřující se zejména na numerické aspekty metod a jejich efektivní aplikace. Pro konkrétní simulace vybraných struktur a funkcionalit budou vybrány vhodné nástroje, dostupné veřejně i v rámci pracoviště KFE. Budou též analyzovány a aplikovány, resp. vylepšovány a jednotlivé dílčí algoritmy v rámci metod, řešící specifické aspekty, např. týkající se disperze materiálů, apod.

⁷⁵<mailto:milan.sinor@fjfi.cvut.cz>

⁷⁶<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 46: Možnosti paralelních výpočtů pro simulace fotonických a plazmonických struktur

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Ing. M. Šiňor, Dr.⁷⁷

Konzultant(i): doc. Dr. Ing. I. Richter⁷⁸

Student:

Abstrakt: Cílem práce je rozbor problematiky paralelních numerických výpočtů, s využitím vhodných numerických metod a nástrojů. Jedná se o teoretické téma, zaměřující se zejména na numerické aspekty paralelizace vhodných výpočetních metod a jejich efektivní aplikace. Jak se totiž ukazuje, řada fotonických a plazmonických nanostruktur vyžaduje masivní 3D simulace, které jsou již jak paměťově, tak časově velmi náročné. Pro konkrétní simulace vybraných struktur a funkcionalit budou vybrány vhodné nástroje, dostupné veřejně i v rámci pracoviště KFE. Součástí práce by byly testy paralelních simulací a jejich porovnání, provedené na jednotlivých modelových příkladech struktur.

⁷⁷<mailto:milan.sinor@fjfi.cvut.cz>

⁷⁸<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 47: Integrální metody hraničních prvků pro aplikace ve fotonice a plazmonice

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Ing. M. Šiňor, Dr.⁷⁹

Konzultant(i): doc. Dr. Ing. I. Richter⁸⁰

Student:

Abstrakt: Cílem práce je rozbor problematiky specifických numerických metod, založených na integrální formulaci elektrodynamického problému, tedy metod často souhrnně nazývaných metody hraničních prvků, resp. metody Greenových funkcí, metody momentů, apod. Jedná se o teoretické téma, zaměřující se zejména na numerické aspekty integrálních metod hraničních prvků a jejich efektivní aplikace. Tyto metody, jak se ukazuje, jsou zejména vhodné pro numerickou analýzu izolovaných nanostruktur, rezonančního charakteru, kde ostatní běžné numerické metody selhávají, nebo jsou neúčinné. Pro konkrétní simulace vybraných struktur a funkcionalit budou vybrány vhodné nástroje, dostupné veřejně i v rámci pracoviště KFE, alternativně bude snahou vytvořit elementární vlastní nástroj. Budou analyzovány možnosti zahrnutí realistických vlastností struktur (morfologie, disperze, apod.).

⁷⁹<mailto:milan.sinor@fjfi.cvut.cz>

⁸⁰<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 48: Možnosti numerických simulací nelineárních problémů ve fotonice a plazmonice

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Ing. M. Šiňor, Dr.⁸¹

Konzultant(i): doc. Dr. Ing. I. Richter⁸²

Student:

Abstrakt: Cílem práce je rozbor problematiky numerického řešení nelineárních problémů, vyskytujících se v rámci interakce světla ve fotonických a plazmonických nanostrukturách. Byl by vypracován přehled těchto nelinearit a zejména analyzovány numerické možnosti jejich řešení, především z hlediska efektivity a spolehlivé strategie simulací, v rámci daných parametrů a vlastností struktury, apod. Je totiž známo, že i když některé algoritmy řešení “slibují”, ne vždy je jejich řešení spolehlivé, resp. není vůbec fyzikálně použitelné. Bude snahou vytvořit elementární vlastní nástroj, pro simulace vybraných problémů, alternativně s možností rozšíření, modifikace vhodných nástrojů, dostupných veřejně i v rámci pracoviště KFE.

⁸¹<mailto:milan.sinor@fjfi.cvut.cz>

⁸²<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

TÉMATA STUDENTSKÝCH PRACÍ PRO ŠKOLNÍ ROK 2017–18

Rámcové téma práce č. 49: Měření nelineárního indexu lomu metodou Z-scan

Typ práce: RP, BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. M. Dvořák, Ph.D.⁸³

Konzultant(i): RNDr. M. Michl, Ph.D.⁸⁴

Student:

Abstrakt: Hlavním úkolem práce bude seznámení se s metodou Z-scan pro měření nelineárního indexu lomu a návrh (a případná realizace) experimentálního uspořádání využívajícího ns/ps lasery dostupné v laboratoři molekulové spektroskopie na KFE v Tróji.

18. 10. 2017

⁸³<mailto:miroslav.dvorak@fjfi.cvut.cz>

⁸⁴<mailto:martin.michl@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 50: Měření dvoufotonové laserem indukované fluorescence

Typ práce: RP, BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. M. Dvořák, Ph.D.⁸⁵

Konzultant(i): RNDr. M. Michl, Ph.D.⁸⁶

Student:

Abstrakt: Cílem práce je seznámení se s teorií a s aplikacemi dvoufotonově buzené fluorescence, s faktory ovlivňujícími účinný průřez dvoufotonové absorpce a experimentální studium dvoufotonově buzené fluorescence vybraných sloučenin s ohledem na jejich strukturální modifikace.

⁸⁵<mailto:miroslav.dvorak@jfji.cvut.cz>

⁸⁶<mailto:martin.michl@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 51: Využití multi-excitonové generace pro fotovoltaiku třetí generace

Typ práce: RP, BP

Vedoucí práce: Ing. M. Dvořák, Ph.D.⁸⁷

Konzultant(i): RNDr. M. Michl, Ph.D.⁸⁸

Student:

Abstrakt: Cílem práce je seznámení se s procesy vedoucími k multi-excitonové generaci v polovodičových strukturách (organické polovodiče, konjugované polymery, kvantové tečky, ...), s problematikou následné separace nosičů náboje s ohledem na využití ve fotovoltaice a s výsledky studií provedených na toto téma v posledních letech.

⁸⁷<mailto:miroslav.dvorak@jfji.cvut.cz>

⁸⁸<mailto:martin.michl@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 52: Programové řízení a sběr data z časové ústředny pro kosmické projekty

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: Ing. J. Kodet, Ph.D.⁸⁹

Konzultant(i): prof. Ing. I. Procházka, DrSc.⁹⁰

Student:

Abstrakt: Softwarově zaměřená práce s úzkou vazbou na experiment, návrh programového řízení měřící časové ústředny pro její aplikace v kosmických projektech přenosu přesného času laserovými impulsy ze Země na družici nebo v projektech jednosměrného měření vzdáleností v planetárním měřítku.

⁸⁹<mailto:kodet@fjfi.cvut.cz>

⁹⁰<mailto:ivan.prochazk@fjfi.cvut.cz>

**Rámcové téma práce č. 53: Programové vybavení pro řízení experimentu
v kosmickém výzkumu**

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: prof. Ing. I. Procházka, DrSc.⁹¹

Konzultant(i): Ing. J. Blažej, Ph.D.⁹²

Student:

Abstrakt: Práce kombinující fyzikální experiment a jeho softwarové řízení v reálném čase. Modifikace stávajícího softwarového balíku v jazyce Fortran pro řízení a sběr dat z časové ústředny NPET pro projekt European Laser Timing. Práce v různých programovacích jazycích. Výsledky budou aplikovány v experimentech s optickou synchronizací časových stupnic nebo v pozemním segmentu kosmických projektů s jednofotonovou detekcí optických signálů.

⁹¹<mailto:ivan.prochazk@fjfi.cvut.cz>

⁹²<mailto:josef.blazej@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 54: Nový řídicí elektronický obvod detektoru jednotlivých fotonů pro kosmické projekty

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: prof. Ing. I. Procházka, DrSc.⁹³

Konzultant(i): Ing. J. Pavel⁹⁴

Student:

Abstrakt: Experimentální elektronická práce, optimalizace stávajícího řídicího obvodu detektoru jednotlivých fotonů pro dlouhodobou a teplotní stabilitu. Testování a ověření činnosti navržené úpravy v laboratorních experimentech časově korelovaného čítání fotonů s různými detekčními čipy podle aktuálních požadavků běžících kosmických projektů.

⁹³<mailto:ivan.prochazk@jfji.cvut.cz>

⁹⁴<mailto:jaroslav.pavel@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 55: Detektor jednotlivých fotonů pro přenos přesného času do kosmu

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: prof. Ing. I. Procházka, DrSc.⁹⁵

Konzultant(i): Ing. J. Blažej, Ph.D.⁹⁶

Student:

Abstrakt: Experimentálně zaměřená studentská práce, návrh, konstrukce a testování detektoru jednotlivých fotonů optimalizovaného pro přenos přesného času ze Země do kosmu pro připravovaný projekt ESA I-SOC a další. Návrh, vývoj a testování různých verzí detektoru, elektronické i optické části detektoru. Testování časového rozlišení a především teplotní stability detektoru v dlouhodobých experimentech. Rozsáhlá mezinárodní spolupráce v rámci projektu Evropské kosmické agentury ESA.

⁹⁵<mailto:ivan.prochazk@jfji.cvut.cz>

⁹⁶<mailto:josef.blazej@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 56: Použití metody Monte Carlo k analýze chyb měření

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: externista

Konzultant(i): Ing. J. Blažej, Ph.D.⁹⁷

Student:

Abstrakt: Teoreticky a softwarově zaměřená práce na pomezí aplikované matematiky a fyziky s úzkou vazbou na reálná měření při vzájemném odvalu přesných strojírenských součástí, zejména ozubených kol. Práce bude směřovat k vytvoření simulátoru odvalů, který umožní okamžitou analýzu chyb odvalu na základě jeho obrazu ve zvoleném stavovém prostoru.

⁹⁷<mailto:josef.blazej@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 57: Výstupní charakteristiky oku-bezpečného laserového systému

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Ing. M. Němec, Ph.D.⁹⁸

Konzultant(i): prof. Ing. H. Jelínková, DrSc.⁹⁹

Student:

Abstrakt: Oku-bezpečné laserové systémy mají již podle svého označení širokou škálu využití. Generace záření v této oblasti elektromagnetického spektra může být dosaženo různými metodami. V této práci se zaměříme na diodově čerpané pevnolátkové lasery na bázi iontu erbia (např. krystal Er:YAG) při využití rezonančního čerpání, které minimalizuje tepelné ztráty v aktivním prostředí. Cílem práce bude seznámit se jak s čerpací diodou a aktivním prostředím, tak především provést charakteristiku výstupních parametrů záření při optimalizaci laserového rezonátoru.

⁹⁸<mailto:michal.nemec@fjfi.cvut.cz>

⁹⁹<mailto:helena.jelinkova@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 58: Kompaktní systém pro čerpání mikročipových laserů s krystalem Nd:YAG

Typ práce: VÚ, BP

Vedoucí práce: Ing. J. Šulc, Ph.D.¹⁰⁰

Konzultant(i): prof. Ing. H. Jelínková, DrSc.¹⁰¹, Ing. Richard Švejkar

Student:

Abstrakt: Mikročipový laser je kompaktním zdrojem laserového záření, kdy aktivní prostředí a rezonátor tvoří jeden celek s milimetrovými rozměry. Aby bylo dosaženo kompaktnosti a mobility celého laserového systému, je třeba rozměrům mikročipového laseru přizpůsobit i zdroj čerpacího záření a příslušnou optickou soustavu, která toto záření k mikročipovému laseru přivádí. Její správný návrh má přitom zásadní vliv na celkovou účinnost zkonstruovaného laseru. Mezi nejrozšířenější aktivní prostředí mikročipových laserů patří krystaly dopované ionty neodymu Nd³⁺, konkrétně Nd:YAG, pro jehož čerpání se často používá laserová dioda emitující záření na vlnové délce 808 nm. Cílem práce je seznámit se jak s problematikou těchto mikročipových laserů, tak s návrhem optických systémů pro jejich čerpání a následně realizovat diodově čerpaný Nd:YAG mikročipový laser a s využitím dostupných komponent se pokusit optimalizovat čerpací systém.

¹⁰⁰<mailto:jan.sulc@fjfi.cvut.cz>

¹⁰¹<mailto:helena.jelinkova@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 59: Optické materiály s nízkou energií fononů dopované ionty vzácných zemin

Typ práce: VÚ, BP

Vedoucí práce: Ing. J. Šulc, Ph.D.¹⁰²

Konzultant(i): Ing. Robert Král, Ph.D., prof. Ing. H. Jelínková, DrSc.¹⁰³

Student:

Abstrakt: Významným tématem současné laserové techniky je konstrukce pevnolátkových laserů generujících a zesilujících záření dále ve střední infračervené oblasti (vlnové délky záření 3000 nm a delší). Tyto zdroje mají velký aplikační potenciál ve spektroskopii, v telekomunikacích, v medicíně, ale i při generaci ultrakrátkých impulzů. Předpokladem pro konstrukci těchto laserů je nalezení vhodných aktivních prostředí, neboť dnes běžně dostupné materiály pro tento účel nejsou vhodné. Jedním z důvodů jsou relativně vysoké frekvence vlastních kmitů jejich krystalické mřížky – fononů. Vlivem těchto fononů dochází k nezárivě depopulaci elektronových hladin opticky aktivní příměsi, které se pak nemohou uplatnit při laserové akci právě ve střední infračervené oblasti. To motivuje intenzivní výzkum optických materiálů s nízkou energií fononů. Cílem práce bude seznámení se s problematikou těchto materiálů a provedení základních spektroskopických měření na dostupných vzorcích lanthanoidy dopovaných krystalů KLuS₂, LiLuS₂, PbGa₂S₄, a RbPb₂Cl₅ v co neširším spektrálním rozsahu.

¹⁰²<mailto:jan.sulc@fjfi.cvut.cz>

¹⁰³<mailto:helena.jelinkova@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 60: Plasmonické nanostruktury pro miniaturní optické biosenzory

Typ práce: VÚ, DP

Vedoucí práce: prof. Ing. J. Homola, CSc., DSc. (ÚFE AV ČR)¹⁰⁴

Konzultant(i): doc. Dr. Ing. I. Richter¹⁰⁵

Student:

Abstrakt:

¹⁰⁴<mailto:homola@ufe.cz>

¹⁰⁵<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 61: Mikroskopie povrchových plasmonů a její biologické aplikace

Typ práce: VÚ, DP

Vedoucí práce: prof. Ing. J. Homola, CSc., DSc. (ÚFE AV ČR)¹⁰⁶

Konzultant(i): doc. Dr. Ing. I. Richter¹⁰⁷

Student:

Abstrakt:

¹⁰⁶<mailto:homola@ufe.cz>

¹⁰⁷<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 62: Plasmonické nanostruktury s extraordinární transmisí pro optické biosenzory

Typ práce: VÚ, DP

Vedoucí práce: prof. Ing. J. Homola, CSc., DSc. (ÚFE AV ČR)¹⁰⁸

Konzultant(i): doc. Dr. Ing. I. Richter¹⁰⁹

Student:

Abstrakt:

¹⁰⁸<mailto:homola@ufe.cz>

¹⁰⁹<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>