

Rámcové téma práce č. 1: Diodově čerpaný Tm:GGAG laser

Typ práce: BP, VÚ, RP

Vedoucí práce: Ing. J. Šulc, Ph.D.¹

Kozultant(i): prof. Ing. H. Jelínková, DrSc.²

Student:

Abstrakt: Lasery pracující s ionty thulia Tm^{3+} představují efektivní zdroj laserového záření v oblasti vlnových délek mezi 1,7 až 2,1 μm . V této oblasti se nachází mnoho významných absorpčních pásů vody a vodní páry a záření thuliového laseru je proto zajímavé jak pro aplikace v medicíně, tak pro spektroskopii. Krystal Tm:GGAG je nové pevnolátkové aktivní prostředí, které se vzhledem ke struktuře matrice vyznačuje poměrně širokými absorpčními a emisními pásy a je proto vhodné pro konstrukci diodově čerpaného laditelného laseru generujícího v okolí 2 μm . Cílem práce bude seznámit se s diodově čerpanými thuliovými lasery a proměřit základní spektroskopické a laserové vlastnosti nového krystalu Tm:GGAG.

¹<mailto:jan.sulc@jfifi.cvut.cz>

²<mailto:helena.jelinkova@jfifi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 2: **Krystalický vláknový laser**

Typ práce: VÚ, RP

Vedoucí práce: Ing. J. Šulc, Ph.D.³

Kozultant(i): Ing. M. Němec, Ph.D.⁴, prof. Ing. H. Jelínková, DrSc.⁵

Student:

Abstrakt: Vláknové lasery dnes patří ke zdrojům záření s nejvyšším středním výkonem. Klasikou je aktivní prostředí těchto laserů tvořeno skleněným vláknem dopovaným prvky vzácných zemin. Ačkoliv sklo je v mnoha ohledech vynikající optické prostředí, některé jeho vlastnosti (nízká tepelná vodivost, nízký práh nelineárních jevů) činnost vláknových laserů omezují. Zajímavou alternativou je vlákno tvořené monokrystalem, které v sobě spojuje výhody krystalického aktivního prostředí (vysoká tepelná vodivost, vysoký práh poškození) s výhodami vláknové geometrie aktivního prostředí (efektivní odvod tepla díky velkému poměru povrch/objem, efektivní absorpce čerpacího záření). Cílem práce bude seznámit se s problematikou krystalických vláknových laserů a otestovat dostupná krystalická vlákna.

³<mailto:jan.sulc@fjfi.cvut.cz>

⁴<mailto:michal.nemec@fjfi.cvut.cz>

⁵<mailto:helena.jelinkova@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 3: Vliv teploty na generaci mikročipového Q-spínaného ytterbiového laseru

Typ práce: BP, VÚ, RP

Vedoucí práce: Ing. J. Šulc, Ph.D.⁶

Kozultant(i): prof. Ing. H. Jelínková, DrSc.⁷

Student:

Abstrakt: Mikročipový Q-spínaný laser je kompaktním zdrojem vysoce stabilních nano-sekundových a subnanosekundových impulzů. Mezi perspektivní aktivní prostředí mikročipových laserů patří krystaly dopované ionty ytterbia Yb^{3+} . Vzhledem k povaze energetických hladin Yb^{3+} jsou spektroskopické vlastnosti tohoto aktivního prostředí silně závislé na teplotě. To může ovlivnit parametry generovaných gigantických impulzů. Cíle práce je seznámit se s možnými vlivy teploty na jednotlivé části mikročipového laseru a u dostupných mikročipových laserů proměřit parametry jimi generovaného záření v co neširším rozsahu teplot.

⁶<mailto:jan.sulc@jfifi.cvut.cz>

⁷<mailto:helena.jelinkova@jfifi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 4: Saturevatelné absorbéry pro laserové záření v oblasti spektra 1,0-1,5 μm

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Ing. M. Němec, Ph.D.⁸

Kozultant(i): prof. Ing. H. Jelínková, DrSc.⁹

Student:

Abstrakt: Stabilní generace krátkých pulsů z laserových systémů je stále aktuální problematika zmiňovaných zařízení, obzvláště v některých aplikacích (např. medikálních) jsou tyto pulsy požadovány. V rešeršní části práce student vypracuje rešerši na téma saturevatelné absorbéry pro pevnolátkové lasery generující záření v oblasti spektra 1,0–1,5 μm . V experimentální části realizuje s vybraným typem pasivního Q-spínače generaci krátkých pulsů pro Nd:YAG laserový systém generující záření na vlnových délkách 1,06, 1,32 a 1,44 μm .

⁸<mailto:michal.nemec@fjfi.cvut.cz>

⁹<mailto:helena.jelinkova@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 5: Měření parametrů femtosekundového laseru

Typ práce: BP

Vedoucí práce: prof. Ing. J. Limpouch, CSc.¹⁰

Kozultant(i): doc. Ing. O. Klimo, Ph.D.¹¹

Student:

Abstrakt: Student se seznámí s Particle-In-Cell kódem EPOCH a s v něm implementovaným popisem ionizace silným optickým polem. Student bude studovat generaci volných elektronů při šíření intenzivního laserového impulsu v podkritickém plazmatu a možnosti jejich využití například pro injekci elektronů do kýlové vlny (wakefield) pro urychlování elektronů laserem.

¹⁰<mailto:jiri.limpouch@fjfi.cvut.cz>

¹¹<mailto:ondrej.klimo@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 6: Měření parametrů femtosekundového laseru

Typ práce: BP

Vedoucí práce: prof. Ing. J. Limpouch, CSc.¹²

Kozultant(i): Ing. P. Hříbek, CSc.

Student:

Abstrakt: Student se v laboratoři femtosekundového titan-safírového laseru v Tróji seznámí s metodami měření časových a fázových charakteristik ultrakrátkých laserových impulsů, a též s měřením prostorového profilu laserového svazku. Student proměří změny charakteristik femtosekundového laserového impulsu při jeho průchodu různými optickými elementy a pokusí se tyto změny kompenzovat.

¹²<mailto:jiri.limpouch@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 7: Šíření femtosekundových laserových impulsů optickým prostředím

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: prof. Ing. J. Limpouch, CSc.¹³

Kozultant(i): Ing. P. Hříbek, CSc.

Student:

Abstrakt: Velmi krátké impulsy procházející optickým prostředím ovlivňují vlastnosti tohoto prostředí a toto prostředí působí zpětně na šířící se impuls. Důsledkem je změna vlastností velmi krátkých impulsů v průběhu šíření známá jako autofokusace svazků, automodulace fáze, změna délky impulsu a jeho spektra při šíření v disperzním prostředí a podobně. Spadá sem i generace druhé a vyšších harmonických, parametrické zesílení světelných femtosekundových impulsů a další jevy.

Cílem práce je seznámit se generací femtosekundových impulsů a jejich zesilováním ve femtosekundovém laserovém systému PULSAR na KFE FJFI a studovat jejich šíření v izotropním a anizotropním optickém prostředí. V práci bude ukázán vliv nelineárního indexu lomu a disperze na šířící se impuls a bude generováno femtosekundové superkontinuum v safírovém krystalu.

¹³<mailto:jiri.limpouch@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 8: Simulace interakce laseru s terčíky

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: prof. Ing. R. Liska, CSc.¹⁴

Kozultant(i): Ing. M. Kuchařík, Ph.D.¹⁵

Student:

Abstrakt: Práce se zabývá numerickým modelováním interakce intenzivních laserových svazků s terčíky. Pro modelování bude používán hydrodynamický 2D kód PALE založený na metodě ALE (Arbitrary Lagrangian Eulerian) a vyvíjený na katedře fyzikální elektroniky. Práce bude zahrnovat simulace experimentů prováděných např. na laseru PALS.

¹⁴<mailto:liska@siduri.fjfi.cvut.cz>

¹⁵<mailto:kucharik@newton.fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 9: Eulerovské modelování laserového plazmatu

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: prof. Ing. R. Liska, CSc.¹⁶

Kozultant(i): Ing. M. Kuchařík, Ph.D.¹⁷

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.

¹⁶<mailto:liska@siduri.fjfi.cvut.cz>

¹⁷<mailto:kucharik@newton.fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 10: Konzistence kinetické energie při interpolaci stavových veličin

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Ing. M. Kuchařík, Ph.D.¹⁸

Kozultant(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.

¹⁸<mailto:kucharik@newton.fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 11: Studium konvergence Lagrangeovsko-Eulerovských (ALE) metod

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Ing. M. Kuchařík, Ph.D.¹⁹

Kozultant(i): Ing. P. Váchal, Ph.D.²⁰

Student:

Abstrakt: Pro simulace hydrodynamiky tekutin lze používat několik typů metod z hlediska chování výpočetní sítě. ALE metody jsou založeny na kombinaci metod Lagrangeovského a Eulerovského typu, přičemž podíl Eulerovské složky se často liší v různých simulacích a pro různá rozlišení výpočetní sítě. Cílem práce bude studie konvergence pro čistě Lagrangeovské metody, Eulerovské metody a ALE metody s různými parametry ve střídané (staggered) diskretizaci.

¹⁹<mailto:kucharik@newton.fjfi.cvut.cz>

²⁰<mailto:pavel.vachal@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 12: Aplikace okrajových podmínek v Lagrangeovsko-Eulerovských (ALE) metodách

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Ing. M. Kuchařík, Ph.D.²¹

Kozultant(i): prof. Ing. R. Liska, CSc.²²

Student:

Abstrakt: V reálných simulacích je častým problémem chování výpočetní sítě na okrajích výpočetní oblasti. Hlavním cílem práce bude navržení robustní metody ve střídané (staggered) diskretizaci, ve které se problémům na hranici předejde sledováním pohybu rozhraní materiálu a vakua ve velké výpočetní síti pokrývající oblast předpokládaného výpočtu. Tato metoda bude implementována a otestována ve vybraných hydrodynamických simulacích.

²¹<mailto:kucharik@newton.fjfi.cvut.cz>

²²<mailto:liska@siduri.fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 13: Testování a verifikace hydrodynamického kódu PALE

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Ing. P. Váchal, Ph.D.²³

Kozultant(i): prof. Ing. R. Liska, CSc.²⁴

Student:

Abstrakt: Tématem práce je důkladné otestování a verifikace hydrodynamického simulačního kódu PALE, vyvíjeného ve Skupině počítačové fyziky na KFE FJFI ČVUT ve spolupráci se zahraničními pracovišti. Student provede řadu výpočtů základních hydrodynamických testů a vyhodnotí jejich chybu, konvergenci a další vlastnosti. Dále navrhne a implementuje vhodné doplňující úlohy pro testování modelu fyzikálních jevů v plazmatu jako např. tepelné vodivosti nebo různých typů absorpce laserového záření a provede případné opravy zjištěných chyb v kódu či jeho rozšíření.

²³<mailto:pavel.vachal@fjfi.cvut.cz>

²⁴<mailto:liska@siduri.fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 14: Eulerovská a lagrangeovská hydrodynamika pomocí pythonovského balíku pyFR

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Ing. P. Váchal, Ph.D.²⁵

Kozultant(i): prof. Ing. R. Liska, CSc.²⁶, Ing. J. Urban, Ph.D. (ÚFP AV ČR)²⁷

Student:

Abstrakt: Tématem je otestování vhodnosti open-source pythonovského balíku pyFR (www.pyfr.org) pro komplexní simulace hydrodynamiky tekutin, jež jsou dlouhodobým tématem výzkumu ve Skupině počítačové fyziky na KFE a na partnerských pracovištích. Konkrétními cíli bakalářské práce jsou implementace a provedení sady standardních (fyzikálně motivovaných) vícedimenzionálních numerických testů v eulerovském režimu a rozšíření balíku o 1D režim lagrangeovský.

²⁵<mailto:pavel.vachal@fjfi.cvut.cz>

²⁶<mailto:liska@siduri.fjfi.cvut.cz>

²⁷<mailto:urban@ipp.cas.cz>

Rámcové téma práce č. 15: Zdroje krátkovlnného záření vytvářené intenzivním laserem

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: Ing. J. Nejd, Ph.D. (FzÚ AV ČR)²⁸

Kozultant(i): Ing. J. Pšikal, Ph.D.²⁹

Student:

Abstrakt: Interakcí intenzivního laserového impulsu 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 impulsu a geometrii interakce) je možné vytvářet zdroje optimalizované pro generaci daného typu záření.

Jednou z účinných metod generace monochromatického svazku krátkovlnného záření v laboratoři (desítky až stovky eV) je vytvoření tzv. rentgenového laseru, který využívá stimulované emise na přechodech mnohonásobně ionizovaných atomů. Takto vytvořené částečně koherentní rentgenové impulzy generované ve sloupci horkého plazmatu mohou dosahovat energie od μJ až po několik mJ při délce impulsu od jednotek po stovky ps.

Pro dosažení ještě kratších vlnových délek lze využít nekoherentního záření vzniklého přechody mezi nejnižšími kvantovými hladinami iontů (K-alfa záření) popřípadě zářivé oscilace laserem urychlených elektronů (Comptonův rozptyl záření na elektronovém svazku nebo betatronové oscilace urychlených elektronů v plazmatu).

Tyto zdroje záření mohou být díky svému vysokému jasu, krátké délce impulsu a snadné synchronizaci s dalším laserovým impulzem s výhodou použity k charakterizaci horkého hustého plazmatu (při studiu inerciální fúze) nebo pro řadu dalších aplikací od zobrazování biologických vzorků s vysokým rozlišením po užití ve fyzice pevných látek.

²⁸<mailto:nejdl@fzu.cz>

²⁹<mailto:jan.psikal@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 16: Studium vlivu časové asymetrie profilu diagnostického impulsu na přesnost rekonstrukce fázového posuvu z klasických i komplexních interferogramů

Typ práce: RP, BP

Vedoucí práce: doc. Ing. M. Kálal, CSc.³⁰

Kozultant(i):

Student:

Abstrakt: V případě asymetrie diagnostického impulsu při záznamu klasických i komplexních interferogramů dochází během následné rekonstrukce fázového posuvu z těchto interferogramů k systematické chybě v určení fázového posuvu.

Cílem práce je teoretické prostudování tohoto efektu, prozkoumání možnosti určení příslušné systematické chyby, včetně aplikace získaných poznatků na případ konkrétních experimentálně získaných interferogramů.

³⁰<mailto:milan.kalal@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 17: Simulace obvodů kapilárního XUV zdroj

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: Ing. A. Jančárek, CSc.³¹

Kozultant(i): Ing. M. Nevrkla, Ph.D.³²

Student:

Abstrakt: Student se v laboratoři rentgenových laserů seznámí s obvodem XUV zdrojů využívajících kapilární výboj. Naučí se pomocí programu Pspice je simulovat a navrhne optimalizaci za účelem zvýšení středního výkonu. V případě dostatku času provede měření optimalizovaného zdroje. Práce je součástí grantu MŠMT INGO, možný je částečný úvazek.

³¹<mailto:alexandr.jancarek@fjfi.cvut.cz>

³²<mailto:michal.nevrkla@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 18: XUV mikroskop na bázi kapilárního zdroje

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: Ing. A. Jančárek, CSc.³³

Kozultant(i): MSc. Fahad Nawaz

Student:

Abstrakt: Student se v laboratoři rentgenových laserů seznámí se stávajícím stavem XUV mikroskopu využívajícího kapilární výboj jako zdroj záření a reflexně trasmisní optiku. Naučí se pracovat s experimentálním systémem, který popíše a proměří. Navrhne a realizuje nové uspořádání pro zlepšení zaostřování pomocí submikronového posuvu. V případě dostatku času provede měření s upraveným XUV mikroskopem. Práce je součástí grantu MŠMT INGO, možný je částečný úvazek.

³³<mailto:alexandr.jancarek@jfifi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 19: Vývoj transmisního XUV spektrometru

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Ing. M. Nevrkla, Ph.D.³⁴

Kozultant(i): Ragava Reddy Lokasani, MSc.

Student:

Abstrakt: Úkolem bude navrhnout, sestavit a otestovat spektrometr/monochromátor pro XUV oblast záření. Spektrometr bude používán k diagnostice plazmatu a k vývoji zdrojů XUV záření. Student si osvojí znalosti a praktické dovednosti z oborů rentgenové optiky, spektrometrie a konstrukce zařízení.

³⁴<mailto:michal.nevrkla@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 20: Vývoj předionizačního obvodu kapilárního výboje

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Ing. M. Nevrkla, Ph.D.³⁵

Kozultant(i):

Student:

Abstrakt: Úkolem bude navrhnout, sestavit a otestovat obvod pro generaci nízkoteplotního plazmatu. Obvod bude implementován do zařízení XUV laseru na KFE a XUV mikroskopu na FBMI v Kladně. Student si osvojí znalosti a praktické dovednosti z oborů vysokonapěťové impulzní techniky, výbojů v plynech a konstrukce elektrických zařízení.

³⁵<mailto:michal.nevrkla@jfifi.cvut.cz>

TÉMATA STUDENTSKÝCH PRACÍ PRO ŠKOLNÍ ROK 2015–16

Rámcové téma práce č. 21: Měření elektronové hustoty plazmatu

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Ing. M. Nevrkla, Ph.D.³⁶

Kozultant(i):

Student:

Abstrakt: Úkolem bude změřit elektronovou hustotu a gradient elektronové hustoty plazmatu kapilárního výboje. Řešení úkolu bude součástí vývoje vlnovodu pro ultra intenzivní laserové svazky. Student získá znalosti a praktické dovednosti z oborů diagnostiky plazmatu a vedení Gaussovských svazků.

³⁶<mailto:michal.nevrkla@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 22: Syntetická holografie v reálném čase pro 3D vizualizaci

Typ práce: BP (VÚ)

Vedoucí práce: Ing. M. Škereň, Ph.D.³⁷

Kozultant(i): Ing. M. Nývlt³⁸

Student:

Abstrakt: Přístupy k vytváření třídimenzionálních obrazů pro multimediální aplikace se v posledních letech zaměřovaly na stereografické techniky založené na dvoukanálové projekci s časovým nebo polarizačním multiplexováním. Nevýhodou těchto metod je zejména skutečnost, že většinou vyžadují pozorovací pomůcky ve formě brýlí, které slouží k oddělení jednotlivých obrazových kanálů a že nezohledňují polohu pozorovatele. Důsledkem je mimo jiné i zkreslení při pozorování obrazu více pozorovateli, kteří pozorují scénu z různých míst prostoru. Holografické techniky naproti tomu umožňují generovat optické vlnoplochy přesně odpovídající reálným scénám, a tedy netrpí zmíněnými nedostatky. Výpočet a realizace syntetických hologramů, které by byly použitelné pro 3D vizualizaci, je ale z numerického hlediska extrémně náročný problém a teprve významný pokrok ve výpočetní technice v posledních letech by mohl umožnit praktickou realizaci dynamické holografické syntetické 3D projekce.

Cílem bakalářské práce je seznámit se se syntetickou holografií, teorií difrakce a technikami návrhu syntetických hologramů a zaměřit se na možnosti návrhu a optimalizace syntetických struktur pro vizualizační účely v reálném čase. V rámci experimentální části budou využity počítačem řízené prostorové modulátory s vysokým rozlišením, dostupné na KFE, které umožňují realizaci napočtených struktur v reálném čase. Vybrané hologramy budou také realizovány pomocí laserové litografie.

³⁷<mailto:marek.skeren@fjfi.cvut.cz>

³⁸<mailto:martin.nyvlt@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 23: Možnosti využití grafenu v fotonických a plazmonických nanostrukturách

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter³⁹

Kozultant(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.

³⁹<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 24: Subvlnově strukturované vlnovodné struktury

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁴⁰

Kozultant(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.

⁴⁰<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 25: Vlnovodné a fotonické struktury s kompenzací zisku a ztrát

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁴¹

Kozultant(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.

⁴¹<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 26: Vybrané problémy šíření elektromagnetického pole ve fotonických a plazmonických strukturách

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁴²

Kozultant(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.

⁴²<mailto:ivan.richter@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 27: Fyzikální chování vybraných metamateriálů a metapovrchů

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁴³

Kozultant(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.

⁴³<mailto:ivan.richter@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 28: Rezonanční efekty ve fotonických a plazmonických nanostrukturách (pro senzorické aplikace)

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁴⁴

Kozultant(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.

⁴⁴<mailto:ivan.richter@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 29: Povrchové vlny a efekty v nanostrukturách

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁴⁵

Kozultant(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.

⁴⁵<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 30: Nelineární efekty ve fotonických a plazmonických nanostrukturách

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁴⁶

Kozultant(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.

⁴⁶<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

TÉMATA STUDENTSKÝCH PRACÍ PRO ŠKOLNÍ ROK 2015–16

Rámcové téma práce č. 31: Základy fyzikálního chování kvantových nanostruktur

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁴⁷

Kozultant(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.

⁴⁷<mailto:ivan.richter@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 32: Fyzika periodických fotonických a plazmonických nanostruktur

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁴⁸

Kozultant(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.

⁴⁸<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 33: Metody pro modelování fotonických a plazmonických nanostruktur

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁴⁹

Kozultant(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.

⁴⁹<mailto:ivan.richter@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 34: Neklasické kvantové stavy světla a možnosti jejich aplikací

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. I. Richter⁵⁰

Kozultant(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.).

⁵⁰<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 35: 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.⁵¹

Kozultant(i): doc. Dr. Ing. I. Richter⁵²

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.

⁵¹<mailto:milan.sinor@fjfi.cvut.cz>

⁵²<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 36: Možnosti paralelních výpočtů pro simulace fotonických a plazmonických struktur

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Ing. M. Šiňor, Dr.⁵³

Kozultant(i): doc. Dr. Ing. I. Richter⁵⁴

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.

⁵³<mailto:milan.sinor@fjfi.cvut.cz>

⁵⁴<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 37: Integrální metody hraničních prvků pro aplikace ve fotonice a plazmonice

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Ing. M. Šiňor, Dr.⁵⁵

Kozultant(i): doc. Dr. Ing. I. Richter⁵⁶

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.).

⁵⁵<mailto:milan.sinor@fjfi.cvut.cz>

⁵⁶<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 38: Možnosti numerických simulací nelineárních problémů ve fotonice a plazmonice

Typ práce: BP, VÚ (DP)

Vedoucí práce: doc. Ing. M. Šiňor, Dr.⁵⁷

Kozultant(i): doc. Dr. Ing. I. Richter⁵⁸

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.

⁵⁷<mailto:milan.sinor@fjfi.cvut.cz>

⁵⁸<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 39: Příprava mikro- a nanostrukturovaných terčů pro experimenty s ultrakrátkými intenzivními laserovými pulzy

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: RNDr. J. Proška⁵⁹

Kozultant(i): Ing. L. Štolcová⁶⁰, doc. Ing. O. Klimo, Ph.D.⁶¹

Student:

Abstrakt: Urychlování protonů a iontů pomocí relativistických femtosekundových laserových pulsů je v současné době velmi intenzivně studováno. Pro experimenty v Koreji, Francii a ČR jsou na základě teoretických výpočtů prováděných týmem prof. Limpoucha z KFE vyvíjeny a připravovány velmi tenké terče se speciálně strukturovanými povrchy. Práce zahrnuje metody samouspořádání, vybrané lithografické techniky, magnetronové nanášení tenkých vrstev, plazmové povlakování ultratenkými vrstvami polymerů, analýzu povrchů pomocí mikroskopie atomárních sil, rastrovací elektronovou mikroskopii (SEM) a další podle potřeby.

theranostics.cz – Nabídka studentských témat

⁵⁹<mailto:jan.proska@fjfi.cvut.cz>

⁶⁰<mailto:lucie.stolcova@fjfi.cvut.cz>

⁶¹<mailto:ondrej.klimo@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 40: Metalodielektrické nanostruktury pro fotoniku a plazmoniku

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: RNDr. J. Proška⁶²

Kozultant(i): doc. Dr. Ing. I. Richter⁶³, Ing. L. Štolcová⁶⁴

Student:

Abstrakt: Příprava a studium periodických nanostruktur pro fotoniku a přípravu metamateriálů. Studium a využití přírodních fotonických krystalů, biotemplating. Při práci budou využívány sol-gel techniky, samouspořádání, příprava ultratenkých vrstev pomocí magnetronového naprašování, analýza pomocí SEM (rastrovací elektronové mikroskopie), AFM (mikroskopie atomárních sil) a měření spekter SERS na spolupracujícím pracovišti.

theranostics.cz – Nabídka studentských témat

⁶²<mailto:jan.proska@fjfi.cvut.cz>

⁶³<mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

⁶⁴<mailto:lucie.stolcova@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 41: Povrchově modifikované nanočástice pro senzoriku a diagnostiku v biomedicíně

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: RNDr. J. Proška⁶⁵

Kozultant(i): Ing. F. Novotný, Ph.D.⁶⁶, Ing. L. Štolcová⁶⁷, Dr. Z. Hodný (ÚMG AV ČR), doc. M. Procházka (MFF UK)

Student:

Abstrakt: Ve spolupráci se špičkovými pracovišti biomedicínského výzkumu budou připravovány kovové nanočástice cílené na specifické typy buněk. Tyto nanočástice budou využívány jako optické sondy při zobrazování (konfokální optická mikroskopie) a jako SERS-aktivní sondy v senzorce (SERS – Surface-Enhanced Raman Scattering). Jedná se o komplexní problematiku na pomezí fyziky, chemie a biomedicíny. Od studentů se očekává samostatnost, schopnost pracovat s odbornou literaturou a rychle zvládat problematiku souvisejících vědních disciplín.

theranostics.cz – Nabídka studentských témat

⁶⁵<mailto:jan.proska@fjfi.cvut.cz>

⁶⁶<mailto:filip.novotny@fjfi.cvut.cz>

⁶⁷<mailto:lucie.stolcova@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 42: Příprava metalodielektrických nanomateriálů pro senzory na principu SERS (Surface-Enhanced Raman Scattering)

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: RNDr. J. Proška⁶⁸

Kozultant(i): Ing. L. Štolcová⁶⁹, Ing. F. Novotný, Ph.D.⁷⁰, doc. M. Procházka (MFF UK)

Student:

Abstrakt: Při práci budou využívány sol-gel techniky, samouspořádání, příprava ultra-tenkých vrstev pomocí magnetronového naprašování, syntéza kovových nanostruktur pomocí galvanických a negalvanických technik, analýza pomocí SEM (rastrovací elektronové mikroskopie), AFM (mikroskopie atomárních sil), optických spektroskopických metod a měření spekter SERS na spolupracujícím pracovišti.

theranostics.cz – Nabídka studentských témat

⁶⁸<mailto:jan.proska@fjfi.cvut.cz>

⁶⁹<mailto:lucie.stolcova@fjfi.cvut.cz>

⁷⁰<mailto:filip.novotny@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 43: Příprava koloidních roztoků nanočástic ušlechtilých kovů: značky pro biomedicinské aplikace

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: Ing. F. Novotný, Ph.D.⁷¹

Kozultant(i): RNDr. J. Proška⁷²

Student:

Abstrakt: Jedinečné optické vlastnosti nanočástic ušlechtilých kovů jsou předmětem intenzivního základního výzkumu a jejich aplikační potenciál je velký. Od metamateriálů a “pláště neviditelnosti” přes ultracitlivé a zároveň miniaturní senzory až po “chytré” nosiče léčiv – syté barvy koloidních roztoků (solů) drahých kovů lidstvo inspirovalo již od dávnověku. V dnešní biomedicíně se kovové nanočástice rutinně používají v zobrazovacích metodách elektronové mikroskopie. Moderní metody syntézy nanočástic s cílenými parametry umožňují analogickou aplikaci koloidu i pro optické zobrazovací metody. Aplikace intenzivních optických pulsů pak umožňuje lokální terapii v označeném místě. Cílem práce je příprava koloidních roztoků kovových nanočástic definovaných tvarů, charakterizace pomocí absorpční spektroskopie a elektronové mikroskopie a modifikace povrchu pro použití v biologickém prostředí.

theranostics.cz – Nabídka studentských témat

⁷¹<mailto:filip.novotny@fjfi.cvut.cz>

⁷²<mailto:jan.proska@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 44: Příprava samonosných monovrstev z plazmonických nanočástic

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: Ing. F. Novotný, Ph.D.⁷³

Kozultant(i): RNDr. J. Proška⁷⁴

Student:

Abstrakt: Optické vlastnosti materiálů obsahujících nanočástice ušlechtilých kovů kriticky závisejí na tvaru těchto částic, případně na jejich vzájemné konfiguraci. Při interakci se světlem se v kovových nanočásticích indukují kolektivní oscilace vodivostních elektronů, čímž se záření dílem rozptyluje a absorbuje. Tato interakce, odborně označována jako lokalizovaná povrchová plazmonová rezonance (lokalizovaný plazmon), je podstatou těchto unikátních vlastností. Při těsném uspořádání těchto částic navíc vznikají spřažené módy plazmonu. Kompozitní materiál složený z periodicky uspořádaných kovových částic nabývá zajímavých optických vlastností. Výroba takových materiálů je technologicky náročná. Samouspořádání nanočástic řízeným zasycháním koloidního roztoku představuje zajímavou alternativu litografickým metodám pro vytváření právě takových kompozitních materiálů. Cílem práce je studium a příprava 2D uspořádaných polí zlatých nanočástic na rozhraní koloidní roztok/plyn(kapalina), jejich charakterizace pomocí rastrovací elektronové mikroskopie a studium optických projevů takových útvarů pomocí optické mikrospektroskopie.

theranostics.cz – Nabídka studentských témat

⁷³<mailto:filip.novotny@fjfi.cvut.cz>

⁷⁴<mailto:jan.proska@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 45: Modelování optických vlastností koloidních roztoků plazmonických nanočástic

Typ práce: BP, VÚ

Vedoucí práce: Ing. F. Novotný, Ph.D.⁷⁵

Kozultant(i): RNDr. J. Proška⁷⁶, doc. Ing. M. Šiňor, Dr.⁷⁷

Student:

Abstrakt: Již alchymistům byly známy syté barvy koloidních roztoků (solů) drahých kovů, sklenáři s jejich pomocí barvili skla již v antice. Podstata těchto optických vlastností se zakládá na lokalizované povrchové plazmonové rezonanci, jevu, kdy je část viditelného spektra absorbována do koherentních kmitů elektronového plynu kovové nanočástice. Takto lokalizovaná elektronová vlna je velice citlivá na změny dielektrických vlastností blízkého okolí, které svým polem také silně ovlivňuje. V posledních letech se rozvinuly numerické metody pro výpočet optických vlastností plazmonických nanočástic. Výsledky dobře souhlasí s experimenty na jednotlivých nanočásticích. Koloidní roztok – aplikačně jedinečná forma nanomateriálu – tvoří statisticky popsatelnou množinu nanočástic. Nabízí se tedy možnost simulace spektra koloidního roztoku vhodným rozmítnutím parametrů částice v již existujících modelech. Cílem práce je rešerše v oblasti numerických metod pro výpočet absorpce a rozptylu kovových nanočástic, výpočet těchto vlastností pro vhodně zvolenou množinu částic a porovnání s reálnými koloidy syntetizovanými na pracovišti.

theranostics.cz – Nabídka studentských témat

⁷⁵<mailto:filip.novotny@fjfi.cvut.cz>

⁷⁶<mailto:jan.proska@fjfi.cvut.cz>

⁷⁷<mailto:milan.sinor@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 46: Příprava substrátů pro spektroskopii založenou na povrchem zesíleném Ramanově rozptylu (SERS)

Typ práce: VÚ

Vedoucí práce: Ing. L. Štolcová⁷⁸

Kozultant(i): RNDr. J. Proška⁷⁹, doc. M. Procházka (MFF UK), Ing. F. Novotný, Ph.D.⁸⁰

Student:

Abstrakt: Ramanova spektroskopie umožňuje získat informace o chemické struktuře látek měřením spekter nepružně rozptýleného záření, detekční limity této metody jsou však pro některé aplikace příliš vysoké. Zjistilo se, že signál pocházející od molekul v blízkosti kovových nanostruktur může být zesílen i o několik řádů, a tento jev byl nazván povrchem zesílený Ramanův rozptyl (*surface-enhanced Raman scattering*, SERS).

Práce se zaměří na přípravu zlatých nebo stříbrných nanomateriálů, které by bylo možné využít jako substráty pro spektroskopii založenou na SERS, zejména s využitím samouspořádání a magnetronového naprašování, případně i jiných technik přípravy. Charakterizace připravených nanostruktur bude provedena pomocí elektronové mikroskopie (SEM) a mikroskopie atomárních sil (AFM), SERS-aktivita připravených nanostruktur bude ověřena na spolupracujícím pracovišti.

⁷⁸<mailto:lucie.stolcova@fjfi.cvut.cz>

⁷⁹<mailto:jan.proska@fjfi.cvut.cz>

⁸⁰<mailto:filip.novotny@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 47: Příprava kovových nanomateriálů pro aplikace v senzorce

Typ práce: VÚ

Vedoucí práce: Ing. L. Štolcová⁸¹

Kozultant(i): RNDr. J. Proška⁸², Ing. F. Novotný, Ph.D.⁸³

Student:

Abstrakt: Kovové nanomateriály mají unikátní optické vlastnosti, které souvisejí s tzv. rezonancí lokalizovaných povrchových plazmonů (localized surface plasmon resonance, LSPR). Tento jev nastává při interakci kovových (typicky zlatých a stříbrných) nanostruktur se světlem o určité, rezonanční, frekvenci. Rezonanční podmínka je určena materiálem, velikostí a tvarem nanostruktur, a je jí tedy možné pomocí těchto parametrů ladit. LSPR lze pro aplikace v senzorce využít různým způsobem, především pro detekci velmi malých změn indexu lomu v okolí nanostruktur nebo pro zesílení signálu nesoucího informaci o chemické struktuře molekul v blízkosti nanostruktur (surface-enhanced Raman scattering, SERS).

Práce se bude věnovat přípravě kovových nanostruktur s důrazem na jejich možné využití v senzorce. Použity budou například metoda samouspořádání nebo magnetonové naprašování. Charakterizace připravených nanostruktur bude provedena pomocí elektronové mikroskopie (SEM) a mikroskopie atomárních sil (AFM).

⁸¹<mailto:lucie.stolcova@fjfi.cvut.cz>

⁸²<mailto:jan.proska@fjfi.cvut.cz>

⁸³<mailto:filip.novotny@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 48: Příprava SERS-aktivních substrátů s vysokou tepelnou odolností

Typ práce: VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. L. Štolcová⁸⁴

Kozultant(i): RNDr. J. Proška⁸⁵, doc. M. Procházka (MFF UK)

Student:

Abstrakt: Ramanova spektroskopie umožňuje získat informace o chemické struktuře látek měřením spekter nepružně rozptýleného záření, detekční limity této metody jsou však pro některé aplikace příliš vysoké. Zjistilo se, že Ramanův signál molekul vyskytujících se v blízkosti kovových nanostruktur může být zesílen i o několik řádů, a tento jev byl nazván povrchem zesíleným Ramanovým rozptylem (surface-enhanced Raman scattering, SERS).

Práce se zaměří na přípravu citlivých zlatých nebo stříbrných SERS-aktivních nanomateriálů s využitím samospořádání. Důraz bude kladen na citlivost a odolnost (mechanickou i tepelnou) připravených senzorů. Připravené nanostruktury budou charakterizovány pomocí optické a elektronové mikroskopie (SEM), jejich SERS-aktivita bude ověřena na spolupracujícím pracovišti.

⁸⁴<mailto:lucie.stolcova@jfji.cvut.cz>

⁸⁵<mailto:jan.proska@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 49: Návrh a příprava SERS-aktivních substrátů pro biomedicínské aplikace

Typ práce: VÚ

Vedoucí práce: Ing. L. Štolcová⁸⁶

Kozultant(i): RNDr. J. Proška⁸⁷, doc. M. Procházka (MFF UK)

Student:

Abstrakt: Ramanova spektroskopie umožňuje získat informace o chemické struktuře látek měřením spekter nepružně rozptýleného záření, detekční limity této metody jsou však pro některé aplikace příliš vysoké. Zjistilo se, že Ramanův signál molekul vyskytujících se v blízkosti kovových nanostruktur může být zesílen i o několik řádů, a tento jev byl nazván povrchem zesíleným Ramanovým rozptylem (surface-enhanced Raman scattering, SERS).

Práce se zaměří na přípravu citlivých zlatých nebo stříbrných SERS-aktivních nanomateriálů vhodných pro biomedicínskou diagnostiku. Připravené nanostruktury budou charakterizovány pomocí optické spektroskopie, optické a elektronové mikroskopie (SEM) a jejich SERS-aktivita bude ověřena na spolupracujícím pracovišti.

⁸⁶<mailto:lucie.stolcova@fjfi.cvut.cz>

⁸⁷<mailto:jan.proska@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 50: Ovlivňování fotofyzikálních vlastností molekul pomocí plazmonických nanostruktur

Typ práce: BP

Vedoucí práce: RNDr. M. Michl, Ph.D.⁸⁸

Kozultant(i): Dr. Peter Kapusta, RNDr. Miroslav Šlouf, Ph.D.

Student:

Abstrakt: Blízkost (řádově jednotky až desítky nm) plazmonických nanostruktur u molekul dramaticky ovlivňuje jejich fotofyzikální chování. Dochází tak např. k zesílení/zhášení fotoluminescence a zesílení absorpce a rozptylu světla či zvýšení fotostability u molekul používaných v biomedicíně jako luminiscenční sondy nebo značky. Práce může být zaměřena na rešerši v oblasti fyzikální podstaty a možných aplikací těchto jevů a/nebo experimentální studium těchto systémů pomocí stacionárních i časově rozlišených spektroskopických metod, včetně měření map doby dohasínání luminiscence (FLIM) pomocí fluorescenčního mikroskopu.

⁸⁸<mailto:martin.michl@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 51: Nelineární optické vlastnosti molekul

Typ práce: BP

Vedoucí práce: RNDr. M. Michl, Ph.D.⁸⁹

Kozultant(i): Ing. M. Dvořák, Ph.D.⁹⁰

Student:

Abstrakt: Práce může být zaměřena na řešení v oblasti aplikací nelineárních vlastností molekul, souvislosti těchto vlastností se strukturou molekul a experimentálních metod pro jejich studium (EFISHG, HRS, NLT, TPEF, ...) a/nebo teoretické výpočty první a druhé hyperpolarizovatelnosti molekul pomocí metod funkcionálu hustoty.

⁸⁹<mailto:martin.michl@jfji.cvut.cz>

⁹⁰<mailto:miroslav.dvorak@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 52: Látky s dlouhou dobou dohasínání luminiscence

Typ práce: BP

Vedoucí práce: RNDr. M. Michl, Ph.D.⁹¹

Kozultant(i): Ing. M. Dvořák, Ph.D.⁹²

Student:

Abstrakt: Doba dohasínání luminiscence je velmi citlivá na fyzikálně-chemický stav bezprostředního okolí emitující molekuly. Časově rozlišená luminiscenční mikroskopie tak umožňuje získávat řadu informací o pozorovaných objektech v biomedicíně či materiálovém inženýrství. Pro tyto účely je výhodné, aby rozdíly způsobené interakcí s prostředím byly co možná největší, tj. aby molekula použitá jako luminiscenční sonda měla co nejdelší dobu dohasínání ve volném stavu. K tomu je zapotřebí, aby k emisi záření docházelo zakázaným přechodem.

V případě fosforescence jde o spinově zakázaný přechod zpravidla z tripletového excitovaného do základního singletového stavu molekuly. Nevýhodou fosforescenčních sond je však jejich náchylnost k tzv. „photobleachingu“, tj. nevratné ztrátě luminiscenčních vlastností molekul kvůli jejich zvýšené reaktivitě v tripletovém stavu. Náplní studentské práce je rešerše v oblasti látek emitujících spinově dovoleným fluorescenčním přechodem, který je však zakázán např. z důvodu symetrie molekuly, případně teoretické či experimentální studium perspektivních sloučenin.

⁹¹<mailto:martin.michl@jfji.cvut.cz>

⁹²<mailto:miroslav.dvorak@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 53: Přenos excitační energie v organických sloučeninách

Typ práce: BP

Vedoucí práce: RNDr. M. Michl, Ph.D.⁹³

Kozultant(i): Ing. M. Dvořák, Ph.D.⁹⁴

Student:

Abstrakt: Mezi nejdůležitější aplikace výsledků studia přenosu excitační energie patří mj. pochopení fotosyntetických procesů v přírodě a příprava umělých fotosyntetických systémů, optické zpracování informací, zvyšování účinnosti fotovoltaických zařízení, optická nanometrologie či příprava sofistikovaných sond a značek pro biomedicínský výzkum. Cílem práce je seznámit se s aktuálním stavem poznání mechanismů inter- i intramolekulárního přenosu excitační energie a s vhodnými experimentálními a teoretickými metodami studia tohoto jevu. Dále je možné se zabývat teoretickým modelováním či spektroskopickými měřeními speciálně designovaných sloučenin, v nichž probíhá velmi účinný intramolekulární přenos energie.

⁹³<mailto:martin.michl@jfji.cvut.cz>

⁹⁴<mailto:miroslav.dvorak@jfji.cvut.cz>

TÉMATA STUDENTSKÝCH PRACÍ PRO ŠKOLNÍ ROK 2015–16

Rámcové téma práce č. 54: Molekulární krystaly pro terahertzové aplikace

Typ práce: BP

Vedoucí práce: RNDr. M. Michl, Ph.D.⁹⁵

Kozultant(i): Ing. M. Dvořák, Ph.D.⁹⁶

Student:

Abstrakt: Práce je zaměřena na řešení v oblasti generace a detekce terahertzových vln založené na nelineárním jevu optického usměrňování v organických molekulárních krystalech a srovnání s používanými anorganickými materiály. Případně je možná experimentální příprava a charakterizace krystalů z perspektivních materiálů.

⁹⁵<mailto:martin.michl@jfji.cvut.cz>

⁹⁶<mailto:miroslav.dvorak@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 55: Měření nelineárního indexu lomu metodou Z-scan

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Ing. M. Dvořák, Ph.D.⁹⁷

Kozultant(i): RNDr. M. Michl, Ph.D.⁹⁸

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.

⁹⁷<mailto:miroslav.dvorak@fjfi.cvut.cz>

⁹⁸<mailto:martin.michl@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 56: Měření dvoufotonové laserem indukované fluorescence

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Ing. M. Dvořák, Ph.D.⁹⁹

Kozultant(i): RNDr. M. Michl, Ph.D.¹⁰⁰

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.

⁹⁹<mailto:miroslav.dvorak@fjfi.cvut.cz>

¹⁰⁰<mailto:martin.michl@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 57: Měření první hyperpolarizovatelnosti molekul detekcí hyper-Rayleighova rozptylu

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Ing. M. Dvořák, Ph.D.¹⁰¹

Kozultant(i): RNDr. M. Michl, Ph.D.¹⁰²

Student:

Abstrakt: Cílem práce je sestavení experimentálního uspořádání pro měření hyper-Rayleighova rozptylu v roztocích a studium nelineárních vlastností vybraných sloučenin.

¹⁰¹<mailto:miroslav.dvorak@fjfi.cvut.cz>

¹⁰²<mailto:martin.michl@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 58: Využití multi-excitonové generace pro fotovoltaiku třetí generace

Typ práce: BP

Vedoucí práce: Ing. M. Dvořák, Ph.D.¹⁰³

Kozultant(i): RNDr. M. Michl, Ph.D.¹⁰⁴

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.

¹⁰³<mailto:miroslav.dvorak@fjfi.cvut.cz>

¹⁰⁴<mailto:martin.michl@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 59: Řízení časové ústředny pro kosmické projekty

Typ práce: RP, BP, VÚ, DP

Vedoucí práce: Ing. J. Kodet, Ph.D.¹⁰⁵

Kozultant(i): prof. Ing. I. Procházka, DrSc.¹⁰⁶

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.

¹⁰⁵<mailto:kodet@jfji.cvut.cz>

¹⁰⁶<mailto:ivan.prochazk@jfji.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 60: Nástroje pro distribuci SLAX

Typ práce: RP, BP

Vedoucí práce: Ing. J. Blažej, Ph.D.¹⁰⁷

Kozultant(i): T. Matějček

Student:

Abstrakt: Softwarová úloha, testování a optimalizace nástrojů pro vývoj linuxové distribuce SLAX z hlediska optimalizace na velikost a využití RAM paměti při řízení experimentů a sběru dat na mobilních zařízeních.

**Rámcové téma práce č. 61: Programové vybavení pro řízení experimentu
v kosmickém výzkumu**

Typ práce: BP, RP, VÚ

Vedoucí práce: prof. Ing. I. Procházka, DrSc.¹⁰⁸

Kozultant(i): Ing. J. Blažej, Ph.D.¹⁰⁹

Student:

Abstrakt: Softwarová práce s úzkou vazbou na fyzikální experiment. Modifikace stávajícího softwarového balíku v jazyce Fortran pro řízení a sběr dat z časové ústředny NPET pro projekt European Laser Timing.

¹⁰⁸<mailto:ivan.prochazk@fjfi.cvut.cz>

¹⁰⁹<mailto:josef.blazej@fjfi.cvut.cz>

Rámcové téma práce č. 62: Síťový protokol PTP - Precision Time Protocol

Typ práce: BP, RP, VÚ

Vedoucí práce: Ing. J. Pavel¹¹⁰

Kozultant(i):

Student:

Abstrakt: Softwarová a experimentální práce, Implementace a experimentální ověření synchronizace času a přenosu přesného času po ethernetové síti využitím protokolu PTP.

¹¹⁰<mailto:jaroslav.pavel@jfji.cvut.cz>