

**Rámcové téma práce č. 1: Diodově čerpaný Dy:PGS laser**

**Typ práce:** VÚ

**Vedoucí práce:** prof. Ing. H. Jelínková, DrSc.<sup>1</sup>

**Kozultant(i):** Ing. J. Šulc, Ph.D.<sup>2</sup>, Ing. M. Němec, Ph.D.<sup>3</sup>

**Student:** Bianka Csanaková

**Abstrakt:** Lasery generující záření ve střední infračervené oblasti jsou v dnešní době velmi žádané pro nové aplikace. K nim patří také Dy:pbGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> (Dy:PGS) laser, který může být koherentně čerpán několika laserovými zdroji. Cílem práce bude seznámení s diodovým čerpáním daného aktivního prostředí, konstrukce Dy:PGS laseru a charakterizace výstupních laserových parametrů.

2. 10. 2015

---

<sup>1</sup><mailto:helena.jelinkova@fjfi.cvut.cz>

<sup>2</sup><mailto:jan.sulc@fjfi.cvut.cz>

<sup>3</sup><mailto:michal.nemec@fjfi.cvut.cz>

TÉMATA STUDENTSKÝCH PRACÍ PRO ŠKOLNÍ ROK 2015–16

**Rámcové téma práce č. 2: Er:YAG laser generující záření v oku bezpečné oblasti**

**Typ práce:** VÚ

**Vedoucí práce:** Ing. M. Němec, Ph.D.<sup>4</sup>

**Kozultant(i):** prof. Ing. H. Jelínková, DrSc.<sup>5</sup>

**Student:** Kryštof Hlinomaz

**Abstrakt:** Obsahem práce je vypracovat rešerši na téma koherentní čerpací zdroje pro Er:YAG laserové systémy a sestrojít Er:YAG laser generující záření v oku bezpečné oblasti. Proměřit charakteristiky čerpacího záření laserové diody a vlastní výstupní charakteristiky laserového Er:YAG oscilátoru.

2. 10. 2015

---

<sup>4</sup><mailto:michal.nemec@fjfi.cvut.cz>

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

**Rámcové téma práce č. 3: PIC simulace vedení laserového svazku v kanálu kapilárního výboje**

**Typ práce:** BP

**Vedoucí práce:** prof. Ing. J. Limpouch, CSc.<sup>6</sup>

**Kozultant(i):** doc. Ing. O. Klimo, Ph.D.<sup>7</sup>

**Student:** Bc. Jakub Kireš

**Abstrakt:** Student se seznámí s implementací pohyblivého okna v Particle-In-Cell kódu EPOCH. Student se seznámí s profily kanálů, které lze pro vedení laserového svazku vytvářet pomocí kapilárního výboje. Pomocí dvoudimenzionální varianty kódu EPOCH bude studovat šíření laserových svazků různých profilů kapilárním plazmatem s cílem nalezení optimálního režimu pro laserové urychlování elektronů.

---

<sup>6</sup><mailto:jiri.limpouch@fjfi.cvut.cz>

<sup>7</sup><mailto:ondrej.klimo@fjfi.cvut.cz>

**Rámcové téma práce č. 4: Vliv nelineárních jevů a materiálové disperze na šíření ultrakrátkých laserových pulsů.**

**Typ práce:** BP

**Vedoucí práce:** Jonathan Tyler Green, PhD. (FzÚ AV ČR)

**Kozultant(i):** prof. Ing. J. Limpouch, CSc.<sup>8</sup>

**Student:** Alexandr Špaček

**Abstrakt:**

1. Seznámení se s problematikou šíření femtosekundových impulzů disperzním prostředím a s metodami umožňující měřit jejich časovou charakteristiku.
2. Na základě získaných znalostí implementovat numerický model popisující vliv disperzních optických prvků na ultrakrátké pulzy. Soustředte se zejména na podmínky potřebné k dosažení ideální komprese impulzu a diskutujte případný vliv nelineárních jevů na modulaci fáze.
3. Pomocí zdroje white-light interferometru (nebo jiného vhodného zařízení) porovnejte výsledky numerického modelu s experimentálními daty a proveďte diskusi.

---

<sup>8</sup><mailto:jiri.limpouch@jfji.cvut.cz>

**Rámcové téma práce č. 5: Urychlování iontových svazků 10 PW laserem**

**Typ práce:** DP

**Vedoucí práce:** Ing. J. Pšikal, Ph.D.<sup>9</sup>

**Kozultant(i):** Dr. D. Margarone (FzÚ AV ČR)

**Student:** Bc. Martin Matys

**Abstrakt:** Práce se zabývá teoretickým studiem a numerickými simulacemi interakce velmi krátkých vysoce intenzivních laserových impulzů (které budou dostupné např. v rámci unikátního projektu ELI-Beamlines) s ionizovanými terči o hustotě pevné látky, zpravidla s tenkými fóliemi. Při této interakci laserového záření o velmi vysokém výkonu (až 10 PW) s vytvořeným plazmatem dochází k mnoha fyzikálně zajímavým jevům. Úkolem v rámci této práce bude studovat urychlování iontových svazků při interakci ionizovaných terčů s laserovými impulzy o intenzitách dosahujících  $10^{23}$  W/cm<sup>2</sup> (relevantních pro 10 PW laser).

---

<sup>9</sup><mailto:jan.psikal@fjfi.cvut.cz>

**Rámcové téma práce č. 6: Numerické aspekty particle-in-cell simulací**

**Typ práce:** VÚ

**Vedoucí práce:** Ing. J. Pšikal, Ph.D.<sup>10</sup>

**Kozultant(i):**

**Student:** Bc. Viktor Kocur

**Abstrakt:** Práce se zabývá numerickými aspekty náročných částicových simulací, které vyžaduje současný výzkum ve fyzice laserového plazmatu (např. v rámci unikátního projektu ELI Beamlines). Vzhledem k výpočetní náročnosti částicových simulací metodou particle-in-cell je zásadní optimalizace nastavení parametrů těchto simulací (velikosti buněk, počtu částic) a zvolení vhodných algoritmů pro výpočty (např. stupeň interpolace hustot částic na mřížce simulační oblasti) tak, aby byl výpočet co nejefektivnější a zároveň nedocházelo k nekontrolovanému nárůstu numerických chyb ve výpočtech. K testovacím simulacím se počítá s využitím počítačových klastrů v rámci Metacentra.

---

<sup>10</sup><mailto:jan.psikal@jfji.cvut.cz>

**Rámcové téma práce č. 7: Femtosekundové zdroje energetického záření vytvářené laserem**

**Typ práce:** VÚ

**Vedoucí práce:** Ing. J. Pšikal, Ph.D.<sup>11</sup>

**Kozultant(i):** Ing. V. Horný (ÚFP AV ČR)<sup>12</sup>, Ing. J. Nejdle, Ph.D. (FzÚ AV ČR)<sup>13</sup>

**Student:** Bc. Tomáš Kerepecký

**Abstrakt:** Při interakci vysoce intenzivního laserového impulsu s plynem dojde k vytvoření plazmové vlny šířící se ve směru laseru, na které se mohou urychlit elektrony na energie v řádu stovek MeV. Existuje hned několik mechanismů, jak rozkmitat takto vzniklý relativistický elektronový svazek v příčném směru a tím generovat krátký impuls záření v oblasti energií mezi keV a MeV. Pokud k oscilacím dochází v důsledku elektrického pole vzniklého přeskupením náboje v plazmatu vlivem budícího laserového pulzu, nazýváme tento zdroj plazmatickým betatronem. Vzniklý impuls má délku několika femtosekund a spojitě spektrum s energiemi až do 100keV. V případě rozptylu jiného laserového pulzu na elektronovém svazku dojde v důsledku relativistického Dopplerova posuvu k vytvoření kvazimonochromatického záření s energiemi až několika MeV. V tomto případě hovoříme o tzv. inverzním Comptonovském zdroji.

Práce bude převážně zaměřena na teoretické studium fyzikálních mechanismů uplatňujících se při vytváření výše zmíněných zdrojů a na počítačové simulace daných jevů.

---

<sup>11</sup><mailto:jan.psikal@fjfi.cvut.cz>

<sup>12</sup><mailto:horny@pals.cas.cz>

<sup>13</sup><mailto:nejdl@fzu.cz>

**Rámcové téma práce č. 8: Termodynamicky konzistentní interpolace tabelovaných stavových rovnic pro hydrodynamické výpočty**

**Typ práce:** BP

**Vedoucí práce:** Ing. P. Váchal, Ph.D.<sup>14</sup>

**Kozultant(i):** Ing. Milan Holec

**Student:** Michal Zeman

**Abstrakt:** Tématem je vyvinutí a implementace metody pro výpočet hodnot kompletní sady termodynamických veličin pomocí interpolace základních veličin daných diskrétními daty. Tento přístup je nutný v případě fyzikálně relevantních simulací, kde je stavová rovnice místo analytickými vztahy vyjádřena jako sada výsledků měření, a dále také vhodný pro urychlení výpočtu jako alternativa k řešení nelineárních rovnic. Použitím bikvintické Hermiteovy interpolace by měla být zajištěna mimo jiné termodynamická konzistence tlaku a vnitřní energie jako derivací Helmholtzovy volné energie.

Konkrétními cíli bakalářské práce jsou implementace metody do stávajících hydrodynamických kódů vyvíjených ve Skupině počítačové fyziky na KFE a důkladné otestování její přesnosti, rychlosti a konzistence na několika konkrétních modelech stavové rovnice.

---

<sup>14</sup><mailto:pavel.vachal@jfji.cvut.cz>



**Rámcové téma práce č. 9: Generace attosekundových pulzů pomocí intenzivního femtosekundového laseru**

**Typ práce:** BP

**Vedoucí práce:** Ing. J. Nejdle, Ph.D. (FzÚ AV ČR)<sup>15</sup>

**Kozultant(i):** doc. Ing. L. Pína, DrSc.<sup>16</sup>, Victoria Nefedova, MSc.

**Student:** Ondřej Finke

**Abstrakt:** Při interakci lineárně polarizovaného vysoce intenzivního laserového impulsu 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  $\mu\text{J}$  při délce impulsu pouhých desítek attosekund (10–17 s). To otevírá cestu k řadě 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.

---

<sup>15</sup><mailto:nejdl@fzu.cz>

<sup>16</sup><mailto:ladislav.pina@fjfi.cvut.cz>

**Rámcové téma práce č. 10: Rezonanční efekty ve fotonických a plazmonických nanostrukturách (pro senzorické aplikace)**

**Typ práce:** DP

**Vedoucí práce:** doc. Dr. Ing. I. Richter<sup>17</sup>

**Kozultant(i):**

**Student:** Bc. Jakub Lelek

**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.

---

<sup>17</sup><mailto:ivan.richter@fjfi.cvut.cz>

**Rámcové téma práce č. 11: Řízení růstu a vlastností diamantových krystalků v křemíkových mikrostrukturách Diamantové nanokry**

**Typ práce:** DP

**Vedoucí práce:** doc. RNDr. B. Rezek, PhD.

**Kozultant(i):** RNDr. J. Proška<sup>18</sup>

**Student:** Bc. Jan Fajt

**Abstrakt:** Diamantové nanokrystaly a nanočástice s příměsemi křemíku a dalších prvků představují aktuálně intenzivně zkoumaný materiál pro využití v optoelektronice, kvantové komunikaci i biomedicíně díky jejich unikátním optickým vlastnostem. Pro řadu těchto aplikací je podstatné řízení vlastností a prostorové rozmístění krystalků na podložce. Předmětem této práce je vytváření mikroskopických jamek v tenké vrstvě amorfního křemíku pomocí aplikace elektrického proudu v mikroskopu atomárních sil (AFM) a studium efektů na následnou depozici diamantových krystalků v mikrovlnném CVD reaktoru. Bude se studovat vliv tloušťky křemíkové vrstvy, velikosti proudu, doby expozice a dalších parametrů na velikost a kvalitu jamek. Bude se studovat vliv depozičních podmínek diamantu (teplota, ředění plynů, apod.) na dosažení optimální hustoty nukleace krystalků a jejich materiálové kvality včetně vytváření opticky aktivních Si-V center při depozici na křemíkové vrstvy a korelace křemíkových a diamantových struktury. Vzorky budou charakterizovány zejména metodami AFM, elektronové mikroskopie (SEM) a Ramanovské a fotoluminescenční mikro-spektroskopie.

---

<sup>18</sup><mailto:jan.proska@fjfi.cvut.cz>

**Rámcové téma práce č. 12: Elektronický řídicí obvod detektoru jednotlivých fotonů pro kosmické projekty**

**Typ práce:** RP, BP (VÚ)

**Vedoucí práce:** prof. Ing. I. Procházka, DrSc.<sup>19</sup>

**Kozultant(i):**

**Student:** Vojtěch Bílek, Jiří Holan

**Abstrakt:** Experimentálně zaměřená elektronická práce, návrh, konstrukce a testování řídicího obvodu detektoru jednotlivých fotonů. Práce s elektronickou a v menší míře i s optickou částí detektoru, práce s rychlými přeběhy signálů, širokým frekvenčním pásmem signálů, časovou stabilitou ve značném rozsahu teplot. Úpravy zapojení podle požadavků jednotlivých aplikací.

---

<sup>19</sup><mailto:ivan.prochazk@jfji.cvut.cz>

TÉMATA STUDENTSKÝCH PRACÍ PRO ŠKOLNÍ ROK 2015–16

**Rámcové téma práce č. 13: Laserový dálkoměr pro výzkum planet nebo asteroidů**

**Typ práce:** RP, BP (VÚ)

**Vedoucí práce:** prof. Ing. I. Procházka, DrSc.<sup>20</sup>

**Kozultant(i):**

**Student:** Goran Djurovi, Mark Murtazin

**Abstrakt:** Experimentálně zaměřená práce, testování komponentů laserového výškoměru pro kosmické projekty: mikrolaseru, detektoru jednotlivých fotonů, měřiče časových intervalů. Metody zpracování signálů, oddělování signálu od šumu.

---

<sup>20</sup><mailto:ivan.prochazk@fjfi.cvut.cz>

**Rámcové téma práce č. 14: Použití metody Monte Carlo k analýze chyb měření**

**Typ práce:** BP (VÚ)

**Vedoucí práce:** Ing. K. Větrovec (Geartec)

**Kozultant(i):** prof. Ing. I. Procházka, DrSc.<sup>21</sup>, Ing. J. Blažej, Ph.D.<sup>22</sup>

**Student:** Borek Najman

**Abstrakt:** Teoreticky zaměřená práce s úzkou vazbou na reálná měření při vzájemném odvalu přesných strojírenských součástí, zejména ozubených kol.

---

<sup>21</sup><mailto:ivan.prochazk@fjfi.cvut.cz>

<sup>22</sup><mailto:josef.blazej@fjfi.cvut.cz>

TÉMATA STUDENTSKÝCH PRACÍ PRO ŠKOLNÍ ROK 2015–16

**Rámcové téma práce č. 15:**

**Typ práce:** BP

**Vedoucí práce:** Ing. J. Pavel<sup>23</sup>

**Kozultant(i):**

**Student:** Pavel Camfrla

**Abstrakt:** Experimentální a softwarová práce, návrh a konstrukce vlastní 3D tiskárny za minimální náklady při splnění daných výsledných parametrů tisku.

---

<sup>23</sup><mailto:jaroslav.pavel@jfji.cvut.cz>