

TITULNÍ LIST PERIODICKÉ ZPRÁVY 2009 PROJEKTU LC528
Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy

LC528
CENTRUM LASEROVÉHO PLAZMATU

řešitel - koordinátor - **Ing. Karel Jungwirth, DrSc.**

.....
(podpis)

za příjemce - koordinátor - **Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i. (IČ: 68378271)**

ředitel
doc. Jan Řídký, CSc.

.....
(podpis, razítko)

Verze zprávy: **1** Zpracováno dne: **5.2.2010**

2. SKUTEČNOST ZA UPLYNULÉ OBDOBÍ - 2009

2.1. PROJEKTOVÝ TÝM A ŘEŠITELSKÉ TÝMY

2.1.1. PROJEKTOVÝ TÝM

IČ organizace 68378271
Obchodní jméno - název **Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.**
Zkratka názvu FZÚ AV ČR v.v.i.
Role organizace příjemce - koordinátor
Vazba na organizaci 68378271
Druh organizace Státní příspěvková organizace (zákon č. 219/2000 Sb.)

Adresa sídla, spojení na organizaci

- ulice, čp./č.or. Na Slovance 1999/ 2
- PSČ, obec 18221 Praha 8
- stát Česká republika
- telefon 2 6605 2121
- [http:// www.fzu.cz](http://www.fzu.cz)

Bankovní spojení

- DIČ CZ-68378271
- banka kód, název 0300 - Československá obchodní banka a.s.
- číslo účtu, sp.symbol 671996443,

Statutární zástupce

- titul před, jméno, příjmení, titul doc. Jan Řídký CSc.
- za
- funkce ředitel
- telefon 2 6605 2121
- mobil
- fax 2 8689 0509
- email fzu@fzu.cz

| | |
|------------------------|--|
| IČ organizace | 61389021 |
| Obchodní jméno - název | Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i. |
| Zkratka názvu | ÚFP AV ČR, v.v.i |
| Role organizace | příjemce |
| Vazba na organizaci | 61389021 |
| Druh organizace | Veřejná výzkumná instituce (zákon č. 341/2005 Sb., o veřejných výzkumných institucích) |

Adresa sídla, spojení na organizaci

- ulice, čp./č.or. Za Slovankou 1782/ 3
- PSČ, obec 18200 Praha 8
- stát Česká republika
- telefon 2 6605 2052
- [http:// www.ipp.cas.cz](http://www.ipp.cas.cz)

Bankovní spojení

- DIČ CZ-61389021
- banka kód, název 0300 - Československá obchodní banka a.s.
- číslo účtu, sp.symbol 101256398,

Statutární zástupce

- titul před, jméno, příjmení, titul prof. Ing. Dr. Pavel Chráska DrSc.
- za
- funkce ředitel
- telefon 2 6605 2052
- mobil
- fax 2 8658 6389
- email chraska@ipp.cas.cz

| | |
|------------------------|---|
| IČ organizace | 68407700 |
| Obchodní jméno - název | České vysoké učení technické v Praze |
| Zkratka názvu | ČVUT v Praze |
| Role organizace | příjemce |
| Vazba na organizaci | 68407700 |
| Druh organizace | Veřejná nebo státní vysoká škola (zákon č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (o vysokých školách)) |

Adresa sídla, spojení na organizaci

- ulice, čp./č.or. Zikova 4/
- PSČ, obec 16636 Praha 6
- stát Česká republika
- telefon 22435 1111
- [http:// www.cvut.cz/](http://www.cvut.cz/)

Bankovní spojení

- DIČ CZ68407700
- banka kód, název 0100 - KB Praha 1
- číslo účtu, sp.symbol 195373100277,

Statutární zástupce

- titul před, jméno, příjmení, titul prof. Ing. Václav Havlíček CSc.
 - za
 - funkce rektor
 - telefon 224352284
 - mobil
 - fax
 - email havlicek@cvut.cz
-

2.1.3. ZMĚNY V PROJEKTOVÉM A ŘEŠITELSKÝCH TÝMECH - rok 2009

| Pč. | Typ | Popis |
|-----|--|--|
| 1 | změny v projektovém týmu a řešitelských týmech | <p>Na ČVUT bylo Centrum posíleno v průběhu roku 2009 Ing. Pavlem Váchalem, PhD. a Ing. Ondřejem Slezákem a Ing. Michalem Nevřklou. Pracovníkem Centra naopak v roce 2009 přestal být Ing. M. Tamáš, který ale bude v Centru dále školen jako doktorand. Prof. Miroslava Vrbová přešla v průběhu roku 2009 plně z FJFI na FBMI a přestala být kmenovou pracovnící Centra. Do práce Centra se jako kmenový pracovník FJFI od září zapojil po svém návratu z postdoktorského pobytu v Los Alamos National Laboratory, USA, Ing. Milan Kuchařík, PhD. (absolvent doktorského studia v rámci Centra laserového plazmatu v roce 2006).</p> |
| 2 | změny v projektovém týmu a řešitelských týmech | <p>Ve FZÚ AV ČR, v.v.i., odešli z týmu Centra v průběhu roku 2009 pracovníci přijatí na původní dobu řešení projektu Mgr. Kristýna Sovová a Ing. Radek Sedlák. Nově byl přijat student magisterského programu Bc. Petr Kubelík.</p> <p>Olga Skálová a Bc. Michal Kamas, se kterými se původně počítalo až od roku 2010, se do práce Centra zapojili již v průběhu roku 2009.</p> <p>Pouze na přechodnou dobu pracoval v Centru mechanik Emil Vrátný.</p> <p>V mateřské dovolené pokračovala Ing. Gabriela Kocourková.</p> |
| 3 | změny v projektovém týmu a řešitelských týmech | <p>V ÚFP AV ČR, v.v.i., ukončili práci v Centru v průběhu roku 2009 Petr Maroušek a Ing. Michal Stránský.</p> <p>Ing. Jan Dostál obhájil v červnu 2009 doktorskou disertační práci a byl zařazen mezi pracovníky, jejichž mzdové náklady jsou hrazeny z dotace MŠMT.</p> |

2.2. ČASOVÝ POSTUP PRACÍ

Komentář k metodice a časovému postupu prací a průběhu aktivit za uplynulé období

Práce Centra laserového plazmatu v roce 2009 probíhaly podle zpřesněného plánu výzkumných aktivit standardním způsobem, bez komplikací a bez přerušení. K plánovaným 27 aktivitám přibýly navíc dvě další a všechny byly naplněny novými výsledky, jež jsou v tématickém řazení uvedeny a komentovány v kap. 4.1.2 této zprávy.

Jedním ze základních předpokladů úspěšné výzkumné práce Centra je jeho průběžně inovovaný a doplňovaný experimentální hardware, zahrnující jak výkonové laserové systémy pro výzkum laserového plazmatu, tak zařízení s kapilárními výboji a magnetickými pinči. Páteří experimentálního programu Centra zůstává terawattový jódový infračervený laser PALS s nadstavbou zinkového rentgenového laseru, pracující na vlnové délce 21,2 nm. Jeho možnosti do budoucna podstatně rozšiřuje přídatný Ti:safírový femtosekundový laser, na němž byl v průběhu roku 2009 uveden do rutinního provozu nový vysokorepeticivní zdroj pulzů koherentního rentgenového záření o vlnové délce ~30 nm, využívající principu generování vysokých harmonických frekvencí v plynové cele. Pro samostatné interakční experimenty s femtosekundovým laserem byla vybudována oddělená prostora, vybavená novými vakuovými komorami a dalšími zařízeními, pořízenými z prostředků Centra.

Druhým nezbytným předpokladem úspěšné činnosti Centra je rozsáhlá mezinárodní spolupráce jeho pracovišť i jednotlivců. Laboratoř PALS se od 1. března 2009 zapojila do nového tříletého integrovaného projektu LASERLAB II evropského konsorcia laserových laboratoří LASERLAB-EUROPE, jehož je od roku 2004 zakládajícím členem. Pracovníci Centra se aktivně podíleli na přípravných fázích projektů velkých evropských laserů HiPER (High Power laser facility for Energy Research) a ELI (Extreme Light Infrastructure), někteří jako koordinátoři jejich programových balíků. B. Rus a T. Mocek se svými spolupracovníky připravili a ve druhé polovině roku 2009 předložili návrhy dvou velkých projektů operačního programu VaVpl – projekt realizace evropského centra ELI-Beamlines - jednoho z hlavních pilířů realizace integrovaného konsorciálního projektu ELI-ERIC a projekt výstavby vývojového centra vysokorepeticivních výkonových laserů HiLASE. Kromě toho pracovníci Centra, včetně studentů a doktorandů, absolvovali řadu pracovních pobytů v partnerských výzkumných laboratořích a naopak zahraniční badatelé se zúčastnili prací v laboratořích Centra - většina z nich ve společné laboratoři PALS.

Výzkumné práce ve společné laboratoři PALS probíhaly obdobně jako v minulých letech podle podrobného harmonogramu, jímž se řídí přidělování experimentálního laserového času schváleným domácím a evropským projektům i nezbytná pravidelná údržba. Harmonogram sestavuje vedoucí laboratoře na základě požadavků domácích i zahraničních uživatelů a se zřetelem k optimálnímu využití laseru.

V roce 2009 v laboratoři PALS uskutečnilo vedle domácích experimentů celkem 6 mezinárodních uživatelských projektů v rámci společných výzkumných programů LASERLAB-EUROPE II a EURATOM. V únoru 2009 byl dokončen projekt „Generation and study of characteristics of highly charged, heavy ions emitted from different nanoparticle targets by intense laser interaction“ (vedoucí J. Wolowski, IPPLM Varšava). V srpnu a v září projekty „Measurements of ablation rates of plastic targets heated in the regime relevant to ICF (G. Tallents, University of York) a „Measurement of the magnetic fields in laser-ablation of solids“ (J. Davies, IST Lisabon). Říjen byl vyhrazen dvěma projektům spadajícím svou náplní do vědeckého programu přípravné fáze projektu HiPER-PP „Development of new spectrally resolved X-ray imaging technique for fusion plasmas“ (L. Gizzi, PChF-CNR, Pisa) a „Study of Laser-Plasma Coupling in a Regime relevant for Shock Ignition of Fusion Targets“ – 1. etapa (D. Batani, HiPER a Università di Milano Bicocca). V listopadu proběhla 1. fáze experimentu souvisejícího s výzkumem rychlého zapálení inerciální fúze „Highly efficient acceleration and collimation of high-density plasma for fusion-related applications“ (J. Badziak, IPPLM Varšava).

Většina experimentálního času laseru PALS byla vyhrazena domácím projektům. Skupina pracovníků Centra vedená M. Kozlovou (FZÚ) prováděla práce zaměřené na vývoj a využití rentgenových laserů, J. Limpouch (FJFI) se svými kolegy zkoumal interakci laserového záření se strukturovanými terči, skupina vedená J. Krásou (FZÚ) pokračovala ve studiu urychlování iontů v laserovém plazmatu, L. Juha (FZÚ) se svými spolupracovníky prováděl

experimenty s rentgenovou ablací a spolu se Sv. Civišem (ÚFCH-JH) studovali se svými studenty plazmochemické procesy v laserem iniciovaných jiskrových výbojích.

Slibně se v roce 2009 rozvíjely experimentální práce s novými femtosekundovými lasery. Na FJFI byla pro tento účel vyvinuta nová interferometrická diagnostika, na Ti:safírovém laseru v laboratoři PALS byla dokončena charakterizace nového harmonického zdroje rentgenového záření, dokončuje se vybavení pro interakční experimenty.

Interakční experimenty s nanosekundovými i femtosekundovými lasery mají významnou oporu v pracích realizovaných teoretiky Centra ve FZÚ a na FJFI. K. Rohlena a M. Mašek (oba FZÚ) studují zejména nelineární procesy v koróně laserového plazmatu, zatím co J. Limpouch (FJFI) se svými spolupracovníky se zaměřují na počítačové modelování interakce laserových pulzů s terčí v rozličných konfiguracích. Spolupráce Účast teoretiků je nezbytná pro správnou interpretaci experimentálních výsledků a pro experimentátory je cenným ukazatelem směru, kam mají napřít své úsilí. Proto Centrum v této oblasti spolupracuje i s teoretickými pracovníky ze zahraničních pracovišť, kteří působí např. ve Francii, Španělsku, Rusku a Japonsku.

Značného pokroku bylo dosaženo v oblasti experimentálního výzkumu kapilárních výbojů a magnetických pinčů jako zdrojů měkkého rentgenového záření. Kapilární argonový laser CAPEX, vyvíjený skupinou K. Kolářka v ÚFP, prokázal v roce 2009 svou připravenost sloužit praktickým aplikacím v oblasti rentgenové litografie, stejně jako obdobný komerční laser instalovaný na novém společném pracovišti FZÚ a ÚFCH-JH. Teoretické zázemí pro experimenty s kapilárními lasery poskytuje P. Vrba (ÚFP) a jeho kolegové na FJFI.

Rentgenové lasery Centra rozličných typů využíval L. Juha (FZÚ) se svými studenty pro studium interakce rentgenového záření s hmotou. Kromě toho se významně podíleli na experimentech s rentgenovými lasery na volných elektronech v zahraničí (např. na zařízení FLASH v DESY Hamburk).

Skupina pracovníků Centra na FEL ČVUT vedená P. Kubešem využívala svých unikátních aparatur pro k měření rentgenového a neutronového vyzářování horkého plazmatu na vlastním pinčovém zařízení PFZ i v rámci společných mezinárodních experimentů v laboratoři PALS. Kromě toho těžila z jedinečné příležitosti provádět experimenty na největších evropských zařízeních svého druhu – na plazmovém fokusu PF-1000 v IPPLM ve Varšavě a na pinčovém zařízení S-300 v Kurčatovově ústavu v Moskvě. Dlouhodobých pracovních pobytů se v únoru a listopadu 2009 zúčastnili též studenti a doktorandi Centra.

Výsledky všech výše uvedených prací Centra jsou podrobněji popsány v. kap. 4.1.2 a v příloze této zprávy „Publikace pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009“. Jsou doloženy celkem 161 vědeckými pracemi publikovanými v roce 2009, z toho 78 články v impaktovaných časopisech, z nichž byly oceněny další dva výběrem do US Virtual Journal of Ultrafast Science, čímž celkový počet takto oceněných prací Centra dosáhl počtu 14, a 83 referáty na mezinárodních konferencích.

Na všech aktivitách Centra se významně podíleli studenti, doktorandi a mladí vědečtí pracovníci, jejichž vědecká výchova patří k nejdůležitějším úkolům Centra laserového plazmatu. Dokládá to mj. 13 dokončených samostatných studentských a 2 doktorské práce v roce 2009. Celkem se prací Centra v roce 2009 účastnilo 24 doktorandů. Za celou dobu projektu bylo obhájeno 16 v Centru vypracovaných doktorských prací a další jsou chystány k obhajobě v roce 2010. Úplný přehled prací studentů a doktorandů Centra uvádíme jako každoročně v kap. 4.1.5. průběžné zprávy.

Řada mladých badatelů získala pracovní úvazek v Centru laserového plazmatu na dobu řešení projektu a díky dotaci MŠMT tak dostala šanci absolvovat kvalitní vědeckou přípravu. Protože kontinuita v přípravě rostoucího počtu mladých vědeckých pracovníků v oboru vývoje výkonových laserů a výzkumu laserového plazmatu je nezbytnou podmínkou úspěchu české účasti v evropských projektech LASERLAB-EUROPE, HiLASE, ELI a HiPER, považuje Centrum její zajištění v roce 2010 za svůj hlavní cíl. Pro příští rok by bylo optimálním přechodným opatřením prodloužení činnosti Centra ještě o další rok, přičemž v dalších letech počítáme s financováním provozu PALS jako velké výzkumné infrastruktury v ČR.

2.2.0. PŘEHLED DÍLČÍCH CÍLŮ SCHVÁLENÉ- SKUTEČNOST 2009

| | Číslo | Dílčí cíl podrobně | Datum plnění |
|--|-------|---|--------------------------|
| | 01 | <p>Dílčí cíl Laserové plazma</p> <p>Indikátory dosažení - výsledky dílčího cíle Realizovat interakční experimenty s laserovým plazmatem při různých intenzitách a fokusacích laserového svazku. S využitím nových laserových systémů s velmi krátkým pulzem postupně rozšiřovat obor dosažitelných intenzit záření. Numericky modelovat interakci ns i fs laserových svazků s terčí různých typů. Využít laserové plazma pro vědecké a technologické aplikace.</p> <p>Prostředky ověření - Forma zpracování a předání výsledku dílčího cíle</p> <p>Kritické poedpoklady dosažení dílčího cíle</p> | 1.1.2006 - 31.12.2009 |
| | 02 | <p>Dílčí cíl Vývoj a aplikace plazmových rentgenových laserů</p> <p>Indikátory dosažení - výsledky dílčího cíle Optimalizovat plazmový rentgenový laser s vlnovou délkou 21,2 nm a využít jej pro aplikační experimenty. Vytvořit nové typy plazmových rentgenových laserů</p> <p>Prostředky ověření - Forma zpracování a předání výsledku dílčího cíle</p> <p>Kritické poedpoklady dosažení dílčího cíle</p> | 1.1.2006 - 31.12.2009 |
| | 03 | <p>Dílčí cíl Rychlé kapilární výboje a magnetické pinče</p> <p>Indikátory dosažení - výsledky dílčího cíle Dokončit vývoj srážkově buzeného argonového laseru (46,7 nm) a využít jej pro praktické aplikace. Provést experimenty s dusíkovým kapilárním výbojem, jež vedou k realizaci laseru s vlnovou délkou 13.5 nm. Na základě experimentů a počítačových simulací optimalizovat výbojové kapilární systémy a magnetické pinče z hlediska jejich využití jako zdrojů záření.</p> <p>Prostředky ověření - Forma zpracování a předání výsledku dílčího cíle</p> <p>Kritické poedpoklady dosažení dílčího cíle</p> | 1.1.2006 - 31.12.2009 |
| | 04 | <p>Dílčí cíl Nové laserové systémy pro výzkum laserového plazmatu</p> <p>Indikátory dosažení - výsledky dílčího cíle Zprovoznění femtosekundového přídavného 25-TW laserového řetězce na Badatelském centru PALS. Aktivní účast na přípravných fázích evropských projektů HiPER a ELI.</p> <p>Prostředky ověření - Forma zpracování a předání výsledku dílčího cíle</p> <p>Kritické poedpoklady dosažení dílčího cíle</p> | 1.1.2009 - 31.12.2009 |

2.2.1. AKTIVITY USKUTEČNĚNÉ v roce 2009

Číslo aktivity

A09_01

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

Název (cíl)aktivity

Odborná a logistická podpora mezinárodních experimentů na laserovém systému PALS (vztahuje se ke všem dílčím cílům)

Zahájení aktivity

1.1.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Evropské mezinárodní projekty prováděné ve společné laboratoři PALS byly koordinovány výborem IFE CC (Inertial Fusion Energy Coordination Committee) Euratomu a koordinačním centrem projektu LASERLAB-CONT a LASERLAB-EUROPE II. V roce 2009 byl program laboratoře PALS rozšířen o experimenty prováděné v rámci přípravné fáze evropského projektu HiPER-PP. Na základě požadavků domácích i zahraničních experimentátorů pro ně pracovníci Centra v roce 2009 zajišťovali stejně jako v minulých letech komplexní technickou a odbornou podporu, od návrhu a přípravy potřebného experimentálního hardwaru, až po realizaci experimentálních kampaní a vyhodnocení a interpretaci výsledků. Přípravovali rovněž podrobné plány experimentů a zajišťovali průběh experimentálních kampaní i po logistické stránce.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Příprava a realizace mezinárodních uživatelských projektů

pals001385 - J. Wolowski: Generation and study of characteristics of highly charged, heavy ions emitted from different nanoparticle targets by intense laser interaction

pals001409 - J. Davies : Measurement of the magnetic in laser-ablation of solids (HiPER preferential access)

pals001411 - L. Gizzi: Development of new spectrally resolved X-ray imaging technique for fusion plasmas (HiPER preferential access)

pals001412 - G. Tallents: Measurements of ablation rates of plastic targets heated in the regime relevant to ICF

pals001513 - D. Batani: Study of Laser-Plasma Coupling in a Regime relevant for Shock Ignition of Fusion Targets

pals001514 -J. Badziak: Highly efficient acceleration and collimation of high-density plasma for fusion-related applications

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Zprávy o průběhu a výsledcích v laboratoři PALS prováděných mezinárodních experimentů, předkládané koordinačnímu centru projektu LASERLAB-EUROPE II v Berlíně, mezinárodnímu koordinačnímu výboru projektu HiPER-PP a koordinačnímu výboru IFE-CC aktivit v oblasti inerciální fúze Euratomu. Publikace výsledků společných experimentů formou odborných článků a konferenčních příspěvků.

Publikace výsledků společných experimentů formou odborných článků a konferenčních příspěvků - viz výsledky č. 1-4 v kapitole 4.1.2 této zprávy a k nim příslušné publikace citované v příloze Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009.

Číslo aktivity

A09_02

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

Název (cíl)aktivity

Odborná příprava mladých výzkumných pracovníků (vztahuje se ke všem dílčím cílům)

Zahájení aktivity

1.1.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Do řešení projektu byli v roce 2009 zapojeni studenti a doktorandi bakalářského, magisterského a doktorského studia. Výsledky výzkumu byly rovněž promítnuty do výuky studentů a doktorandů. Pracovníci Centra vedli studenty jako vedoucí jejich prací a podíleli na výuce v magisterském oboru Fyzika a technika termonukleární fúze na FJFI ČVUT. Působili rovněž jako školitelé a školitelé-specialisté v doktorském studiu Fyzika plazmatu FEL ČVUT a v doktorském studijním programu Aplikace přírodních věd na FJFI ČVUT. Ve FZÚ pokračovaly práce doktorandů P. Homéra, J. Hübnera, K. Jakubczaka a J. Chalupského. Na práci Centra se podíleli doktorandi PŘF UK M.Civiš, M. Ferus. Doktorandi M. Divoký a M. Smrž, pracující v laboratoři SOFIA ve FZÚ, složili v říjnu 2009 státní doktorskou zkoušku a pracují na svých doktorských pracích, ve studiu pokračoval doktorand O. Novák. Student J. Huynh obhájil v červnu 2009 diplomovou práci a v říjnu nastoupil doktorandské studium. Doktorand J. Dostál (pracovník ÚFP) obhájil v červnu 2009 doktorskou disertační práci. Na FJFI složil doktorand J. Pšikal státní doktorskou zkoušku a v prosinci obhájil doktorskou disertační práci, státní doktorskou zkoušku složil M. Tamáš. Dále byli v rámci tematiky Centra školeni na FJFI doktorandi M. Drahokoupil, J. Hübner, V. Picková, M. Martínková, O. Slezák, M. Nevrkla a L. Bednárík. Diplomovou práci obhájil J. Nejd, bakalářskou práci obhájilo 5 studentů a všichni pokračují v magisterském studiu na tématické v rámci Centra. Student magisterského studia O. Hort se ve školním roce 2009/10 připravuje v rámci programu ERASMUS na Univerzitě v Bordeaux v laboratoři CELIA, se kterou pracoviště Centra na FJFI úzce spolupracuje. Na FEL ČVUT byly řešeny doktorské práce K. Řezáče a E. Litsevy, 2 bakalářské práce O. Šíly a J. Cikhardta a diplomové práce P. Nováka, J. Hitschfela, J. Kořínka, L. Říhy a M. Filingerové. Úplný přehled témat doktorských a dalších prací řešených studenty zapojenými do práce Centra je uveden v kapitole 4.1.5 této zprávy.

Skutečné indikátory dosažení - výsledky aktivity

Dokončení konkrétních studentských prací v rámci bakalářského, magisterského a doktorského studia:

Obhájené bakalářské práce:

FJFI: J. Prokůpek, J. Velechovský, M. Holec, M. Šmíd (všichni FJFI), O. Šíla (FEL)

Obhájené diplomové práce: J. Huynh, J. Nejd (FJFI), K. Sovová (PŘF UK)

Práce ke státní doktorské zkoušce: M. Tamáš (FJFI).

Obhájené doktorské disertační práce: J. Pšikal, J. Dostál (oba FJFI)

Dokončené a odevzdané doktorské disertační práce: M. Kozlová (FEL)

Práce ke státní doktorské zkoušce: E. Litseva (FEL, listopad 2009)

Rozpracované doktorské disertační práce: K. Řezáč (FEL)

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Aktivní účast pracovníků Centra na výuce nového studijního zaměření Fyzika a technika termojaderného slučování na FJFI ČVUT. Dokončené studentské ročníkové, bakalářské, diplomové a doktorské práce. Spoluúčast studentů na publikačních výstupech Centra - viz seznam studentských prací [S1-S10] v příloze Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009 a kapitola 4.1.5 této zprávy.

Číslo aktivity

KP9_01

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

03 - Rychlé kapilární výboje a magnetické pinče...

Název (cíl)aktivity

Studium ionizačního stavu na konci předpulzu v dusíkem plněné kapiláře

Zahájení aktivity

1.1.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

V průběhu roku 2009 byla vyrobeno modelové zařízení, které simuluje reálné experimentální uspořádání (napouštění kapiláry plynem a čerpací uzlu). Modelové zařízení je složeno z křemenné trubice/kapiláry (vnitřní průměr 3 mm), která je opticky přístupná po celé její délce. Celé modelové zařízení bylo napojeno na čerpací stojan z reálného experimentu CAPEX. Na modelovém zařízení bylo provedeno spektroskopické měření ve spektrálním oboru od 360 nm do 660 nm. Spektroskopická radiální diagnostika byla provedena s pomocí spektrometru HR 320 (Jobin-Yvon).

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Spektroskopické měření bylo provedeno pro různé parametry předpulzu (amplituda 1 A-25 A, doba trvání 0,001 ms – 0,050 ms, počáteční tlak dusíku 20 Pa - 300 Pa). Byly pozorovány spektrální pásy molekulárního dusíku a také čára atomárního dusíku (NI 415,15 nm). Z naměřených výsledků vyplývá, že větší koncentrace atomárního dusíku ve výboji je pozorována pro nižší počáteční tlak dusíku v kapiláře. Pro podrobnější studium je potřeba rozšířit spektroskopické měření směrem ke kratším vlnovým délkám (Ocean Optics HR4000, 200 nm - 1100 nm).

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Poznatky získané při studiu ionizačního stavu v předpulzu v dusíkem plněné kapiláře budou prezentovány v roce 2010 (konferenční příspěvky).

Číslo aktivity

KP9_02

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

03 - Rychlé kapilární výboje a magnetické pinče...

Název (cíl)aktivity

Měření EUV spekter nově vybudovaného zdroje EUV záření na FJFI

Zahájení aktivity

1.1.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Experimentální verifikace vyzařování pinčujícího plazmatu v kapiláře plněné dusíkem proběhla na stávajícím zařízení na FJFI. Byly prováděny simulace plazmatu v ablativní polyacetalové kapiláře plněné dusíkem vedoucí k optimalizaci parametru kapiláry i obvodu. Dále byl vyvíjen nový repetiční systém s kapilárním výbojem. Byla měřena spektra EUV záření kapilárního výboje. Ve spolupráci s Plasma and Pulse Power Laboratory na katedře fyziky Technionu v Haife, Izrael, byla provedena měření parametrů impulsního proudového generátoru s reálnou minimální zátěží (75kA/60ns) a byl simulován proud při její náhradě kapilárou plněnou plynem. Byly prováděny experimenty s fokusací a detekcí EUV záření z laserového plazmatu v Ar gas-puff zdroji v Institutu Optiky a Elektroniky WAT ve Varšavě. Byly studovány vlastnosti scintilátorů pro zobrazovací diagnostiku v EUV oblasti záření.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Experimentálně byla identifikována mimořádně silná spektrální čára s vlnovou délkou 2.88 nm, vyzařovaná heliumpodobným iontem dusíku. Byly nalezeny optimální parametry obvodu pro kapilární výboj v dusíku a obvod byl realizován. Byl ověřen Metody fokuzaci EUV záření a byla prokázána vhodnost scintilátorů pro zobrazovací diagnostiku v EUV oblasti záření.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Výsledky byly publikovány na mezinárodních konferencích a v 1 článku v českém časopise, další výsledky se připravují k publikaci. Podrobněji viz výsledek č. 12, kapitola 4.1.2, a publikace [71] a [D66-D70] citované v příloze zprávy Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009.

Číslo aktivity

KP9_03

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

03 - Rychlé kapilární výboje a magnetické pinče...

Název (cíl)aktivity

Návrh nekoherentního zdroje záření v oblasti vodního okna

Zahájení aktivity

1.1.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Byl navržen zdroj intenzivního nekoherentního záření v oblasti vodního okna (vlnové délky 2 - 4 nm), využívající rychlý nerovnovážený kapilární výboj v dusíku. Výpočtem pomocí dvourozměrného kódu ZSTAR (Z*engine) byly nalezeny optimální hodnoty amplitudy proudového impulsu a rozměru aluminové kapiláry z hlediska dosažení co největší elektronové teploty a dostatečné hustoty elektronů při odpovídajícím stupni ionizace. V optimálním režimu lze udržet 5x ionizované heliu podobné ionty dusíku po dobu až 100 ns, prakticky v celém objemu kapiláry. Nejintenzivnější spektrální čára s vlnovou délkou 2,878 nm odpovídá přechodu 1s2 – 1s2p. Tato fakta byla potvrzena experimentálně i výpočtem pomocí kódů FLY a FLYSPEC.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledek aktivity

Byla provedena optimalizace výbojového systému v závislosti na počátečním molekulárním tlaku dusíku. Rovněž byly porovnány spočtené časové údaje pro maximální hodnotu amplitudy záření s experimentálně naměřenými časovými údaji pro pinč. Doposud nebyla provedena optimalizace výbojového systému s hlediska vhodného objemu kapiláry (pro různé délky a poloměry kapiláry). Předpokládá se, že se zkracováním délky kapiláry v důsledku klesající indukčnosti bude možno dosáhnout stejných výsledků s nižšími maximálními hodnotami proudu. Rovněž tak bude odhadnuta hodnota absorpce záření v samotném sloupci plazmatu v závislosti na délce kapiláry.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Výsledky této aktivity jsou podrobněji popsány v kapitole 4.1.2. této zprávy, výsledek č. 12, – viz články a konferenční příspěvky na konferencích ICPIG 2009 a IET PPC, citované pod čísly [69,70] a [D64,D65] v příloze zprávy Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009.

Číslo aktivity

KP9_04

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

03 - Rychlé kapilární výboje a magnetické pinče...

Název (cíl)aktivity

Studium energetických částic a fúzních neutronů v magnetických pinčích

Zahájení aktivity

1.1.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Na aparatuře PF 1000 v IPPLM ve Varšavě byly realizovány 2 série měření fúzní DD reakce v únoru a v listopadu 2009 při proudech 1,2 MA a 1,9 MA. Bylo získáno 26 souborů po 16 obrázcích interferogramů spolu se signály rentgenového a neutronového záření. Výsledné obrázky ukazují na změny ve struktuře pinčového sloupce v době emise rentgenového a neutronového záření s časovým rozlišením 10-20 ns a prostorovým rozlišením 1 mm. Na aparatuře S-300 v KI v Moskvě byly úspěšně realizovány experimenty s plynným napouštěním deuteria při použití

10 scintilačních detektorů a dalších rentgenových a vizualizačních diagnostik. Byla získána časová korelace signálů napětí a proudové derivace s rentgenovým a neutronovým zářením. Při každém výstřelu byl rovněž měřen celkový neutronový zisk dvěma nezávislými způsoby: aktivačním detektorem india a TLD detektory umístěnými v Bonerově kouli. Na aparatuře FEL byla proměřována konfigurace pinčované struktury interferometrickou a šlírovou metodou. Obrázky prokázaly existenci kompaktní struktury podobné horké a husté struktuře na čele sloupce plazmového fokusu. Na laserovém systému PALS bylo ve 3 projektech měřeno rentgenové záření klíčovanou MCP kamerou současně s měřením rentgenového záření a elektronů.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Na aparatuře PF-1000 v IPPLM Varšava byly stanoveny 3 různé fáze generace tvrdého rentgenového a neutronového záření, na počátku stagnace, při vývoji nestabilit a v době vyprázdnění centrální oblasti stagnační fáze. Na aparatuře S-300 v Kurčatovově institutu byly dosaženy neutronové zisky v rozmezí od 1010 do 1011. Byly zjištěny 2 fáze generace tvrdého rentgenového záření a neutronů. Registrované signály ukázaly překvapivě malou anizotropii neutronového záření. V některých výbojích byla po několika desítek ns registrována hustá a zářící struktura podobná zdroji fúzních reakcí u plazmového fokusu. Tato struktura vznikala, na rozdíl od plazmového fokusu, vyvržením plazmatu ze dvou implodujících částí, vstříčných jetů, nejprve u katody a později u anody. Analogický jev byl zjištěn i u pražské aparatury PFZ, kdy jet u druhé elektrody byl vytvořen antianodou.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Články ve vědeckých časopisech a příspěvky na mezinárodních konferencích. Podrobněji viz výsledek č. 14, kapitola 4.1.2, a publikace [73-78] a [D78-D83] citované v příloze zprávy Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009.

Číslo aktivity

KP9_05

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

03 - Rychlé kapilární výboje a magnetické pinče...

Název (cíl)aktivity

Vývoj modelů a simulačních metod pro plazma s vysokou hustotou energie v magnetických polích

Zahájení aktivity

1.1.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Byly porovnávány a diskutovány modely urychlení elektronů a deuteronů na energie stovek kiloelektronvoltů na základě získaných experimentálních údajů o hustotách plazmatu a energiích registrovaných neutronů. Ze známého poloměru plazmového sloupce a protékajícího proudu bylo možné určovat intenzity magnetických polí a ovlivnění dráhy rychlých elektronů, deuteronů a fúzních protonů těmito poli. Byly provedeny simulace popisu dvousvazkové nestability v podmínkách plazmového fokusu. Bylo rovněž možné určovat vliv coulombovské interakce na pohyb rychlých částic hustými oblastmi plazmatu, kde dochází k fúzním reakcím, a kvantifikoval tak jejich zahřátí. Dále byly odhadovány počty zpomalených a odchýlených neutronů, jednak simulacemi, jednak analytickými metodami.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Ukazuje se, že nejčastěji zmiňovaný model adiabatického zahřátí při vývoji $m=0$ nestability se nemůže uplatnit z důvodu nízké pozorované teploty plazmatu. Rovněž použití modelu anomální rezistivity je omezeno podmínkou nízké teploty plazmatu. Nejvhodnějším modelem umožňujícím urychlení částic je rychlá rekonexce siločar s opačnou orientací siločar. Vysvětlí nízké koncentrace plazmatu v centrálních oblastech přítomností spontánně generovaných magnetických polí a proudů .

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Výsledky této aktivity jsou popsány v odborných publikacích a konferenčních příspěvcích uvedených v kapitole 4.1.2. této zprávy, výsledek č.14, a citovaných pod čísly [74] a [D79] v příloze Seznam publikací pracovníků

Číslo aktivity

LP9_01

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

01 - Laserové plazma...

Název (cíl)aktivity

Laserové generování vysoce nabitých rychlých těžkých iontů a rychlých protonů v oblasti MeV – GeV energií

Zahájení aktivity

5.1.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

V roce 2009 pokračovalo systematické experimentální studium nelineárních mechanismů generace a akcelerace jak vysoce nabitých těžkých iontů, tak i zcela ionizovaného uhlíku doprovázených emisí protonů s energií nad 1 MeV, a to díky nelineární interakci infračerveného 300 ps dlouhého pulsu jódového laseru s vytvářeným plazmatem. Průběh této interakce byl ovlivňován změnou polohy minimálního fokusu laserového svazku vzhledem k povrchu terčiku při konstantní energii laserového pulsu. Byl sledován i vliv těchto nelinearit na strukturu výtrysků iontů a na velikost hustoty proudů iontů emitovaných proti směru dopadajícího laserového svazku. Pro charakterizaci laserem generovaného plazmatu (nabitých částic i rtg.zářením) byl použit diamantový detektor, speciální rychlé polovodičové fotodiody, termoluminiscenční detektory a prováděna numerická dekonvoluce naměřených kolektorových (IC) signálů.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Pomocí nové diagnostické metody bylo prokázáno, že protony, které jsou generovány z nečistot chemisorbovaných na povrchu terčů, mohou být urychleny nelineárními procesy v plazmatu až na energie dosahující 2 MeV. To lze považovat za mimořádný výsledek získaný pomocí základní harmonické frekvence jódového laseru. Kromě toho bylo dosaženo mimořádně vysokých hustot proudu uhlíkových iontů, které po přepočtu na vzdálenost jednoho metru od grafitového terče, dosáhly hodnoty 2 A/cm^2 . Rovněž i v tomto případě, kdy intenzita svazku byla vyšší než 10^{14} W/cm^2 , byly pozorovány výtrysky iontů, jejichž vznik souvisí s nelineární interakcí laserového svazku s plazmatem, která vede k samofokusaci svazku ve srážkovém plazmatu.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Publikace získaných výsledků formou odborných časopiseckých článků a konferenčních příspěvků na konferencích 13th ICIS Conference on Ion Sources, 7th International Symposium on Applied Plasma Science a PPLA-09 – podrobněji viz výsledek č. 1, kapitola 4.1.2 této zprávy, a publikace [1-16] a [D1,D2] v příloze Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009.

Číslo aktivity

LP9_02

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

01 - Laserové plazma...

Název (cíl)aktivity

Výzkum laserové ablace a tvorby plazmových jetů

Zahájení aktivity

1.3.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Nová metoda laserového generování plazmových jetů vyvinutá a realizovaná v laboratoři PALS umožňuje

generovat velmi husté a stabilní plazmové jety při relativně malých energiích laserového paprsku řádu 100 J. Tím přestal být výzkum generování a interakce laserových jetů doménou mnohasvazkových superlaserů typu japonského GEKKO12, nebo NOVA či NIF v USA. V laboratoři PALS byla uskutečněna řada unikátních systematických experimentů, zaměřených na optimalizaci plazmových jetů v závislosti na parametrech laserového paprsku, materiálu a ozařovací geometrii terče. Optimalizované plazmové jety byly využity v astrofyzikálně motivovaných experimentech, ve kterých byla studována tvorba rázových vln při interakci jetů s okolním plynem. Součástí těchto prací byl výzkum interakce laserového paprsku s dutými terči. Jež vyústil v návrh nové velmi účinné metody urychlování makročásteček na energie řádu stovek km/s. Duté laserové terče s kapilárním otvorem ve tvaru válce nebo kužele se navíc ukázaly být účinným nástrojem pro transport zkoncentrované energie laseru do vzdálené interakční oblasti.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Byly dosaženo rekordních parametrů plazmových jetů vytvářených na pevném terčících laserovým svazkem na 1. i 3. harmonické frekvenci jódového laseru. Byly získány experimentální údaje dynamice plazmatu vytvářeného při interakci výkonového laserového svazku s dutými terči z různých materiálů a potvrzena možnost transportu a koncentrace energie laseru v cylindrických a kuželových transportních kanálech. Tyto výsledky jsou naším příspěvkem k výzkumu v nové oblasti laboratorní astrofyziky i k mezinárodnímu úsilí o nalezení účinných driverů pro tzv. rychlé zapálení (fast ignition) laserové inerciální fúze. Snesou nejpřísnější srovnání v celosvětovém kontextu, o čemž svědčí fakt, že z časopiseckých publikací výsledků získaných při výzkumu plazmových jetů v laboratoři PALS bylo již 12 publikací počteno výběrem pro US Virtual Journals of Ultrafast Science.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Publikace v impaktovaných vědeckých časopisech a na mezinárodních konferencích (36th EPS Conference on Plasma Physics, IFSA2009 - 6th Conf. on Inertial Fusion Sciences and Applications) - viz výsledek č. 2, kapitola 4.1.2 této zprávy, a publikace [17-26] a [D3-D8] v příloze Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009.

Číslo aktivity

LP9_03

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

01 - Laserové plazma...

Název (cíl)aktivity

Diagnostika laserového plazmatu

Zahájení aktivity

1.1.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

CVD diamantový detektor (CVD-DD), jehož základem byl krystal optické třídy dodaný firmou Element Six, byl připraven k testování kolegy z Ústavu jaderné fyziky PAN v Krakově. Detektor má sendvičovou strukturu a 30 nm tenké zlaté elektrody. Průměr jeho aktivní plochy je 3,5 mm. Základní vlastnosti detektoru byly vyhodnoceny ve spolupracujícím ústavu IFPiLM, Varšava s použitím α -částic emitovaných z 241Am zdroje. Jeho odezva na měkké rentgenové záření a energetické ionty byly testovány v laboratoři PALS. Kromě vývoje vlastního detektoru byl testován v laboratoři PALS jiný CVD-DD, jehož aktivní prvek detektorové třídy byl připraven pracovníky Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Università Tor Vergata, V. Politecnico 1, Řím. Ve druhém pololetí roku proběhly v laboratoři PALS ve spolupráci se skupinou laserového plazmatu z Istituto per i Processi Chimico-Fisici (IPCF), CNR, Pisa, testy nového typu rentgenové spektrálně zobrazovací kamery - senzoru Energy Encoded Pin-Hole Camera (EEPHC), určeného pro zaznamenávání rentgenového záření plazmatu v oboru energií 5-30 keV.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Se zřetelem na možné použití CVD diamantových detektorů byly porovnány jejich signály s odezvou iontového kolektoru, a to na měkké RTG záření a na ionty emitované z laserem generovaného plazmatu. Bylo shledáno, že

odezva CVD-DD se liší od odezvy iontového kolektoru. Jednou z příčin odlišnosti je i ta skutečnost, že odezva CVD-DD je úměrná energii detekovaných iontů, zatímco odezva iontových kolektorů je úměrná jejich proudu. Bylo ověřeno, že CVD-DD je citlivý na RTG záření v rozmezí 0,1 až 10 keV a že nereaguje na pomalé ionty. Je však mnohem citlivější na rychlé ionty než iontový kolektor.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Příspěvek na 4th Workshop on Plasma Production by Laser Ablation PPLA-09 a publikace [12-14, 42] citované v příloze Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009.

Číslo aktivity

LP9_04

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

01 - Laserové plazma...

Název (cíl)aktivity

Částicové modelování a teorie urychlování částic femtosekundovými laserovými pulsy

Zahájení aktivity

1.1.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Pokračovaly numerické simulace studující urychlování iontů v terčích s omezenou hmotou a možnost zvýšení účinnosti urychlování iontů v terčích s nanostrukturou na přední straně terče. V prvním případě jsme spolupracovali na modelování úspěšného experimentu v LULI, Ecole Polytechnique, Francie, ve druhém případě se podílíme na pokusu ověřit naši ideu v CEA Saclay, Francie. Byla studována interakce laserového svazku při velkých úhlech dopadu na terč, bylo zjištěno urychlování elektronů na velké energie podél povrchu terče a urychlování protonů na okraji terče. Náš 1D3V PIC kód byl zdokonalen zavedením tvarů makročástic s vysokým řádem přesnosti tak, aby byl potlačen numerický ohřev řádově lépe než v dosavadních PIC kódech. To umožnilo simulovat v rozsáhlé simulační oblasti (1,3 mm) po extrémně dlouhou dobu (30 ps) parametrické nestability při šíření laserového svazku rozvinutou korunou terčů pro inerciální fúzi.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Byla prokázána možnost zvýšení energie urychlených protonů a zvýšení účinnosti konverze laserové energie do urychlených protonů v terčích s omezenou hmotou. Interpretovali jsme experiment, ve kterém byl tento jev změřen při zmenšování plochy malých částí tenké folie. Bylo navrženo zvýšení účinnosti urychlování iontů pomocí nanostruktury na přední části folie, byl navržen a realizován způsob přípravy takové struktury a použit v experimentu v CEA Saclay. Významným příspěvkem ke studiu možnost zapálení inerciální fúze rázovou vlnou (SI -Shock Ignition) jsou naše studie parametrických nestabilit při šíření laserového svazků rozvinutou korunou terčů pro inerciální fúzi. Bylo poprvé ukázáno, že vzájemné ovlivňování SBS a SRS může umožnit dostatečnou účinnost absorpce laserového záření v módu vhodném pro generaci rázové vlny pro SI.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Byly publikovány 3 články v prestižních časopisech, 2 články byly zaslány k publikaci a 8 příspěvků bylo publikováno na mezinárodních konferencích. V rámci aktivity byla obhájena 1 doktorská disertační práce a jedna bakalářská práce. Podrobněji viz výsledek č. 6, kapitola 4.1.2. a publikace [50-54] a [D33-D40], citované v příloze zprávy Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009.

Číslo aktivity

LP9_05

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

01 - Laserové plazma...

Název (cíl)aktivity

Modelování generace tvrdého rentgenového záření při interakci laserového svazku s terčíkem

Zahájení aktivity

1.1.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Plné porozumění a optimalizace emise v rentgenové oblasti z plazmatu zformovaném po dopadu vysoce intenzivního laserového svazku na pevný terčík je v současnosti velmi zajímavé zejména v souvislosti s aplikacemi jako je časově rozlišená rentgenová difrakce. Na Univerzitě Duisburg-Essen byl v této souvislosti navržen a realizován experiment zkoumající závislost výtěžku K-alfa záření na gradientu koncentrace plazmové koróny a na úhlu dopadu laserového svazku. Z experimentálních dat je zřejmé, že výtěžek lze pro daný materiál terče a způsob jeho přípravy optimalizovat. Obecně lze říci, že pro strmý gradient elektronové koncentrace se dosáhne nejvyššího výtěžku při velkém úhlu dopadu laseru na terčík, zatímco pro expandované plazma, které můžeme očekávat při slabém kontrastu, získáme největší výtěžek pro téměř kolmé dopady.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Z výsledků simulací porovnaných s experimentálními výsledky je zřejmé, že nejvýznamnější absorpční mechanismus je v našem případě rezonanční (bezesrážková) absorpce. Podíl absorbované energie laserového pulzu z numerických simulací vykazuje kvalitativně stejné chování jako v případě experimentálních dat. Pro menší úhly dopadu se maximum K-alfa výtěžku posouvá směrem k nižším gradientům elektronové koncentrace. Abychom stanovili absolutní počet K-alfa fotonů používáme semiempirickou teorii popisující pravděpodobnost neelastické srážky svazku elektronů s daným energetickým rozdělením (vypočítaným metodou PIC) s atomy v pevné látce i případnou absorpci takto vzniklých fotonů. Takto získané závislosti K-alfa výtěžku na úhlu dopadu a na velikosti gradientu elektronové koncentrace jsou kvalitativně stejné pro použité materiály jako data získaná experimentálně. Pozice maxim výtěžku v závislosti na gradientu koncentrace je zhruba stejná jako v experimentu, což potvrzuje, že K-alfa výtěžek je silně předurčen efektivitou absorpce. Na druhé straně jsme nedostali kvalitativní souhlas absolutních hodnot výtěžku, což však může být způsobeno určitými geometrickými zjednodušeními použitými v modelu.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Výsledky byly publikovány v 3 článcích v mezinárodních vědeckých časopisech a na mezinárodních konferencích - viz výsledek č. 11, kapitola 4.1.2. a publikace [66-68] a [D63], citované v příloze zprávy Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009.

Číslo aktivity

LP9_06

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

01 - Laserové plazma...

Název (cíl)aktivity

Optická emisní spektroskopie plazmatu generovaného rentgenovými a dlouhovlnnými lasery na intenzitách 10^{16} W/cm²

Zahájení aktivity

1.7.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Na DESY v Hamburku jsme 13,5-nm svazek laseru na volných elektronech FLASH (Free-electron LASer in Hamburg) fokusovali ve dvou ozařovacích linkách (beamlines) BL2 (osazený eliptickým grazing incidence zrcadlem) a BL3 (osazený mimoosou parabolou) tak, že jsme dosáhli intenzit převyšujících 10^{12} W/cm² (BL2) a 10^{17} W/cm² (BL3) na povrchu pevného terče. V obou uspořádáních se nám podařilo naměřit emisní spektra plazmového výtrysku v UV a Vis spektrálním oboru. Vyšetřovali jsme emisi plazmových výtrysků ze široké škály

materiálů: Si, Al, Ti, Ta, Si₃N₄, BN, a-C/Si, Ni/Si, Cr/Si, Rh/Si, Ce:YAG, poly(methyl methakrylát) – PMMA, nerezová ocel, atp. – jak objemových vzorků, tak tenkých vrstev na masivních substrátech. Vzhledem k tomu, že optická emise byla výrazně silnější v mikrofokusu na BL3 ($I > 10^{17}$ W/cm²), prováděli jsme systematická OES studia v tomto uspořádání. Většina experimentů při velmi vysokých intenzitách řádu 10^{16} W/cm² a více proběhla na hliníku.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Ve srovnání s OE spektry plazmatu generovaného optickými lasery jsme s rentgenovým laserem pracujícím v oblasti měkkého rentgenového záření získali výrazně odlišný obraz. Při intenzitách v okolí 10^{13} W/cm² byly ve spektru pozorovány jen atomární linie. Nepodařilo se identifikovat žádnou čáru, kterou bychom mohli přiřadit atomárním iontům. Tento obraz se výrazně nezměnil ani v mikrofokusu, tedy při intenzitách převyšujících 10^{17} W/cm². OE spektrům opět dominovaly čáry atomů prvků terče. Začaly se však již objevovat slabé čáry málo nabitých atomárních iontů. Například ve spektru Al ozářeného 13,5-nm svazkem laseru FLASH na intenzitách 10^{17} W/cm² jsme zaregistrovali čáry iontů Al⁺ a Al²⁺. Poměr koncentrací Al/Al⁺ v plazmatu však převyšoval 100. Počítačová simulace těchto Al spekter, využívající kódu MARIA, nám poskytla hodnotu teploty v plazmatu ekvivalentní 0,8 eV. Plazma vytvořené silně fokusovaným zářením je tedy velmi husté, extrémně rychle rekombinující a na povrchu výtrysku relativně chladné.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Výsledky byly publikovány v mezinárodních odborných časopisech a prezentovány na konferencích. Podrobněji viz výsledek č. 3, kapitola 4.1.2 a publikace [27-35] a [D9-D20], citované v příloze zprávy Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009.

Číslo aktivity

LP9_07

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

01 - Laserové plazma...

Název (cíl)aktivity

Identifikace chirálních produktů laserových plazmochemických reakcí

Zahájení aktivity

1.5.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Chirální produkty laserových plazmochemických reakcí jsme sledovali především v tradičních, methanem bohatých směsích (Miller-Urey), transientních atmosférách s oxidem uhelnatým jako klíčovou složkou (Miyakawa-Miller) a dále v modelových soustavách, do nichž byla těkavá opticky aktivní složka dodána před či po laserovém plazmochemickém experimentu (využíváme jsme hlavně těkavých alkoholů a aminů). Kromě laserových jisker se v těchto soustavách provádějí pro srovnání i konvenční výbojové experimenty. Příprava soustav k ozáření je realizována na ÚFCH JH a HPLC, analýzy produktů probíhají na FZÚ a PŘF UK.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Sledovali jsme jednak nízkomolekulární, tranzientní H-C-N, H-C-O a konečně H-C-N-O prekurzory zájmových bioorganických sloučenin dále jsme se zaměřili na modelové těkavé chirální aminy a alkoholy. Podařilo se nám identifikovat parametry laserového-plazmochemického experimentu, které jsou důležité k maximalizaci výtěžku zájmových produktů a pak ty, které výrazně ovlivňují racemizační procesy. Techniky využívající stabilních izotopů, optické a infračervené emise dohasínajícího plazmatu, hmotově spektrometrické metody pracující při atmosférickém tlaku (SIFT) a tradiční spektroskopické a chromatografické postupy (FTIR, HPLC, GLC) nám pomohly získat informace o chemickém vývoji několika zájmových plynných soustav po spuštění laserové jiskry. Tak již můžeme u některých z nich navrhnout mechanismy tvorby chirálních produktů za daných podmínek.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Výsledky byly publikovány v mezinárodním vědeckém časopise a prezentovány na konferencích. Viz výsledek č.

Číslo aktivity

LP9_08

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

01 - Laserové plazma...

Název (cíl)aktivity

Hydrodynamické simulace interakce laserových pulzů s terči

Zahájení aktivity

1.1.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Pokračovali jsme ve vývoji kódu PALE (Prague Arbitrary Lagrangian Eulerian code). Bylo vylepšeno modelování absorpce laseru plazmatem. Vzniká úplně nová verze kódu napsaná v jazyce Fortran 90. Její modulárnost by měla zvýšit efektivitu použití kódu a umožnit jeho paralelizaci. Pokračovali jsme v rozvoji metody ALE. Kód PALE byl použit pro modelování interakce laserového pulsu s terčem z dvojité folie z hliníku a hořčíku a simulace jetů vytvářených laserem s anulárním (prstencovým) prostorovým profilem s minimem na ose svazku laseru a maximem na kružnici. Dále jsme studovali brždění iontů v plazmatu pro rychlé zapálení inerciální fúze.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Byly dosaženy nové poznatky v oblasti remapování v metodě ALE, jmenovitě použití metody typu FCT (Flux Corrected Transport) pro zachování monotonicity při remapování a vývoj nového typu remapování rychlosti se sníženou disipací. Byly dosaženy nové poznatky o interakci laserového plazmatu se stěnou z modelování dvojité folie. Simulace jetů vytvářených anulárním laserovým svazkem slouží k lepší interpretaci experimentů s jety. Kód PALE byl úspěšně použit pro modelování experimentů na laseru PALS. Byly zkoumány rozdělení absorbované energie iontů a bylo ukázáno, že ve většině případů nedochází ke vzniku Braggova píku.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Byl publikován 1 článek v prestižním časopise, 2 články jsou v tisku, 1 článek byl zaslán k publikaci a 5 příspěvků bylo publikováno na mezinárodních konferencích. Podrobněji viz výsledek č. 7, kapitola 4.1.2, a publikace [56-59] a [D41-D46], citované v příloze zprávy Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009.

Číslo aktivity

LP9_09

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

01 - Laserové plazma...

Název (cíl)aktivity

Experimentální studium interakce laserového záření se strukturovanými terči

Zahájení aktivity

1.1.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Účastnili jsme se experimentu zaměřeného na studium interakce multikilojoulového laserového svazku s pěnou o podkritické hustotě na 30-kJ laseru LIL v Le Barp ve Francii. Jeho hlavním cílem bylo vyhlazování nehomogenit ozáření terče ve vrstvě pěny. Podíleli jsme se rovněž na experimentech s vyhlazováním profilu intenzity laserového svazku v plynových jetech a na spektroskopickém studiu laserového plazmatu v laboratoři PALS. Účastníme se i příprav nového experimentu, který by měl být proveden v roce 2010 v ILE Osaka, Japonsko.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Bylo prokázáno rozšíření úhlového spektra laserového záření při průchodu laserového svazku plazmatem vytvořeným z pěny o nízké hustotě v důsledku mnohonásobného rozptylu na nehomogenitách způsobených porézni strukturou pěny a v důsledku dopředného stimulovaného Brillouinova rozptylu. Bylo prokázáno efektivní vyhlazení nehomogenit intenzity v laserovém svazku. V následném experimentu chceme prokázat potlačení Rayleighovy-Taylorovy nestability při urychlování fólie.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Výsledky byly publikovány v impaktovaných časopisech a na mezinárodních konferencích – viz výsledek č. 7, kapitola 4.1.2, a publikace [55] a [D47, D48], citované v příloze zprávy Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009.

Číslo aktivity

LP9_10

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

01 - Laserové plazma...

Název (cíl)aktivity

Interakční experimenty v laboratoři femtosekundového laseru na FJFI

Zahájení aktivity

1.1.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Byly provedeny teoretické simulace spekter EUV záření generovaného femtosekundovým laserem uvnitř kapiláry plněné plynem. Na základě simulací byl připraven experiment v laboratoři femtosekundového laseru na FJFI, která byla vybavena potřebnou diagnostikou. Probíhá sestavování experimentu a přípravná měření jednotlivých částí. Vlastní experiment, který byl plánován na prosinec 2009, nemohl být v tomto termínu pro poruchu na fs laseru uskutečněn. Část laseru byla odeslána k opravě a experiment bude uskutečněn ihned po jejím dokončení. Paralelně byly prováděny experimenty na femtosekundovém laseru v Koreji. Byla vyvinuta interferometrická diagnostika, která bude použitelná i na našem laseru, a byly získány experimentální zkušenosti s clusterovými terči pro interakci femtosekundových laserů.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Byla vyvinuta interferometrická diagnostika pro interakci femtosekundových terčů a byla demonstrována její výhodnost pro diagnostiku coulombovské exploze clusterů.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Výsledky byly prezentovány na mezinárodních konferencích a 2 články byly zaslány k publikaci. Viz též výsledek č.8 v kapitole 4.1.2, a publikace [60,61] a [D49-D53], citované v příloze zprávy této zprávy a příloha zprávy Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009.

Číslo aktivity

LP9_11

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

01 - Laserové plazma...

Název (cíl)aktivity

Studium lokální atomární struktury pomocí difúzního rozptylu rentgenového záření

Zahájení aktivity

1.1.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Pomocí difúzního rozptylu rentgenového záření bylo studováno lokální uspořádání atomů ve feromagnetických materiálech na synchrotronových zdrojích rentgenového záření ELETTRA v Terstu a ESRF v Grenoblu. Dále jsme pomocí difúzního rozptylu studovali změny lokální atomární struktury krystalů SrTiO₃, K₂SeO₄ a Ti₂SeO₄ v blízkosti fázového přechodu. Vzhledem k velkému objemu experimentálních dat (několik set GB) nebylo jejich zpracování ještě zcela ukončeno.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Poprvé byl změřen difúzní rozptyl rentgenového záření v krystalech Na_{1/2}Bi_{1/2}TiO₃ (NBT), PbMg_{1/3}Nb_{2/3}O₃ (PMN) a PbMg_{1/3}Ta_{2/3}O₃ (PMT) ve velké třírozměrné oblasti reciprokého prostoru. Krystaly NBT nevykazují žádná maxima v intenzitách difúzního rozptylu mimo body reciproké mříže a tudíž žádné lokální uspořádání atomů Na a Bi v krystalové mříži. Na druhé straně krystaly PMN a PMT mají velmi intenzivní maxima difúzního rozptylu v polohách ($h/2, k/2, l/2$), která svědčí o silném uspořádání atomů Mg a Nb v případě PMN a atomů Mg a Ta v případě PMT na krátkou vzdálenost. Při studiu fázových přechodů v krystalech bylo pozorováno, že ještě před dosažením teploty fázového přechodu se objevují lokální maxima difúzního rozptylu, která svědčí o lokálním uspořádání atomů na krátkou vzdálenost. Tato široká maxima difúzního rozptylu se po projití vzorku fázovým přechodem změni v ostré Braggovy difrakce, neboť dojde k novému uspořádání atomů v krystalové mříži i na dlouhou vzdálenost.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Zvaná přednáška na mezinárodní konferenci "SPIE Europe Optics & Optoelectronics 2009" (Praha, duben 2009), - poster na mezinárodní konferenci, "25th European Crystallography Meeting" (Istanbul, srpen 2009).

Číslo aktivity

LS9_01

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

04 - Nové laserové systémy pro výzkum laserového plazmatu...

Název (cíl)aktivity

Zesílení čirpovaného fs laserového pulzu

Zahájení aktivity

1.1.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Veškeré práce směřovaly k realizaci parametrického zesílení čirpovaného fs laserového pulsu Ti:safírového laseru ve dvoustupňovém OPCPA systému, kde se k optickému čerpání nelineárních krystalů používá 3. harmonická jódového laseru SOFIA. Pro dosažení co nejkvalitnějšího čerpacího svazku byly provedeny následné kroky: a) V rámci diplomové práce (J. Huynh, FJFI) byl proměřen profil jalového svazku optického parametrického oscilátoru MOPO-HF užívaného jako oscilátorový svazek systému SOFIA. Následně bylo provedeno několik modifikací MOPO-HF s cílem zlepšení struktury svazku po průřezu. V rámci diplomové práce byly dále proměřeny parametry vláknového oscilátoru s Pr³⁺ dopovaným vláknovým zesilovačem s ohledem na jeho využití v oscilátorové části jódového systému PALS nebo SOFIA. b) V rámci disertační práce (J. Dostál, FJFI) byla provedena simulace celého zesilovacího řetězce SOFIA v programovacím kódu GLAD. Byl proměřen profil 3. harmonické před vstupem do 1. nelineárního krystalu v optickém parametrickém zesilovači. c) Byl zrealizován náročný dvojný průchod posledním zesilovačem laserového systému SOFIA s cílem zlepšení struktury a vyšší intenzity 3. harmonické.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Na základě všech výše uvedených časově náročných akcí byl svazek 3. harmonické doveden do koncové podoby a s tímto svazkem nyní OPCPA experimenty probíhají. Za účasti doktorandů pokračoval vývoj nové techniky měření femtosekundových laserových pulzů, jehož vyústěním bude přihláška vynálezu, na níž se intenzivně během roku pracovalo. Pomocí měření podrobného průběhu elektrických polí femtosekundových laserových

pulsů byla nová diagnostika časových délek pulsů rozšířena i o jejich prostorové rozlišení. Byla dokončena rozsáhlá diagnostika pro parametricky zesílené pulzy se širokým spektrem, jejíž funkčnost je v současnosti ověřována v OPCPA experimentech na 1. nelineárním krystalu.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Publikace v mezinárodních recenzovaných časopisech a příspěvky na mezinárodních konferencích, uvedené ve výsledku č. 10, kapitola 4.1.2, a publikace [64,65] a [D61,D62] citované v příloze zprávy Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009.

Číslo aktivity

LS9_02

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

04 - Nové laserové systémy pro výzkum laserového plazmatu...

Název (cíl)aktivity

Využití SBS pro IFE

Zahájení aktivity

1.1.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Výzkum v rámci této aktivity byl zaměřen na potenciální využití SBS PCM pro automatické navádění laserových svazků na termonukleární terčiky injektované do terčové komory. Za tímto účelem byl navržen nový koncept zabudování konverzních krystalů přímo do trajektorie svazku v blízkosti terčové komory. Při průchodu počátečního svazku vzniklého odrazem slabého signálu od terčiku do kaskády zesilovačů je intenzita takového svazku hluboko pod prahem pro generaci na vyšší harmonickou. Naopak, na zpáteční cestě, po předchozím zesílení na cestě směrem k SBS PCM reflektoru a zpět, je již výsledná intenzita výrazně nadprahová a k potřebné konverzi dochází. Vzniklý rozdíl ve vlnových délkách umožňuje navrhnout specifické optické elementy zajišťující automatické navedení laserového svazku na injektovaný terčik, který se mezitím v terčové komoře nadále pohybuje vysokou rychlostí.

Skutečné indikátory dosažení - výsledky aktivity

Na základě našich návrhů byly provedeny společné ověřovací experimenty na pracovišti v Koreji (KAIST). K simulaci terčiku (doposud pouze stacionárního) byla použita ocelová kulička stejného průměru. V inovovaném koncepčním návrhu se podařilo využít pro nízkoenergetické i vysokoenergetické ozáření terčiku stejných vstupních oken na komoře. Výsledky experimentů potvrdily očekávání z koncepčního návrhu.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Výsledky byly publikovány v odborných časopisech a prezentovány na mezinárodních konferencích. Na uvedené problematice bude výzkum nadále pokračovat, neboť se jeví jako potenciálně velmi perspektivní. Navíc doposud neexistuje jiná funkční alternativa. Viz publikace citované ve výsledku č. 9, kap. 4.1.2, a práce [62,63] a [D54-D60] v příloze Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009.

Číslo aktivity

LS9_03

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

04 - Nové laserové systémy pro výzkum laserového plazmatu...

Název (cíl)aktivity

Kompaktní zdroj koherentního rentgenového záření

Zahájení aktivity

1.1.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Cílem této aktivity bylo vyvinout v Badatelské Centru PALS vysokorepetiční zdroj koherentního rentgenového záření pro praktické aplikace, který by byl komplementární k již existujícímu energetickému rentgenovému laseru na vlnové délce 21 nm, jehož nevýhodou je velmi nízká opakovací frekvence (1 výstřel za 30 min.). K realizaci tohoto alternativního rentgenového zdroje bylo využito metody založené na nelineárním procesu generace vysokých harmonických frekvencí Ti:safírového laseru (výstupní energie v pulsu 1.2 mJ, délka pulsu 40 fs, centrální vlnová délka 810 nm, opakovací frekvence 1 kHz) zprovozněného v BC PALS. Zdroj zahrnuje plynovou celu naplněnou konverzním mediem, typicky argonem. Byla provedena detailní optimalizace harmonického zdroje na vlnové délce 30 nm, s ohledem na klíčové experimentální parametry jako hustota plynu, délka cely, pozice ohniska čerpacího laseru, velikost svazku infračerveného laseru, chirp femtosekundového pulsu, a ohnisková délka použité fokusační optiky. Generovaný svazek je homogenní, symetrický, s divergencí 0.8 mrad, prostorově plně koherentní, laditelný ve vlnové délce, a poskytuje energii 0.6 nJ v jednom pulsu s opakovací frekvencí 1 kHz.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Byl vyvinut a experimentálně implementován kompaktní zdroj ultrakrátkých, koherentních rentgenových pulsů, jenž je založen na generaci vysokých harmonických frekvencí femtosekundových infračervených laserových pulsů z Ti:safírového laserového řetězce v Badatelském Centru PALS. Tato nová rentgenová „beamline“ je nyní v rutinním provozu pro potřeby domácí vědecké komunity. Dále byly provedeny společné experimenty se zahraničními partnery z KAIST (Korea) a GIST (Korea) na tato témata: generace vysokých harmonik na vlnové délce 21 nm v plynové trysce metodou dvoubarevného čerpání, povrchová modifikace organického polymeru PMMA duálními akcí XUV/Vis-NIR ultrakrátkých pulsů, účinné obrábění a nanostrukturování materiálů duálními akcí, zesilování energetického harmonického pulsu v plazmatickém zesilovači Ni-podobného Mo rentgenového laseru a metrologie multivrstvé rentgenové optiky.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

2 publikace v impaktovaných časopisech, 2 články k odeslání do recenzního řízení, 4 konferenční sborníky – publikace [34,35,37,38] a [D18-D21] citované v příloze zprávy příloha zprávy Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009. Podrobněji viz výsledek č. 4., kapitola 4.1.2, a.

Číslo aktivity

LS9_04

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

04 - Nové laserové systémy pro výzkum laserového plazmatu...

Název (cíl)aktivity

Spolupráce na projektu HiPER-PP

Zahájení aktivity

1.1.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Vývojové aktivity v rámci účasti na evropském projektu HiPER-Preparatory Phase spočívaly jednak v participaci na koncepčním studiu repetičních laserových zesilovačů s výstupní energií až 10 kJ, jednak ve studiu řešení repetičních interakčních systémů pro budoucí demonstrátor inerciální fúze buzené lasery. První z těchto aktivit byla předmětem Work Package 14 projektu HiPER-PP, druhá pak předmětem Work Package 15 tohoto projektu. Přepokládaná repetice studovaných systémů je v rozmezí 5-10 Hz. Konkrétní práce se soustředily na jednotlivé aspekty návrhu kryogenních laserových zesilovačů typu multi-slab, jmenovitě řešení transportu budícího záření poskytovaného laserovými diodami a dále studiu proudění chladícího kryogenního média (plynné He) při teplotě cca -100° C. Návrhové práce na těchto systémech jsou v obou případech předmětem spolupráce s Rutherford Appleton Laboratory. Dále byly v roce 2009 koncepčně studovány možnosti přesného měření trajektorie fúzního terče (target tracking), který je navržen pro injektování do interakční komory s rychlostí cca 500 m/s. Byly

identifikovány potenciální techniky schopné poskytnout přesnost řádově 10 mikrometrů, a to na bázi interferometrické laserové lokace a Dopplerovské anemometrie. Byly rovněž realizovány parametrické numerické simulace vlastních kmitů potenciální fúzní komory za použití metody konečných prvků.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Studované technologické aspekty navrhovaných systémů pro výkonové repetiční zesilovače a repetiční interakční systémy pro inerciální fúzi jsou součástí budoucí generace výkonových laserů a rovněž plánovaného demonstrátoru repetiční inerciální fúze buzené lasery. Uvedené systémy představují zásadní inovační přínos celému projektu HiPER-PP a úzce rozvíjejí spolupráci se zahraničními pracovišti, zejména s Rutherford Appleton Laboratory. Realizace výše uvedených aktivit umožnila zapojení Badatelského centra PALS do strategického evropského projektu vývoje technologií pro demonstrátor inerciální fúze buzené lasery.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Výroční zprávy Work Package 14 a 15 projektu HiPER-PP.

Číslo aktivity

LS9_05

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

04 - Nové laserové systémy pro výzkum laserového plazmatu...

Název (cíl)aktivity

Účast na evropském projektu ELI-PP

Zahájení aktivity

1.1.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

V roce 2009 byly navrženy varianty koncepce laserového řetězce budoucího výzkumného centra ELI. Tato aktivita probíhala v rámci projektu ELI-Preparatory Phase Work Package 7A (Lasery), který Fyzikální ústav AVČR, v.v.i., koordinuje, a dále v rámci WP7B (Sekundární zdroje) a WP7C (Návrh infrastruktury ELI). Vzhledem k výsledku mezinárodních jednání o struktuře centra ELI a schválenému umístění jeho podstatné části (ELI-Beamlines) do České republiky spočívalo těžiště prací v návrhu vícesvazkového repetičního laserového řetězce schopného poskytovat jednak svazky s kumulovanou energií minimálně 100 J v pulsech o délce 20-40 fs s repetiční frekvencí 10 Hz, jednak špičkový výkon desítek PW v ultrakrátkých pulsech o délce 10-20 fs s repetiční frekvencí <0,1 Hz. Navržený systém využívá několik pokročilých technologií. Počáteční pulsy jsou generovány v Ti:safírovém oscilátoru se šířkou pásma 300 nm (ekvivalentní délce pulsu 6 fs). Jako vysokorepetiční (100 Hz) "booster" předzesilovače pro zesílení pikosekundových pulsů je využito řetězce na bázi PFS (Petawatt Field Synthesizer - modifikovaná technika OPCPA), buzeného diodově čerpanými lasery na bázi tenkých disků (vývoj těchto čerpacích systémů probíhá na partnerském pracovišti MPQ Garching). Finální zesílení pulsů s repeticí 10 Hz probíhá v řetězci OPCPA buzeného diodově čerpanými lasery na bázi multi-diskových jednotek (tzv. multislabs). Laserové svazky poskytující špičkový výkon 10 PW jsou navrženy ve dvou variantách, a to jednak jako řetězec využívající parametrického zesílení (OPCPA), jednak jako řetězec na bázi víceprůchodových Ti:Safírových zesilovačů čerpací systém sestává v obou případech z laserů buzených výbojkami.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Navržený systém pro laboratoř ELI-Beamlines představuje absolutní světovou špičku v oboru generace ultrakrátkých laserových pulsů, a to jednak třídy PW s vysokou repetiční frekvencí, jednak třídy 10 PW. Jeho realizace poskytne generačně nový nástroj studia laserového plazmatu i případných aplikací. Vyvíjené repetiční lasery bezprostředně umožní v Badatelském Centru PALS realizaci kvalitativně nových diagnostických, justážních a aplikačních svazků synchronizovaných s kJ pulsy stávajícího jódového řetězce.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Výroční zprávy Workpackage 7A, 7B a 7C projektu ELI-Preparatory Phase. Návrh vícesvazkového repetičního laserového řetězce pro laboratoř ELI-Beamlines.

Číslo aktivity

LS9_06

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

04 - Nové laserové systémy pro výzkum laserového plazmatu...

Název (cíl)aktivity

Diagnostika generace, šíření a interakce svazku jódového laseru PALS

Zahájení aktivity

1.1.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Práce byly v roce 2009 zaměřeny na získávání přesnějších parametrů svazku PALS laseru, detailní popis šíření svazku v systému a detekci jeho změn. Cílem výzkumu bylo zpřesnit měření svazku v kritických místech laserového systému a umožnit sledování fluktuací parametrů svazku včetně identifikace původu poruch.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Byl navržen, sestaven a testován optický systém pro měření NFP/FFP na velkopřůměrových svazcích. Pro detekci, vizualizaci a měření 1315 nm laserového svazku byl nově navržen a vyvinut kompaktní, rušení odolný a zároveň nízkonákladový automatický měřicí systém. Uskutečnily se zásadní kroky k realizaci přímého měření profilu interakčního svazku v blízkém okolí fokusu. Byla zkompletována průběžná simulace šíření svazku PALS "front end-target", potvrzená získanými měřeními.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Výsledky simulací a měření byly použity pro korektní interpretaci interakčních experimentu. S použitím hydrodynamického kódu PALE získaná data interakčních profilů umožnila modelování a korektní interpretaci formování plazmových jetů z planárního terče.

Číslo aktivity

LS9_07

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

04 - Nové laserové systémy pro výzkum laserového plazmatu...

Název (cíl)aktivity

Simulace průchodu svazku laserovým systémem SOFIA určeným pro optické buzení nelineárních krystalů

Zahájení aktivity

1.1.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Byla provedena simulace průchodu laserového svazku optickým systémem SOFIA s využitím komerčního software GLAD 5, který byl vytvořen výhradně pro simulace a analýzy spojené s laserovými systémy. Úplná simulace průchodu laserového svazku řetězcem jódových zesilovačů zahrnuje zesílení při jednoduchém i dvojném průchodu, konverzi do 3.harmonické a šíření 1.větví parametrického zesilovače až na krystal LBO.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

V simulaci je zohledněn vliv všech optických prvků, které jsou v dráze svazku. Simulace dále zahrnuje šíření všech diagnostických svazků od jejich oddělení se od hlavního svazku na příslušných splitrech až do globální pozice odpovídající v reálu poloze diagnostického okna laserového systému SOFIA (LSS). Součástí simulace je i možnost implementace speciální clony se 4-mi otvory, která se na LSS používá za posledním jódovým zesilovačem A2 pro určení kolimace svazku. V příslušné části simulace tak lze sledovat závislost změny divergence výstupního svazku na vzájemné poloze čoček teleskopu 2:1, který je umístěn za zesilovačem A2.

Výchozím bodem simulace je výstupní puls z parametrického oscilátoru MOPO-HF, který je hlavním oscilátorem výkonové větve LSS. Koncovým bodem simulace je vstupní apertura nelineárního LBO krystalu, který je 1. stupněm parametrického zesilovače.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Výsledky aktivity jsou náplní doktorské disertační práce J. Dostála (ÚFP). Dílčí výsledky úplné simulace průchodu laserového svazku řetězcem jódových zesilovačů byly prezentovány v recenzovaném časopise - viz publikace [64] a [S2] citované v příloze zprávy Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009.

Číslo aktivity

RL9_01

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

02 - Vývoj a aplikace plazmových rentgenových laserů...

Název (cíl)aktivity

Měření 2D profilu hustoty lineárního plazmatu pro testování zesilovačů rentgenových laserů

Zahájení aktivity

1.4.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Měření profilu elektronové hustoty lineárního plazmatu je jedním ze základních úkolů aktivity „SFINX“ v rámci projektu 7. RP EU Laserlab II. Aktivita navazuje na výsledky získané v letech 2007 a 2008, v nichž byla experimentálně ověřena možnost generace příčně velmi homogenního plazmatu vhodného jako aktivní plazma ve schématu HHG injektor – zesilovač. Měření jsou prováděna na dvou pracovištích (PALS, ČR a LASERIX, FR), kde jsou k dispozici rentgenové lasery s různou délkou vlastního pulzu. Výsledky z obou měření se použijí jako benchmark data pro hydrodynamický kód ARWEN.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

K měření 2D profilu hustoty lineárního plazmatu byla vyvinuta na pracovišti PALS pokročilá metoda detekce gradientu elektronové hustoty založená na principu deflektrometrie. Zkoumané plazma se vytvořilo pomocí svazku IR laseru, který je lineárně fokusován na různé terče např. CH, Al, Ag. Pro každý typ terče byla zaznamenána časová série kdy sondovací svazek byl zpoždován oproti čerpacímu svazku. Vzhledem k velkým hustotám plazmatu je nutné jako sondování svazek zvolit RTG laser (vlnová délka 21,2nm).

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Publikace v mezinárodních recenzovaných časopisech, příspěvky na mezinárodních konferencích uvedené ve výsledku č. 4, kapitola 4.1.2, vit též publikace [39] a [D27,D29] citované v příloze zprávy příloha zprávy Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009 a report v rámci JRA aktivity „SFINX“ projektu 7.RP EU Laserlab II.

Číslo aktivity

RL9_02

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

02 - Vývoj a aplikace plazmových rentgenových laserů...

Název (cíl)aktivity

Generace warm dense matter rentgenovým laserem při intenzitách 10^{13} Wcm^{-2} a detailní studium radiačního transportu

Zahájení aktivity

1.4.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Tato aktivita navazuje na experimenty uskutečněné v předchozích dvou letech. V roce 2009 se podařilo dokončit novou motorizovanou vakuovou verzi držáku unikátní eliptické optiky, který umožňuje přesné nastavení a manipulaci s touto rentgenovou optikou. Pilotní experiment v tomto roce byl zaměřen na porovnání numerické simulace velikosti fokální stopy se skutečnou fokální stopou vytvořenou zinkovým rentgenovým laserem s vlnovou délkou 21.2nm. Velikost rentgenového zdroje je cca 0,1 mm a divergence svazku 3,5x5,5mrad. Eliptická optika využívající odrazu na principu klouzavého úhlu (grazing incidence), s odraznou vrstvou galvanicky nanoseného Au, má dvojnásobnou odrazivost oproti multivrstvé mimosové parabole. Získaná data jsou v současnosti podrobně analyzována, ale podle předběžných měření lze konstatovat, že intenzita RTG laseru ve fokusu dosáhla intenzity minimálně o řád vyšší než s byla intenzita dosažená s mimosou parabolou. V následující roce se předpokládá využít dosažené intenzity záření k experimentům typu warm dense matter ve spolupráci s LLNL (USA).

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Realizovaná a odzkoušená unikátní high-tech rentgenová optika typu grazing incidence pro generaci intenzit 10^{13} W/cm². První kvantitativní porovnání experimentálních a numerických dat absorpce měkkého rentgenového záření v hmotě s intenzitami do 10^{12} W/cm².

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Výsledky se v době kompletace této zprávy zpracovávají a budou publikovány v roce 2010.

Číslo aktivity

RL9_03

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

02 - Vývoj a aplikace plazmových rentgenových laserů...

Název (cíl)aktivity

Měření rychlosti ablace fúzních terčů a spontánních MG polí při interakci laser-plazma

Zahájení aktivity

1.4.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

V rámci přípravné fáze evropského projektu HiPER (fyzikální demonstrátor inerciální fúze pomocí laseru) se v Badatelském Centru PALS uskutečnily dva experimenty, které měly za cíl přispět k fyzikálnímu pochopení laserové inerciální fúze. První z nich, uskutečněný ve spolupráci s IST (Instituto Superior Técnico, Portugalsko), byl zaměřen na studium magnetického pole vzniklého při laserové interakci s pevným terčem. Na povrchu terče byl laserem vytvořen sloupec plazmatu, který byl sondován pomocí RTG laseru a třetí harmonické (438 nm) IR svazku. Zkoumané plazma se nacházelo v obdobném režimu, jaký má být použit pro kompresi terčů pro inerciální fúzi. Rentgenový sondovací svazek, který umožňuje zkoumat elektronové hustoty plazmatu přesahující hodnotu 10^{22} cm⁻³, sloužil jak ke stínografii laserového plazmatu, tak i k měření gradientu elektronové hustoty pomocí deflektometrie. Druhým experimentem byla první fáze projektu, jehož cílem je prozkoumat možnosti nového konceptu zažehnutí termojaderné fúze silnou rázovou vlnou. Nové schéma uvažuje adiabatické stlačení fúzního terče pomocí kompresního pulzu a následné zapálení fúzní reakce konvergentní rázovou vlnou. Z pohledu hydrodynamických simulací (CELIA, Francie) je účinnost tohoto schématu 4x vyšší než u schématu izobarické komprese (NIF, USA). Otázkou zůstává účinnost absorpce intenzivního laserového pulzu v plazmatu, která může být silně ovlivněna parametrickými nestabilitami.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Hodnoty magnetického pole v prvním experimentu byly měřeny pomocí Faradayovy rotace s využitím laserového svazku na třetí harmonické jódového laseru. Získaná data poslouží jako benchmarking pro hydrodynamické MH2D kódy. V první fázi druhého experimentu byl určen hustotní profil a teplota CH plazmatu. Získaná data budou vstupními parametry při návrhu druhé fáze projektu, ve které se bude měřit rychlost rázové vlny a pomocí

stimulovaného Brillouinova a Ramanova rozptylu se určí míra absorpce laserového pulzu.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Podrobněji viz výsledek č. 4 a publikace [39] a [D27] citované v příloze Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009.

Číslo aktivity

RL9_04

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

02 - Vývoj a aplikace plazmových rentgenových laserů...

Název (cíl)aktivity

Pilotní experiment úsporného režimu čerpání rentgenového laseru v režimu GRIP

Zahájení aktivity

1.3.2009

Ukončení aktivity

31.12.2009

Popis aktivity

Bylo provedeno první experimentální testování úsporného režimu čerpání rentgenových laserů technikou GRIP (GRazing Incidence Pumping) využívající ~300-ps pulsů systému PALS. První laserový impuls fokusovaný do čárového ohniska pomocí kombinace sférické a cylindrické čočky dopadal kolmo na kovový terčik, a vytvářel tak preplasma, do kterého byl pod klouzavým úhlem (kolem 15°) zaveden hlavní čerpací impuls fokusovaný parabolickým zrcadlem rovněž do čárového ohniska. Byly testovány Fe a Zn terče s cílem dosáhnout laserové akce na přechodu 3p-3s u neonu podobných iontů těchto prvků a Ag terče pro zkoumání zesílené spontánní emise na přechodu 4d-4p u niklu podobného iontu. Jako hlavní diagnostika byl použit flat-field spektrometr pro zjištění spektra záření ve směru plazmatického sloupce a rentgenová CCD kamera pro případné měření příčného intenzitního profilu svazku.

Skutečné Indikátory dosažení - výsledky aktivity

Byla sejmuta detailní spektra vyzařování plazmatu generovaného laserem na Fe a Zn terčích v okolí očekávaných laserových čar. Pravděpodobně v důsledku nízké absorpce dlouhého hlavního čerpacího impulsu v předplazmatu byly však laserové čáry příliš slabé, takže zatím nebyly ani u jednoho prvku ve spektrech identifikovány.

Skutečné prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Průběžná zpráva aktivity JRA „SFINX“ projektu 7.RP EU Laserlab II.

2.2.2. AKTIVITY NEUSKUTEČNĚNÉ v roce 2009

Číslo aktivity

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

Název (cíl)aktivity

Zahájení aktivity

Ukončení aktivity

Popis aktivity

Důvody, proč se aktivitu nepodařilo uskutečnit

2.3.NÁKLADY PROJEKTU - 2009

2.3.1. NÁKLADOVÉ TABULKY ZA JEDNOTLIVÉ SUBJEKTY

Rok 2009
Typ skutečné
Organizace Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.
Role organizace příjemce - koordinátor

| POLOŽKA UZNANÝCH NÁKLADŮ tis. Kč | Náklady skutečně vynaložené tis. Kč | z toho skutečně hrazené z účelové podpory tis. Kč |
|--|--|--|
| F1. - Osobní náklady nebo výdaje na zaměstnance, kteří se podílejí na řešení projektu a jim odpovídající povinné zákonné odvody a případné příděly do FKSP | 12448 | 2578 |
| F2. - Náklady nebo výdaje na pořízení hmotného a nehmotného majetku (investice, kapitálové) | 1167 | 500 |
| F3. - Náklady nebo výdaje na provoz a údržbu hmotného majetku používaného při řešení projektu | 942 | 942 |
| F4. - Další provozní náklady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu | 2597 | 1491 |
| F5. - Náklady nebo výdaje na služby využívané v přímé souvislosti s řešením projektu | 639 | 567 |
| F6. - Náklady nebo výdaje na zveřejnění výsledků projektu včetně nákladů nebo výdajů na zajištění práv k výsledkům výzkumu | 210 | 210 |
| F7. - Cestovní náhrady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu | 998 | 513 |
| F8. - Doplnkové (režijní) náklady nebo výdaje vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu, např. administrativní náklady, náklady na pomocný personál a infrastrukturu, energii a služby neuvedené výše | 1450 | 550 |
| F9. CELKEM | 20451 | 7350 |
| | PŘEVOD DO fondu tis. Kč | POUŽITÍ Z fondu tis. Kč |
| F0. - Zúčtování s Fondem účelově určených prostředků | 360 | 152 |

Rok 2009
 Typ skutečné
 Organizace Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i.
 Role organizace příjemce

| POLOŽKA UZNANÝCH NÁKLADŮ tis. Kč | Náklady skutečně vynaložené tis. Kč | z toho skutečně hrazené z účelové podpory tis. Kč |
|--|--|--|
| F1. - Osobní náklady nebo výdaje na zaměstnance, kteří se podílejí na řešení projektu a jim odpovídající povinné zákonné odvody a případné přiděly do FKSP | 5492 | 1500 |
| F2. - Náklady nebo výdaje na pořízení hmotného a nehmotného majetku (investice, kapitálové) | 867 | 400 |
| F3. - Náklady nebo výdaje na provoz a údržbu hmotného majetku používaného při řešení projektu | 3380 | 2536 |
| F4. - Další provozní náklady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu | 2892 | 1470 |
| F5. - Náklady nebo výdaje na služby využívané v přímé souvislosti s řešením projektu | 645 | 483 |
| F6. - Náklady nebo výdaje na zveřejnění výsledků projektu včetně nákladů nebo výdajů na zajištění práv k výsledkům výzkumu | 55 | 55 |
| F7. - Cestovní náhrady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu | 155 | 155 |
| F8. - Doplnkové (režijní) náklady nebo výdaje vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu, např. administrativní náklady, náklady na pomocný personál a infrastrukturu, energii a služby neuvedené výše | 1800 | 700 |
| F9. CELKEM | 15286 | 7299 |
| | PŘEVOD DO fondu tis. Kč | POUŽITÍ Z fondu tis. Kč |
| F0. - Zúčtování s Fondem účelově určených prostředků | 361 | 0 |

Rok 2009
 Typ skutečné
 Organizace České vysoké učení technické v Praze
 Role organizace příjemce

| POLOŽKA UZNANÝCH NÁKLADŮ tis. Kč | Náklady skutečně vynaložené tis. Kč | z toho skutečně hrazené z účelové podpory tis. Kč |
|--|--|--|
| F1. - Osobní náklady nebo výdaje na zaměstnance, kteří se podílejí na řešení projektu a jim odpovídající povinné zákonné odvody a případné přiděly do FKSP | 3649 | 2651 |
| F2. - Náklady nebo výdaje na pořízení hmotného a nehmotného majetku (investice, kapitálové) | 0 | 0 |
| F3. - Náklady nebo výdaje na provoz a údržbu hmotného majetku používaného při řešení projektu | 680 | 520 |
| F4. - Další provozní náklady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu | 1061 | 1010 |
| F5. - Náklady nebo výdaje na služby využívané v přímé souvislosti s řešením projektu | 57 | 57 |
| F6. - Náklady nebo výdaje na zveřejnění výsledků projektu včetně nákladů nebo výdajů na zajištění práv k výsledkům výzkumu | 0 | 0 |
| F7. - Cestovní náhrady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu | 345 | 345 |
| F8. - Doplnkové (režijní) náklady nebo výdaje vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu, např. administrativní náklady, náklady na pomocný personál a infrastrukturu, energii a služby neuvedené výše | 860 | 540 |
| F9. CELKEM | 6652 | 5123 |
| | PŘEVOD DO fondu tis. Kč | POUŽITÍ Z fondu tis. Kč |
| F0. - Zúčtování s Fondem účelově určených prostředků | 0 | 76 |

2.3.2. NÁKLADOVÁ TABULKA ZA PROJEKT

Rok 2009
 Typ skutečné
 PROJEKT LC528 - CELKEM

| POLOŽKA UZNANÝCH NÁKLADŮ tis. Kč | Náklady skutečně vynaložené tis. Kč | z toho skutečně hrazené z účelové podpory tis. Kč |
|--|--|--|
| F1. - Osobní náklady nebo výdaje na zaměstnance, kteří se podílejí na řešení projektu a jim odpovídající povinné zákonné odvody a případné přiděly do FKSP | 21589 | 6729 |
| F2. - Náklady nebo výdaje na pořízení hmotného a nehmotného majetku (investice, kapitálové) | 2034 | 900 |
| F3. - Náklady nebo výdaje na provoz a údržbu hmotného majetku používaného při řešení projektu | 5002 | 3998 |
| F4. - Další provozní náklady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu | 6550 | 3971 |
| F5. - Náklady nebo výdaje na služby využívané v přímé souvislosti s řešením projektu | 1341 | 1107 |
| F6. - Náklady nebo výdaje na zveřejnění výsledků projektu včetně nákladů nebo výdajů na zajištění práv k výsledkům výzkumu | 265 | 265 |
| F7. - Cestovní náhrady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu | 1498 | 1013 |
| F8. - Doplnkové (režijní) náklady nebo výdaje vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu, např. administrativní náklady, náklady na pomocný personál a infrastrukturu, energii a služby neuvedené výše | 4110 | 1790 |
| F9. CELKEM | 42389 | 19772 |
| | PŘEVOD DO fondu tis. Kč | POUŽITÍ Z fondu tis. Kč |
| F0. - Zúčtování s Fondem účelově určených prostředků | 721 | 228 |

2.3.3. ZDŮVODNĚNÍ ZMĚN V ČERPÁNÍ

Smlouvou o poskytnutí podpory na projekt výzkumu a vývoje LC 528, jejím dodatkem č. 1 ze dne 18.7.2005 a dodatkem č.3 ke smlouvě č.j. 15 397 / 2005-31 ze dne 14. 7. 2008 bylo určeno 8 závazných výdajových položek projektu pro rok 2009 v tomto pořadí :

E51 - Osobní náklady,

E52a - Náklady na odpisy, opravy a údržbu,

E52b –Náklady na pořízení hmotného a nehmotného majetku (investice kapitálové),

E53 - Další provozní náklady,

E54 - Cestovní náhrady,

E55 – Náklady na podporu mezinárodní spolupráce,

E56 - Náklady na zveřejnění výsledků a

E57 – Režijní náklady.

Takto byly výdaje plánovány a v roce 2009 v projektu čerpány a takto je také v této zprávě uvádíme.

Ve webové aplikaci "e-projekty" je pro zprávu za rok 2009 uvedeno jiné členění nákladů (např. kategorie „Podpora mezinárodní spolupráce“ je přejmenována na „Služby“). Toto nové členění nákladových položek a jejich obsahu ve webové aplikaci "e-projekty" nemá oporu ve Smlouvě o poskytnutí podpory na projekt výzkumu a vývoje LC 528 ani v jejích dodatcích, ani nebylo upraveno žádným dalším dodatkem ke zmíněné Smlouvě. Proto jsme se v kapitole 2.3. periodické zprávy za rok 2009 řídili původním členěním nákladových položek.

Souhrnně byly účelová podpora i celkové uznané náklady projektu v roce 2009 vyčerpány na 97,99%, z toho dotace na 96,48%, přičemž příjemci FZÚ a ÚFP převádějí zbylé prostředky dotace v celkové výši 721,306 tis. Kč do Fondu účelově určených prostředků pro rok 2010. Příjemce FZÚ navíc vyčerpal ještě 152 tis. Kč, převedených v roce 2008 do Fondu účelově určených prostředků. Příjemce ČVUT využil všechny plánované finanční prostředky – vlastní i dotaci - na 100 % a navíc čerpal ještě 76 tis. Kč, převedených v roce 2008 do Fondu účelově určených prostředků.

Osobní náklady

Celkové uznané osobní náklady (E51=F1) projektu byly v roce 2009 vyčerpány na 99,39 %. Ve FZÚ byla dotace osobních nákladů nedočerpána o 22 414 Kč a vlastní osobní náklady přečerpány o 255 Kč, v ÚFP byla dotace nedočerpána o 143 Kč a vlastní osobní náklady nedočerpány o 108 166 Kč (2,6%). Zbylé prostředky dotace osobních nákladů v celkové výši 22 557 Kč převádějí příjemci FZÚ a ÚFP do svých Fondů účelově určených prostředků pro rok 2010. Drobné odchylky v čerpání vlastních osobních nákladů byly u příjemců FZÚ a ÚFP vykompenzovány z věcných neinvestičních položek rozpočtu.

Na ČVUT byly vlastní osobní náklady vyčerpány na 100 %, osobní výdaje z dotace byly o 3 tis. Kč nižší oproti plánu. Došlo k tomu v důsledku slev na sociálním pojištění na pracovišti FEL.

Majetek

Celkové uznané náklady i účelová podpora na pořízení hmotného a nehmotného majetku (E52b=F2) v celkové výši 2 094 tis. Kč byly vyčerpány v přesném souladu s plánem.

Příjemce FZÚ využil investiční prostředky projektu v celkové výši 1 167 tis. Kč na částečnou úhradu plánovaného nákupu komponent zkušebního standu pro femtosekundové interakce v celkové pořizovací ceně 2 201,262 tis Kč (z toho bylo uhrazeno z dotace 500 tis. Kč).

Příjemce ÚFP použil investiční prostředky projektu ve výši 867 tis. Kč na částečnou úhradu plánovaného nákupu digitálního 12,5 GHz osciloskopu od firmy Tektronix v celkové pořizovací ceně 1 999,556 tis. Kč (z toho bylo z dotace uhrazeno 400 tis. Kč).

Příjemce ČVUT neměl v roce 2009 plánovány žádné investiční prostředky.

Věcné náklady

Celkové uznané plánované náklady projektu na provoz a údržbu hmotného majetku (E52a=F3) byly vyčerpány na 82,27 %, z toho vlastní náklady na 104,65 % a dotace na 78,07 %.

Naopak celkové uznané další provozní náklady (E53=F4) byly čerpány na 106,67 %, z toho vlastní náklady na 98,39 % a dotace na 112,84%.

Plánované cestovní náhrady (E54=F7) byly vyčerpány celkově z 85,60 %, z toho dotace z 91,62 %.

Celkové uznané náklady na podporu mezinárodní spolupráce (E55=F5) byly čerpány na 103,15 %, z toho dotace na 103,45 %.

Celkové uznané náklady na zveřejnění výsledků (E56=F6) v plánované výši 120 tis. Kč byly na rozdíl od minulých let zhruba dvojnásobně překročeny.

Odchytky od plánu čerpání věcných prostředků (vlastních i dotace) se v celkovém součtu i u jednotlivých příjemců vzájemně kompenzují. Zbývající prostředky dotace věcných nákladů v celkové výši 698,749 tis. Kč u příjemců FZÚ a ÚFP převedli tito příjemci do Fondu účelově určených prostředků pro rok 2010. Podrobněji jsou významnější odchytky od plánu čerpání věcných prostředků u jednotlivých příjemců zdůvodněny níže.

Doplňkové režijní náklady projektu byly celkově i na všech pracovištích jednotlivě vyčerpány na 100 %.

Změny nákladů u příjemce FZÚ

Příjemce FZÚ čerpal všechny výdaje projektu v dobrém souladu s plánem, pouze dotaci na provoz a údržbu (E52a=F3) vyčerpal v roce 2009 jen z 58,85 %. Část těchto prostředků použil na posílení rozpočtu dalších provozních nákladů projektu (90,554 tis. Kč), podpory mezinárodní spolupráce (E55=F5, 67,554 Kč), cestovních nákladů (12,746 Kč) a na zveřejnění výsledků (150,196 tis. Kč), zbytek v částce 337,609 tis. Kč převedl do Fondu účelově určených prostředků pro rok 2010. Výrazné zvýšení nákladů na zveřejnění výsledků bylo způsobeno zvýšenými výdaji spojenými s použitím moderních audiovizuálních prostředků.

Celkově čerpal příjemce FZÚ plánované vlastní náklady projektu na 98,90 % a dotaci na 97,59 %. Zbylé vlastní prostředky ve výši 146,079 Kč mu zůstávají k využití v roce 2010, Zbylé věcné prostředky dotace v celkové výši 360,023 tis. Kč, tj. 4.7 % dotace, převedl příjemce FZÚ do Fondu účelově určených prostředků pro rok 2010.

Změny nákladů u příjemce ÚFP

Příjemce ÚFP vložil v roce 2009 do projektu 100 %, plánovaných vlastních prostředků a dotaci vyčerpal na 95,28 %. K významnějším odchylkám v nákladech hrazených z dotace došlo v položce opravy a údržba (E52a=F3) a cestovní náhrady (E54=F7). Z plánovaných nákladů na opravy a údržbu bylo využito pouze 84,53%, neboť plánovaná oprava centrální chladicí jednotky v laboratoři PALS musela být z provozních důvodů odložena na rok 2010. Plánované prostředky dotace na úhradu cestovních nákladů byly využity pouze z 51,57 %, neboť se neuskutečnily některé původně plánované zahraniční cesty z obav z infekce prasečí chřipkou v cílových oblastech (Mexiko, Čína). Zbylé finanční prostředky z položky údržba a opravy byly převedeny do Fondu účelově určených prostředků pro rok 2010 (361,141 tis. Kč), menší část byla použita na posílení rozpočtu v položkách další provozní náklady (190,355 tis. Kč), mezinárodní spolupráce (52,660 tis. Kč) a zveřejnění výsledků (5,377 tis. Kč). Celkově převedl příjemce ÚFP do Fondu účelově určených nákladů (včetně 143 Kč osobních nákladů) 361,284 tis. Kč, tj 4,7 % dotace.

Změny nákladů u příjemce ČVUT

Celkově byly jak dotace, tak vlastní vklad příjemce ČVUT v roce 2009 čerpány v přesném souladu s plánem. Navíc bylo vyčerpáno 76 tis. Kč, převedených v roce 2008 do Fondu účelově určených prostředků. V čerpání jednotlivých věcných položek dotace došlo k malým odchylkám oproti plánu, jež se vzájemně vykompenzovaly. Vlastní vklad byl čerpán přesně. Čerpání dotace v položce provozní náklady (E53) bylo o 171 tis. Kč vyšší a naopak cestovní výdaje (E54) o 75 tis. Kč nižší proti plánu. Protože však bylo ještě čerpáno cestovné z FÚUP ve výši 76 tis. Kč, odpovídala vlastně celková částka vynaložená na cestovné velmi přesně původnímu plánu. Na obou pracovištích ČVUT bylo na zahraniční spolupráci vynaloženo 83 tis. Kč, ale v této položce jsou uvedeny jen náklady na pobyt zahraničních hostů, zatímco náklady na přípravu a provedení společných experimentů jsou zahrnuty v položce provozní náklady, která je naopak vyšší ve srovnání s plánem. Nebyly čerpány žádné prostředky na zveřejnění výsledků (E56), neboť článek v časopise Physics of Plasmas, na něj byly plánovány,

vyšel až v lednu 2010 a příslušný publikační poplatek bude tudíž zahrnut do účetnictví až v roce 2010.

2.3.4. NEVYUŽITÉ FINANČNÍ PROSTŘEDKY

Příjemce FZÚ AV ČR, v.v.i., nevyčerpal z prostředků dotace celkem 360,023 tis. Kč, z toho 22,414 tis. Kč osobních a 337,609 tis Kč věcných) a převedl je do Fondu účelově určených prostředků pro rok 2010.

Příjemce ÚFP nevyčerpal z účelově určených prostředků dotace celkem 361,284 tis. Kč (z toho 0,143 tis. Kč osobních a 361,141 tis. věcných) a převedl je do Fondu účelově určených prostředků pro rok 2010.

2.3.5. Seznam hmotného a nehmotného majetku pořízeného za sledované období

| | |
|------------------------------------|---|
| Pořadí | 1 |
| Název | Ultravakuový čerpací systém |
| Podíl užití majetku pro řešení v % | 100 |
| Pořizovací cena v tis. Kč | 580,006 |
| Uznaný náklad v tis. Kč | 255,2 |
| Uhrazeno z dotace v tis. Kč | 116 |
| Datum dodání | 1.10.2010 |
| Datum zprovoznění | 27.11.2009 |
| Dodavatel | Vakuum Praha, s.r.o. V Holešovičkách 747/2 180 00 Praha-Libeň |

| | |
|------------------------------------|---|
| Pořadí | 2 |
| Název | Turbomolekulární vývěva |
| Podíl užití majetku pro řešení v % | 100 |
| Pořizovací cena v tis. Kč | 390,32 |
| Uznaný náklad v tis. Kč | 202,9 |
| Uhrazeno z dotace v tis. Kč | 78 |
| Datum dodání | 1.10.2009 |
| Datum zprovoznění | 30.11.2009 |
| Dodavatel | Vakuum Praha, s.r.o. V Holešovičkách 747/2 180 00 Praha-Libeň |

| | |
|------------------------------------|---|
| Pořadí | 3 |
| Název | Vakuová předčerpávací jednotka |
| Podíl užití majetku pro řešení v % | 100 |
| Pořizovací cena v tis. Kč | 1549,936 |
| Uznaný náklad v tis. Kč | 81,5 |
| Uhrazeno z dotace v tis. Kč | 32 |
| Datum dodání | 1.10.2009 |
| Datum zprovoznění | 30.11.2009 |
| Dodavatel | Vakuum Praha, s.r.o. V Holešovičkách 747/2 180 00 Praha-Libeň |

| | |
|------------------------------------|---------------------------|
| Pořadí | 4 |
| Název | Vakuová interakční komora |
| Podíl užití majetku pro řešení v % | 100 |
| Pořizovací cena v tis. Kč | 1071 |
| Uznaný náklad v tis. Kč | 627,4 |

| | |
|-----------------------------|--|
| Uhrazeno z dotace v tis. Kč | 274 |
| Datum dodání | 1.11.2009 |
| Datum zprovoznění | 30.11.2009 |
| Dodavatel | DELONG INSTRUMENTS a.s. Palackého třída 153 b 612 00 Brno |

| | |
|------------------------------------|--|
| Pořadí | 5 |
| Název | DPO711254B 12,5 GHz Phosphor Scope Tektronix |
| Podíl užití majetku pro řešení v % | 100 |
| Pořizovací cena v tis. Kč | 1999,556 |
| Uznaný náklad v tis. Kč | 867 |
| Uhrazeno z dotace v tis. Kč | 400 |
| Datum dodání | |
| Datum zprovoznění | 28.2.2009 |
| Dodavatel | T&M Direct s.r.o. Technická 2, 166 27 Praha 6, |

3. ZÁMĚR A NÁVRHY PRO NÁSLEDUJÍCÍ OBDOBÍ - rok 2010

3.1. PROJEKTOVÝ TÝM A ŘEŠITELSKÉ TÝMY

3.1.1. PROJEKTOVÝ TÝM

| | |
|------------------------|---|
| IČ organizace | 68378271 |
| Obchodní jméno - název | Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i. |
| Zkratka názvu | FZÚ AV ČR v.v.i. |
| Role organizace | příjemce - koordinátor |
| Vazba na organizaci | 68378271 |
| Druh organizace | Státní příspěvková organizace (zákon č. 219/2000 Sb.) |

Adresa sídla, spojení na organizaci

- ulice, čp./č.or. Na Slovance 1999/ 2
- PSČ, obec 18221 Praha 8
- stát Česká republika
- telefon 2 6605 2121
- [http:// www.fzu.cz](http://www.fzu.cz)

Bankovní spojení

- DIČ CZ-68378271
- banka kód, název 0300 - Československá obchodní banka a.s.
- číslo účtu, sp.symbol 671996443,

Statutární zástupce

- titul před, jméno, příjmení, titul doc. Jan Řídký CSc.
- za
- funkce ředitel
- telefon 2 6605 2121
- mobil
- fax 2 8689 0509
- email fzu@fzu.cz

| | |
|------------------------|---|
| IČ organizace | 68407700 |
| Obchodní jméno - název | České vysoké učení technické v Praze |
| Zkratka názvu | ČVUT v Praze |
| Role organizace | příjemce |
| Vazba na organizaci | 68407700 |
| Druh organizace | Veřejná nebo státní vysoká škola (zákon č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (o vysokých školách)) |

Adresa sídla, spojení na organizaci

- ulice, čp./č.or. Zikova 1903/ 4
- PSČ, obec 16636 Praha 6
- stát Česká republika
- telefon 22435 1111
- [http:// www.cvut.cz/](http://www.cvut.cz/)

Bankovní spojení

- DIČ CZ68407700
- banka kód, název 0100 - KB Praha 1
- číslo účtu, sp.symbol 195373100277,

Statutární zástupce

- titul před, jméno, příjmení, titul prof. Ing. Václav Havlíček CSc.
za
- funkce rektor
- telefon 224352284
- mobil
- fax
- email havlicek@cvut.cz

| | |
|------------------------|--|
| IČ organizace | 61389021 |
| Obchodní jméno - název | Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i. |
| Zkratka názvu | ÚFP AV ČR, v.v.i |
| Role organizace | příjemce |
| Vazba na organizaci | 61389021 |
| Druh organizace | Veřejná výzkumná instituce (zákon č. 341/2005 Sb., o veřejných výzkumných institucích) |

Adresa sídla, spojení na organizaci

- ulice, čp./č.or. Za Slovankou 1782/ 3
- PSČ, obec 18200 Praha 8
- stát Česká republika
- telefon 2 6605 2052
- [http:// www.ipp.cas.cz](http://www.ipp.cas.cz)

Bankovní spojení

- DIČ CZ-61389021
- banka kód, název 0300 - Československá obchodní banka a.s.
- číslo účtu, sp.symbol 101256398,

Statutární zástupce

- titul před, jméno, příjmení, titul prof. Ing. Dr. Pavel Chráska DrSc.
 - za
 - funkce ředitel
 - telefon 2 6605 2052
 - mobil
 - fax 2 8658 6389
 - email chraska@ipp.cas.cz
-

3.1.3. ZMĚNY V PROJEKTOVÉM A ŘEŠITELSKÝCH TÝMECH - rok 2010

| Pč. | Typ | Popis |
|-----|--|--|
| 1 | návrhy změn v projektovém týmu a řešitelských týmech | Na FJFI ČVUT se navíc oproti plánům v žádosti o prodloužení projektu Centra budou účastnit řešení i Ing. Milan Kuchařík, PhD. a Ing. Michal Nevrkla, kteří se do práce Centra zapojili v průběhu roku 2009. |
| 2 | návrhy změn v projektovém týmu a řešitelských týmech | Ve FZÚ AV ČR v.v.i. nebudou oproti předpokladům, uvedeným v žádosti o prodloužení projektu na rok 2010, v Centru v roce 2010 pracovat Mgr. Kristýna Sovová a Ing. Radek Sedlář. Naopak přibude Bc. Petr Kubelík, jenž se do práce Centra zapojil již v roce 2009. |
| 3 | návrhy změn v projektovém týmu a řešitelských týmech | V ÚFP AV ČR, v.v.i., očekáváme pouze změny uvedené v žádosti o prodloužení projektu, které již byly do plánu na rok 2010 zahrnuty. |
| 4 | návrhy změn v projektovém týmu a řešitelských týmech | Změna statutárního zástupce u příjemce ÚFP: Od. 1.2.2010 je ředitelem Ústavu fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i., Ing. Petr Křenek, CSc. |

3.2. ČASOVÝ POSTUP PRACÍ - rok 2010

3.2.0. PŘEHLED DÍLČÍCH CÍLŮ PLÁNOVANÉ 2010

| Číslo | Dílčí cíl podrobně | Datum plnění |
|-------|--|------------------------|
| V001 | <p>Dílčí cíl V oblasti výzkumu laserového plazmatu realizovat výzkumné projekty podrobně specifikované jako plánované aktivity č. LP1001-LP1009, kap. 3.4. Realizovat vybrané experimentální projekty v rámci výzkumu koordinovaného konsorciem LASERLAB-EUROPE.</p> <p>Indikátory dosažení - výsledky dílčího cíle Očekávané dílčí výsledky jsou podrobně popsány v kap. 3.4, aktivity č. LP1001-LP1009.</p> <p>Prostředky ověření - Forma zpracování a předání výsledku dílčího cíle Publikace v mezinárodních recenzovaných časopisech a příspěvky na mezinárodních konferencích. Podrobněji viz kap. 3.4, aktivity č. LP1001-LP1009.</p> <p>Kritické poedpoklady dosažení dílčího cíle</p> | 1.1.2010 31.12.2010 |
| V002 | <p>Dílčí cíl V oblasti vývoje a výzkumu rtg laserů realizovat projekty zaměřené na vědecké a technologické aplikace plazmových rentgenových laserů čerpaných ns i fs laserovými impulsy, podrobně charakterizované v kapitole 3.4 jako aktivity č. RL1001-RL1004.</p> <p>Indikátory dosažení - výsledky dílčího cíle Očekávané dílčí výsledky jsou podrobně popsány v kap. 3.4, aktivity č. RL1001-RL1004.</p> <p>Prostředky ověření - Forma zpracování a předání výsledku dílčího cíle Publikace v mezinárodních recenzovaných časopisech a příspěvky na mezinárodních konferencích. Podrobněji viz kap. 3.4, aktivity č. RL1001-RL1004.</p> <p>Kritické poedpoklady dosažení dílčího cíle</p> | 1.1.2010 31.12.2010 |
| V003 | <p>Dílčí cíl V oblasti studia kapilárních výbojů a magnetických pinčů dokončit vývoj a zkoušky diagnostických systémů a numerických metod pro experimentální i teoretický výzkum pinčujícího plazmatu jako perspektivního zdroje záření, v souladu s aktivitami č. KP1001-KP</p> <p>Indikátory dosažení - výsledky dílčího cíle Očekávané dílčí výsledky jsou podrobně popsány v kap. 3.4, aktivity č. KP1001-KP1005.</p> <p>Prostředky ověření - Forma zpracování a předání výsledku dílčího cíle Publikace v mezinárodních recenzovaných časopisech a příspěvky na mezinárodních konferencích. Podrobněji viz kap. 3.4, aktivity č. KP1001-KP1005.</p> <p>Kritické poedpoklady dosažení dílčího cíle</p> | 1.1.2010 31.12.2010 |
| V004 | <p>Dílčí cíl Vyvíjet nové laserové systémy pro výzkum laserového plazmatu, testovat zařízení pro studium interakce laserového záření s hmotou v sub-ps oblasti. Realizovat vybrané projekty v rámci projektů HiPER-PP a ELI-PP. Viz aktivity č. LS1001-LS1005, kap. 3.4.</p> <p>Indikátory dosažení - výsledky dílčího cíle Očekávané dílčí výsledky jsou podrobně popsány v kap. 3.4, aktivity č. LS1001-LS1005.</p> <p>Prostředky ověření - Forma zpracování a předání výsledku dílčího cíle Publikace v mezinárodních recenzovaných časopisech a příspěvky na mezinárodních konferencích. Podrobněji viz kap. 3.4, aktivity č. LS1001-LS1005.</p> | 1.1.2010 31.12.2010 |

3.2.1. AKTIVITY PLÁNOVANÉ NA DALŠÍ OBDOBÍ - rok 2010

Číslo aktivity

A10_01

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**Název (cíl)aktivity**

Odborná a logistická podpora mezinárodních experimentů na laserovém systému PALS

Zahájení aktivity

1.2.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

Tato aktivita se vztahuje se k dílčím cílům V001 a V002. Výzkum laserového plazmatu vytvářeného fokusovaným paprskem terawattového jódového laseru a vývoj a aplikace plazmových rentgenových laserů prováděný v laserové laboratoři PALS je součástí integrovaného evropského výzkumu, koordinovaného jednak výborem IFE CC (Inertial Fusion Energy Coordination Committee) EURATOMu, jednak koordinacním centrem projektu LASERLAB-EUROPE, jenž v roce 2009 vstoupil do své další tříleté fáze (LASERLAB 2, 2009-2011). V rámci projektu LASERLAB 2 poskytuje laboratoř PALS evropským účastníkům vybraných experimentálních projektů přístup (Access) ke svým laserovým zařízením, účastní se společné výzkumné aktivity SFINX (Sources of Femtosecond Intense X-rays). Pro tyto společné mezinárodní experimenty budou pracovníci Centra v roce 2010, stejně jako v minulých letech, zajišťovat komplexní technickou a odbornou podporu, od návrhu a přípravy potřebného experimentálního hardwaru, až po realizaci experimentálních kampaní a vyhodnocení a interpretaci výsledků. Budou rovněž připravovat podrobné plány experimentů a zajišťovat průběh experimentálních kampaní i po logistické stránce. Garant: J. Ullschmied.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Příprava a realizace mezinárodních uživatelských experimentálních kampaní v rámci Keep-in-Touch aktivit Euratomu a evropského projektu LASERLAB 2. Z připravených vybraných projektů plánujeme v roce 2010 připravit a realizovat jednu experimentální kampaň pro EURATOM a nejméně tři pro LASERLAB 2.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Zpráva o průběhu a výsledcích mezinárodních experimentů prováděných v laboratoři PALS, předkládaná koordinacnímu centru projektu LASERLAB 2 v Berlíně (www.laserlab-europe.eu) a zpráva koordinacnímu výboru IFE-CC aktivit v oblasti inerciální fúze EURATOMu, na jejímž základě je zpracováván tzv. Watching Brief Report (viz např. <http://www.luli.polytechnique.fr/pages/IFE-KiT/watching2008.pdf>). Publikace výsledků společných experimentů formou odborných článků a konferenčních příspěvků.

Číslo aktivity

A10_02

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje**Název (cíl)aktivity**

Odborná příprava mladých výzkumných pracovníků

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

Tato aktivita se vztahuje se ke všem dílčím cílům. Do řešení projektu budou na všech pracovištích Centra i v roce 2010 zapojeni studenti a bakalářského, magisterského studia a doktorandi, výsledky výzkumu v Centru budou

promítnuty rovněž do jejich výuky. Pracovníci Centra povedou studenty jako školitelé-specialisti a budou se též podílet na výuce v magisterském oboru Fyzika a technika termonukleární fúze na FJFI ČVUT a doktorského studia Fyzika plazmatu FEL ČVUT. 7 doktorandů by mělo v roce 2010 předložit k obhajobě své doktorské práce, v práci v Centru bude v rámci svého doktorského studia pokračovat 11 doktorandů: M. Drahokoupil, M. Ferus, P. Homér, J. Hübner, K. Jakubczak, E. Litseva, M. Martínková, M. Nevrkla, V. Picková, O. Slezák a L. Vyšín. K 5 čerstvým doktorandům zapojeným do práce Centra v průběhu roku 2009 (M. Divoký, J. Huynh, P. Kubelík, M. Sawicka, M. Smrž) by měli v roce 2010 přibýt nejméně další 2 (T. Burian a P. Píra). Garanti: vedoucí studentských prací.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Dokončení konkrétních studentských prací v rámci bakalářského, magisterského a doktorského studia, jmenovitě dokončení a obhajoba doktorských prací Martina Civiše, Jaromíra Chalupského, Michaely Kozlové, Ondřeje Nováka, Jana Pšikala, Karla Řezáče a Martina Tamáše (podrobněji viz kap. 4.3).

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Aktivní účast pracovníků Centra na výuce nového studijního zaměření Fyzika a technika termojaderného slučování na FJFI ČVUT. Dokončené studentské ročníkové, bakalářské, diplomové a doktorské práce. Spoluúčast studentů na publikačních výstupech Centra.

Číslo aktivity

KP1001

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V003 - V oblasti studia kapilárních výbojů a magnetických pinčů dokončit vývoj a zkoušk...

Název (cíl)aktivity

Studium ablace materiálů fokusovaným zářením Ar⁸⁺ EUV laseru

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

Bude navrženo a zhotoveno multivrstvé ScSi fokusující zrcadlo pro vlnovou délku 46,88 nm a úhel dopadu ~3,5°. Toto zrcadlo bude umístěno v evakuovatelné interakční komoře tak, aby bylo možné jeho ovládání bez porušení vakua. Záření EUV laseru bude přivedeno tenkým evakuovaným potrubím do interakční komory. V tomto potrubí bude umístěna rychlá mechanická závěrka, která propustí laserový pulz, ale zachytí spršku částic vyletujících z kapiláry. Záření bude nasměrováno na střed zrcadla a to jej soustředí na terč. První experimenty budou provedeny s ablací Au vrstvy na PMMA podložce, kde by měla být ablace dobře patrná. Další ablace budou provedeny na čistém PMMA, příp. na dalších materiálech. Garant: K. Koláček.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Ablace bude zkoumána nejprve orientačně optickým mikroskopem a dále detailně jak rastrovacím elektronovým mikroskopem, tak i mikroskopem atomárních sil (ve FZÚ AV ČR, v.v.i.). Profil ablovaného kráteru určí použitelnost tohoto zdroje pro kontaktní EUV litografii.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Konferenční příspěvky, případně časopisecká publikace.

Číslo aktivity

KP1002

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V003 - V oblasti studia kapilárních výbojů a magnetických pinčů dokončit vývoj a zkoušk...

Název (cíl)aktivity

Interakční experimenty s fokusovaným vysoce intenzivním EUV zářením

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

Budou provedeny experimenty s fokusací EUV záření pro zvyšování intenzity EUV záření z kapilárního výboje ve fokální oblasti za účelem studia interakce EUV záření s látkou. Získané poznatky budou využity v oblasti EUV diagnostiky a EUV litografie. Zařízení s pinčujícím výbojem na FJFI bude dále zdokonalováno. Bude studována fluorescence vybraných materiálů buzená EUV zářením. Provádění experimentů s generací vysokých harmonických v kapiláře plněné plynem. Garant: L. Pína.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Výsledky testů zkompletovaného zařízení s pinčujícím výbojem na FJFI. Získání nových poznatků o vyzařování pinčujícího kapilárního výboje pro potřeby diagnostiky, EUV litografie, EUV zobrazování biologických objektů a jejich využití. Nové poznatky týkající se fokusace intenzivního EUV záření na zařízeních na FJFI, v laboratoři PALS a ve WAT Varšava.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Publikace ve vybraném vědeckém časopise a příspěvky na mezinárodních konferencích.

Číslo aktivity

KP1003

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V003 - V oblasti studia kapilárních výbojů a magnetických pinčů dokončit vývoj a zkoušk...

Název (cíl)aktivity

Spektrální analýza záření generovaného v cylindrických a kónických kapilárách

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

Bude provedena optimalizace zdroje záření v oblastech vodního okna (2-4 nm). Hlavními ukazatelem kvality zdroje bude intenzita záření a doba vyzařování. Chování kapilárního plazmatu, jeho hustotu a teplotu v době pinče, bude ovlivňovat délka a tvar kapiláry (cylindrická nebo kónická kapilára). V případě kónické kapiláry bude studována možnost vyvedení plazmatu do volného prostoru za konce kapiláry. Současně s tím, bude provedena spektrální analýza zdroje, stanovena okamžitá spektra v době největšího stlačení plazmatu a integrální spektra pro záření v oblasti vodního okna. Garant: P. Vrba.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Možnost vyvedení plazmatu za konce kapiláry umožňuje získat prostorový zdroj nekoherentního záření s vysokou účinností. Dvourozměrný RMHD kód Z-engine umožňuje nejenom prostorové studie pinčujícího plazmatu, ale také optimalizaci zdroje s hlediska spektrálních charakteristik.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Výsledky budou v písemné a grafické formě prezentovány na konferenci SPPT 2010

Číslo aktivity

KP1004

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V003 - V oblasti studia kapilárních výbojů a magnetických pinčů dokončit vývoj a zkoušk...

Název (cíl)aktivity

Neutronová, rentgenová a interferometrická diagnostika horkého a hustého plazmatu s vysokým časovým

rozlišením.

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

Experimentální měření vlastností horkého a hustého plazmatu magnetických pinčů s nanosekundovou rozlišovací schopností v době produkce neutronů fúzní D-D reakce na aparaturách PF 1000 v IPPLM ve Varšavě, S-300 v KI v Moskvě a na aparatuře FEL ČVUT v Praze. Použití detektorů rentgenového záření a částic v některých projektech realizovaných na laserovém systému PALS. Garant: P. Kubeš.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Formulování zákonitostí dynamiky rychle se měnícího plazmatu v době emise energetických iontů a elektronů. Charakterizace rentgenového záření ozářených terčů na laserovém systému PALS.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Odborné články, konferenční příspěvky, realizované semestrální, bakalářské, magisterské a doktorské studentské práce.

Číslo aktivity

KP1005

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V003 - V oblasti studia kapilárních výbojů a magnetických pinčů dokončit vývoj a zkoušk...

Název (cíl)aktivity

Zpřesnění simulačních metod zpracování signálů a vymezení modelů popisujících urychlení energetických částic.

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

Budou vyvíjeny simulační metody pro interpretaci výsledků experimentů s pinčovými výbojovými zdroji využívajícími plynné deuterium. Budou upřesňovány modely popisující vývoj pinčových struktur, v nichž dochází ke generaci rychlých deutronů, s cílem přesně interpretovat pozorované neutronové energetické spektrum. Garant: P. Kubeš.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Zpřesnění simulačních metod pro vyhodnocení konkrétních souborů signálů získaných v experimentech s pinčovými výbojovými zdroji zahrnutím rozptylu a zpomalení emitovaných neutronů vlivem okolního prostředí. Ověření vhodnosti existujících modelů pro urychlení energetických částic.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Odborné články a konferenční příspěvky. Realizované semestrální, bakalářské, magisterské a doktorské studentské práce.

Číslo aktivity

LP1001

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V001 - V oblasti výzkumu laserového plazmatu realizovat výzkumné projekty podrobně spec...

Název (cíl)aktivity

Studium závislosti kinetické energie iontů a jejich stupně ionizace na příměsích v plazmatu

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

Terče připravené z různých slitin kovů nebo strukturovaných folií budou ozařovány intenzivním laserovým zářením. Nábojová a energetická spektra iontů emitovaných laserovým plazmatem budou registrována pomocí speciálních iontových diagnostických metod vyvinutých v předchozích letech projektu. Řídícími parametry pro generaci rychlých a vysoce nabitých iontů budou kontrast laserového svazku a nastavení efektivní nelineární interakce hlavního laserového pulzu s předplazmatem spontánně vznikajícím na povrchu laserového terče. Získaná data budou analyzována s využitím v Centru pro tento účel zdokonalené metody dekonvoluční analýzy. Na experimentech a jejich interpretaci se vedle pracovníků domácích budou podílet též zahraniční kolegové z LNS Catania, Itálie, a IPPLM Varšava, Polsko. Garant: J. Krása.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Budou získána experimentální data kvantifikující vliv příměsí v plazmatu na nestabilitu plazmatu, které doprovázejí generaci vysoce nabitých a vysoce rychlých iontů. Výsledky naleznou praktické uplatnění při optimalizaci laserových iontových zdrojů pro injektory urychlovačů těžkých iontů, jakož i pro specifické vědecké a technologické aplikace založené a využití laserových iontových zdrojů.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Publikace zpracovaných výsledků v recenzovaném časopise a jejich prezentace na mezinárodní konferenci.

Číslo aktivity

LP1002

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V001 - V oblasti výzkumu laserového plazmatu realizovat výzkumné projekty podrobně spec...

Název (cíl)aktivity

Výzkum transportu a vzájemné interakce směrových plazmových proudů – plazmových jetů

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

Experimenty se směrovými plazmovými proudy – plazmovými jety jsou motivovány jak možnostmi v simulovat laboratoři některé astrofyzikální jevy (např. tzv. Herbigovy-Haroovy objekty), tak jejich perspektivním uplatněním v tzv. impaktních schématech zapálení inerciální fúze. Předběžné experimenty prováděné v laboratoři PALS v roce 2009 ukázaly, že směrové plazmové proudy, generované na tenkých fóliových terčích fokusovaným svazkem jódového laseru na základní infračervené frekvenci, je možno efektivně transportovat a kolimovat cylindrickými resp. kónickými vodivými kanály. V roce 2010 se proto soustředíme podrobné studium a optimalizaci tohoto transportního resp. kolimačního schématu, jenž může být velmi významné z hlediska realizace inerciální fúze. V roce 2010 budou rovněž dokončeny experimenty s plazmovými jety generovanými 3. harmonickou jódového laseru. Plánujeme rovněž provést sérii astrofyzikálně motivovaných experimentů zaměřených na studium vzájemné interakce dvou paralelních plazmových jetů. Práce budou probíhat ve spolupráci s fyziky z LNS Catania, IPPLM Varšava a CELIA Bordeaux, kteří se jednak přímo zúčastní experimentů, jednak se budou podílet na teoretické interpretaci a počítačové simulaci pozorovaných procesů. Garant: J. Ullschmied.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Budou proměřeny transportní charakteristiky směrových plazmových proudů a stanovena účinnost přenosu energie při jejich průchodu cylindrickými a kónickými kanály v závislosti na jejich geometrii a materiálu terče a stěny kanálu. Bude prostudována dynamika interakce dvou paralelních plazmových jetů. Získaná data poslouží jako základ pro numerické simulace sledovaných procesů.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Publikace v impaktovaných vědeckých časopisech a na mezinárodních konferencích.

Číslo aktivity

LP1003

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V001 - V oblasti výzkumu laserového plazmatu realizovat výzkumné projekty podrobně spec...

Název (cíl)aktivity

Teorie a částicové modelování urychlování iontů femtosekundovými laserovými pulzy

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

Paralelizace 2D3V PIC (particle-in-cell) kódu bude provedena v MPI (Message Passing Interface) místo dosavadní OpenMP, tak aby mohly být použity paralelní počítače s distribuovanou pamětí. Budou prováděny 1D a 2D simulace urychlování iontů femtosekundovými pulzy, výsledky budou interpretovány pomocí teoretických modelů. Budeme pokračovat ve studiu urychlování těžších iontů kruhově polarizovaným laserovým svazkem. Pro lineárně polarizované světlo se budeme zabývat urychlováním v ultratenkých fóliích, v terčích s nanostrukturami na povrchu a terčích s omezenou hmotou. Bude pokračovat spolupráce v oblasti teorie a modelování se skupinou prof. Kawaty na Utsunomiya University, Japonsko a spolupráce s CEA, Saclay, Francie, zaměřená na interpretaci experimentů s ultratenkými fóliemi. Garant: J. Limpouch.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Budou získána data o urychlování iontů v pokročilých terčích, budou nalezeny způsoby efektivní generace kvazimonoenergetického svazku urychlených protonů a těžších iontů. Budou nalezeny možnosti zvýšení účinnosti transformace energie femtosekundových laserových pulzů do svazků urychlených iontů. Zkoumané metody urychlování budou vybírány podle jednotlivých aplikací rychlých iontů.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Publikace v mezinárodních recenzovaných časopisech a příspěvky na mezinárodních konferencích.

Číslo aktivity

LP1004

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V001 - V oblasti výzkumu laserového plazmatu realizovat výzkumné projekty podrobně spec...

Název (cíl)aktivity

Fluidní modelování dynamiky terčů ozářených nanosekundovými laserovými pulzy

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

Ve spolupráci s CELIA, Bordeaux Francie a LANL, Los Alamos, USA budeme dále rozvíjet numerické metody řešení fluidních rovnic se zaměřením na modelování laserového plazmatu. V našem 2D hydrodynamickém kódu PALE (Prague Arbitrary Lagrangian-Eulerian code) zpřesníme model radiačního transportu tak, aby bylo možno modelovat radiační transport ve strukturovaných terčích. Remapovací část metody ALE bude vylepšena s ohledem na možnost simulace promíchání na hranici různých materiálů. Kód bude použit k simulacím experimentů na laseru PALS a na velkém laseru LIL ve Francii. Budeme modelovat vznik jetů v terčích ozářených laserovým svazkem s minimem intenzity uvnitř svazku. Budeme studovat interakci laseru s vrstevnatými terči a

pěnamí o nízké hustotě. Garant: J. Limpouch.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Srovnání výsledků simulací s kódy používanými v CELIA, Bordeaux, Francie, Interpretace experimentů na laseru PALS a na velkém laseru LIL ve Francii.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Publikace v mezinárodních recenzovaných časopisech a příspěvky na mezinárodních konferencích.

Číslo aktivity

LP1005

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V001 - V oblasti výzkumu laserového plazmatu realizovat výzkumné projekty podrobně spec...

Název (cíl)aktivity

Výzkum generace fúzních neutronů z coulombických explozí D-clusterů

Zahájení aktivity

1.2.2010

Ukončení aktivity

30.11.2010

Popis aktivity

Jednou z možných metod přímého experimentálního studia procesů fúze jader deuteria v laboratorních podmínkách je využití procesu tzv. coulombické exploze deuteriových klastrů ozářených femtosekundovým laserem s dostatečnou intenzitou záření. Generace těchto klastrů vyžaduje zařízení s možností dostatečně hlubokého podchlazení D2 plynu před jeho expanzí do vakua. Vzhledem k tomu, že se pouze část expandovaného plynu začne v určitých oblastech prostoru expanze shlukovat do potřebných klastrů, je mimořádně důležité pro optimalizaci následného procesu ozáření této směsi fs laserem dostatečně detailně prozkoumat prostorové rozložení expandující směsi D2 plynu a klastrů. Za tímto účelem je třeba vyvinout velmi citlivou a přesnou metodu diagnostiky expandující směsi. Tuto problematiku budeme studovat ve spolupráci s KAERI (Jižní Korea). Pro jejich experimentální zařízení vyvineme potřebný interferometr s následnou aplikací diagnostické techniky komplexní interferometrie, jejímž prostřednictvím se pokusíme tyto oblasti klastrů co nejpřesněji identifikovat. Garant: M. Kálal.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Realizace interferometru typu Nomarski s Fresnelovým dvojhranolem v KAERI, provedení experimentálních měření prostorového rozložení expandující směsi D2 a klastrů (popř. i jiných plynů) s použitím diagnostiky komplexní interferometrie, měření generace fúzních neutronů při ozáření laserovým svazkem (30 fs, 1 J, 30 TW, 10 Hz).

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Prezentace získaných poznatků na mezinárodních konferencích a v odborných časopisech.

Číslo aktivity

LP1006

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V001 - V oblasti výzkumu laserového plazmatu realizovat výzkumné projekty podrobně spec...

Název (cíl)aktivity

Experimentální studium interakce intenzivních fs pulzů s terči

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

Bude studována generace VUV a XUV záření v pevných terčích, a to jak pro účely diagnostiky plazmatu, tak i pro využití jako rentgenového zdroje pro různé aplikace. Bude studována generace vysokých harmonických frekvencí v plynných terčích. Ve spolupráci s CEA Saclay, Francie bude studována interakce laseru s terčí s nanostrukturním povrchem. Bude studována stabilita nanostrukturního povrchu vůči laserovému pedestálu a předpulzům. Garant: J. Limpouch.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Charakterizace zdroje měkkého rentgenového záření. Nalezení podmínek pro efektivní využití nanostrukturní vrstvy. Zvýšení účinnosti urychlování protonů.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Publikace ve vybraném vědeckém časopise a příspěvky na mezinárodních konferencích.

Číslo aktivity

LP1007

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V001 - V oblasti výzkumu laserového plazmatu realizovat výzkumné projekty podrobně spec...

Název (cíl)aktivity

Registrace iontů emitovaných plazmatem vytvářeným XUV/rtg lasery

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

V uplynulých letech činnosti Centra jsme prokázali nade vše pochybnost, že fokusovaným svazkem krátkovlnných laserů můžeme generovat relativně chladné husté plazma, tzv. Warm Dense Matter – WDM, volumetrickým ohřevem pevné fáze. Dosud jsme studovali především emisi fotonů a absorpci záření WDM vytvářejícího laseru v této unikátní formě hmoty. V rámci této aktivity budeme sledovat emisi iontů z tohoto typu plazmatu. Především budeme tento druh měření realizovat s naším stolním repetičním kapilárním XUV laserem. Nábojová a energetická spektra iontů získaná pomocí tohoto laseru budou srovnána s výsledky dosaženými s plazmatem produkovaným optickými lasery (PALS) a ultrakrátkými impulzy XUV/rtg laseru (FLASH). Toto srovnání bude využito k optimalizaci využití XUV/rtg laserů k depozici tenkých vrstev metodou PLD (= Pulsed Laser Deposition viz téma disertační práce Petera Píry) a charakterizaci WDM (téma disertační práce Tomáše Buriana). Iontová diagnostika poskytne spolu s fotonovou emisní a absorpční diagnostikou podklady pro řešení problému energetické bilance interakce intenzivního XUV/rtg záření s pevnou látkou. Garant: L. Juha.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Realizace různých experimentálních uspořádání umožňujících registrovat ionty emitované z oblasti interakce fokusovaného svazku rentgenového laseru s různými pevnými látkami.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Publikace v kvalitním recenzovaném časopise zaměřeném na fyziku plazmatu nebo fyziku vysokých hustot energie příspěvek na mezinárodní konferenci z téhož oboru.

Číslo aktivity

LP1008

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V001 - V oblasti výzkumu laserového plazmatu realizovat výzkumné projekty podrobně spec...

Název (cíl)aktivity

Účinky plazmatu laserové jiskry na enantiomery vybrané látky

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

Vzhledem k tomu, že ve směsích simulujících složení rané zemské atmosféry vytvářejí laserové jiskry chirální sloučeniny jen v malých množstvích, rozhodli jsme se sledovat ještě jinou cestu k posouzení vlivu laserového plazmatu na tvorbu jednotlivých enantiomerů určité sloučeniny. Pro navržený experiment volíme jednoduchou chirální molekulu – nejlépe opticky aktivní alkohol, který exponujeme ve statické kyvetě ve dvou uspořádáních. Bude v něm tedy účinkovat nikoli jako produkt, ale jako výchozí látka. V první variantě experimentu vyvoláme laserovou jiskru v plynu obsahujícím jeden enantiomer zvolené sloučeniny. Budeme tedy sledovat její racemizaci pod vlivem laserového plazmatu. Ve druhém případě ozáříme racemát a budeme v exponované směsi sledovat změny finálních koncentrací jednotlivých enantiomerů. V obou případech budou provedeny slepé pokusy při laboratorní i zvýšených teplotách. Laserovou jiskru budeme v kyvetě vytvářet při vyšších teplotách, neboť jde o jedinou možnost, jak tam dosáhnout vyššího parciálního tlaku modelové látky. Za normálních podmínek jde většinou o středně těkavé kapaliny. Chování zvolené soustavy budeme vyšetřovat též při fotochemické iniciaci, abychom mohli oddělit možný vliv elektrických a magnetických polí v laserovém plazmatu od fotochemického účinku. Garant: L. Juha.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Tato aktivita nám umožní otestovat nejméně jeden modelový systém, se kterým budeme moci efektivně hledat projevy působení elektrických a magnetických polí laserového plazmatu na zastoupení optických izomerů modelové sloučeniny v exponované reakční směsi.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Publikace v kvalitním recenzovaném časopise zaměřeném na asymetrické syntézy nebo otázky vzniku života příspěvek na mezinárodní konferenci z téhož oboru.

Číslo aktivity

LP1009

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V001 - V oblasti výzkumu laserového plazmatu realizovat výzkumné projekty podrobně spec...

Název (cíl)aktivity

Využití rentgenové spektrálně zobrazovací kamery pro diagnostiku horkého hustého plazmatu

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

Energy Encoded Pin-Hole Camera (EPPHC), založená na principu statistické četnosti signálu generovaného jednotlivými fotony v pixelech CCD detektoru, byla vyvinuta ve spolupráci se skupinou laserového plazmatu z Istituto per i Processi Chimico-Fisici (IPCF), CNR, Pisa a otestována v průběhu roku 2009. V roce 2010 bude využita při experimentech prováděných v laboratoři PALS v rámci přípravné fáze projektu HiPER-PP. Garant: B. Rus.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Získání doposud chybějících experimentálních dat o spektru vyzařování horkého a hustého laserového plazmatu v oboru energií rentgenového záření 5-30 keV.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Prezentace získaných výsledků v recenzovaném časopise a na mezinárodních konferencích.

Číslo aktivity

LS1001

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V004 - Vyvíjet nové laserové systémy pro výzkum laserového plazmatu, testovat zařízení ...

Název (cíl)aktivity

Optimalizace dvoustupňového parametrického zesilovače čerpaného 3. harmonickou frekvencí jódového laseru

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

Optimalizace dvoustupňového parametrického zesilovače čerpaného 3. harmonickou frekvencí jódového systému SOFIA pomocí komplexního diagnostického systému pro interagující pulzy a svazky, nově vyvinutého v letech 2008-2009. Součástí diagnostiky je ověřené nové zařízení k měření laserových fs pulzů, které je předmětem připravované patentové přihlášky s předpokládaným mezinárodním rozšířením patentové ochrany. Na plnění této aktivity se budou v rámci svého doktorandského studia podílet doktorandi M. Divoký, M. Smrž, O. Novák a J. Huynh. Garanti: H. Turčičová, P. Straka.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Stanovení limitů parametrického zesilování při současné konfiguraci dvoustupňového zesilovače.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Publikace výsledků zesílení fs pulzů jódovým laserem formou odborného článku a příspěvků na mezinárodních konferencích. Podání patentové přihlášky.

Číslo aktivity

LS1002

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V004 - Vyvíjet nové laserové systémy pro výzkum laserového plazmatu, testovat zařízení ...

Název (cíl)aktivity

Využití SBS PCM pro IFE

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

Pro úspěšné zvládnutí IFE je velice důležitá a přitom dosud nevyřešená přesná a spolehlivá navigace výkonových laserových svazků na injektované terčíky společně s požadovanou opakovací frekvencí laserů. Námi navržená a studovaná technologie využití SBS PCM postupně získává zvýšený zájem na mezinárodní scéně. V příštím roce hodláme ve spolupráci s univerzitami KAIST (Jižní Korea), Potsdam (Německo) a dalšími potenciálními partnery navrhnout komponenty laserového kanálu s automatickou navigací s ohledem na optimální ozařování IFE terčků. Budou rovněž provedeny experimenty zaměřené na kvalitu primárního nízkoenergetického záření reflektovaného z terčků z hlediska jeho následného zesílení při průchodu systémem zesilovačů, SBS PCM odrazu, zesílení při zpětném průchodu, konverzí na vyšší harmonickou a automatické modifikaci finální části zásahové trajektorie. Ve spolupráci s partnery z LPI (Ruská Federace) budeme studovat problematiku akceptovatelného předohřevu kryogenních terčků nízkoenergetickým primárním laserovým pulzem, jež hraje významnou roli při celkovém návrhu zesilovacího řetězce. Pokračovat bude v roce 2009 zahájená spolupráce s KAIST v oblasti matematické analýzy popisu speciálních metod realizace SBS PCM za účelem realizace co nejdokonalejšího fázového závěsu při použití kombinace laserových svazků. Garant: M. Kálal.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Získání nových teoretických i experimentálních poznatků k využití metody SBS PCM jakožto možného způsobu

ohřevu injektovaných IFE terčůk umožňující jak samonavigaci laserových svazků, tak i realizaci laserů s potřebnou opakovací frekvencí.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Získané výsledky budou prezentovány na mezinárodních konferencích a publikovány v odborných časopisech.

Číslo aktivity

LS1003

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V004 - Vytvořit nové laserové systémy pro výzkum laserového plazmatu, testovat zařízení ...

Název (cíl)aktivity

Vysokorepetiční rentgenové lasery

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

Budou navrženy a realizovány experimenty na generaci vysokorepetičních (10 Hz), srážkově excitačních rentgenových laserů v oblasti 10-45 nm čerpaných svazkem 20 TW Ti:safírového laseru. Hlavní pozornost bude věnována studiu dvou vybraných metod k dosažení populační inverze: 1) ionizace optickým polem s plynovými terči (např. Ni-podobný Kr na 32,8 nm, Pd-podobný Xe na 41,8 nm), a 2) čerpání při šikmém dopadu s pevnolátkovými terči (např. Ne-podobný Ti na 32,6 nm, Ni-podobný Mo na 18,9 nm, Ni-podobný Ag na 13,9 nm). V obou případech bude testována možnost zesílení signálu vysokých harmonických frekvencí v plazmatickém zesilovači – tzv. injekční mód. Některé experimenty budou prováděny ve spolupráci se zahraničními partnery z Laboratoire d'Optique Appliquée, ENSTA-Ecole Polytechnique-CNRS (Francie) a Ultrashort Quantum Beam Facility, Gwangju Institute of Science and Technology (Korea). Garant: T. Mocek.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

První experimenty s 20-TW Ti:safírovým laserovým systémem v nově vybudované femtosekundové interakci v Badatelském centru PALS. Demonstrace a charakterizace vysoce monochromatického rentgenového laseru vhodného např. pro aplikace v rentgenové interferometrii.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Publikace v impaktovaných časopisech, prezentace na mezinárodních konferencích.

Číslo aktivity

LS1004

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V004 - Vytvořit nové laserové systémy pro výzkum laserového plazmatu, testovat zařízení ...

Název (cíl)aktivity

HiPER-PP - vývoj interakčních systémů pro repetiční lasery

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

V rámci účasti pracovníků Centra na evropském projektu HiPER-Preparatory Phase byl v laboratoři PALS v průběhu roku 2009 zřízen oddělený experimentální prostor, určený pro vývoj a testování vybraných interakčních systémů pro budoucí repetiční multi-kJ lasery. Pro interakční experimenty a zkoušky nových repetičních terčových zařízení v něm bude v roce 2010 instalován systém vakuových komor, do nichž bude evakuovanými optickými trasami zaveden paprsek repetičního femtosekundového Ti:safírového laseru, instalovaného v

laboratoři PALS v předchozích letech projektu. Garanti: T. Mocek, B. Rus.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Dokončení a provozní testy systému vakuových komor pro repetiční interakce, zavedení laserového svazku na terčová zařízení a první ověřovací experimenty.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Zpráva typu Technical Design Report mezinárodnímu koordináčním výboru projektu HiPER-PP.

Číslo aktivity

LS1005

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V004 - Vyvíjet nové laserové systémy pro výzkum laserového plazmatu, testovat zařízení ...

Název (cíl)aktivity

Aktivity v rámci přípravné fáze evropského projektu ELI-PP

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

V roce 2009 vyvrcholily aktivity pracovníků Centra v rámci účasti na přípravné fázi evropského projektu ELI-Preparatory Phase vypracováním projektu ELIT-PALS, tj. komplexního návrhu umístění infrastruktury ELI v České republice. V roce 2010 budou probíhat práce podle zpřesněného harmonogramu jednotlivých programových balíků projektu ELI. Návrh infrastruktury ELI je náplní programového balíku WP7C. Příjemce S1 koordinuje Work Package 7A (Lasery), jehož obsahem je koncepční návrh jednotlivých stupňů budoucího laseru ELI (repetiční front end, repetiční zesilovače typu booster, finální zesilovací stupně). Vedle toho se pracovníci Centra zúčastní aktivit WP7B (Sekundární zdroje). Garant: B. Rus.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Variantní koncepční návrh jednotlivých stupňů laserového řetězce laboratoře ELI, včetně kvantitativní srovnávací analýzy parametrů a odhadu cenových nákladů.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Zpráva typu Technical Design Report, publikace v mezinárodních periodikách.

Číslo aktivity

RL1001

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V002 - V oblasti vývoje a výzkumu rtg laserů realizovat projekty zaměřené na vědecké a ...

Název (cíl)aktivity

Interakce rentgenových laserových pulzů s hmotou na vlnových délkách kratších než jeden nanometr (první modelové experimenty)

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

Dosud jsme interakci intenzivního krátkovlnného záření sledovali na nejkratších vlnových délkách, kolem 7 nm pro koherentní záření a mírně menší než 1 nm pro záření nekoherentní. Zprovoznění nového laseru s vlnnými elektrony LCLS (Linac Coherent Light Source SLAC, Stanford) na vlnové délce 0,15 nm umožňuje přikročit k přímým interakčním experimentům. Bylo nám přiděleno patnáct směn uživatelského času ve fázi testování LCLS. Pro první interakční experimenty byly zvoleny jako terčové materiály poly(methyl metakrylát) – PMMA a

wolframian olovnatý - PbWO₄. První materiál užíváme jako standardní a druhý byl zvolen, protože obsahuje těžké prvky a keV laserové záření v něm má výrazně kratší atenuační délku než v PMMA, složeném pouze z lehkých prvků. Získané výsledky budou využity k charakterizaci fokusovaného svazku LCLS a stanovení ablačních prahů ozářených materiálů. To nám umožní srovnání s výsledky získanými dříve s lasery pracujícími v měkkém rentgenovém oboru a s nekoherentním zářením v keV-oblasti. Garant: L. Juha.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Realizace jednoduchého interakčního experimentu s LCLS svazkem fokusovaným K-B optickou soustavou. V případě nedostupnosti svazku v předemném období, provedeme modelové experimenty se zvolenými materiály (především s PbWO₄) na krátkých vlnových délkách dostupných na zařízení FLASH. Extrapolaci účinků záření v oboru keV energií pak provedeme škálováním atenuační délky. Teprve přímé interakční experimenty ovšem umožní ocenit vliv ionizace z vnitřních slupek a specifických energií fotoelektronů při interakci keV záření.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Publikace v kvalitním recenzovaném časopise zaměřeném na radiační resp. užitou fyziku, fyziku plazmatu nebo fyziku vysokých hustot energie příspěvek na mezinárodní konferenci v jednom z těchto oborů.

Číslo aktivity

RL1002

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V002 - V oblasti vývoje a výzkumu rtg laserů realizovat projekty zaměřené na vědecké a ...

Název (cíl)aktivity

Vývoj laserových zesilovací řetězců pro rentgenovou oblast

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

Cílem této aktivity je vyvinout vysoce spolehlivé výkonové plazmové rentgenové lasery s energií v impulzu až o řád převyšující hodnotu dosahovanou na dnešních rentgenových laserech s volnými elektrony (FEL). K tomu bude nutno doplnit stávající plazmové rentgenové lasery, využívající plazmatu generovaného na jediném laserovém terči, řetězcem laserových zesilovačů v rentgenové oblasti. Jedny z prvních experimentů, které prokázaly možnost zesilování rentgenového paprsku v pomocném plazmatu o vhodné geometrii, byly provedeny v laboratoři PALS v našem Centru s využitím paprsku infračerveného jódového nanosekundového laseru. Femtosekundový Ti:safírový laserový systém, vybudovaný v laboratoři PALS v uplynulých letech, jeden z nemnoha fs laserů s výkonem převyšujícím desítky TW, umožní rozšířit v Centru prováděné experimenty tohoto druhu i na třídu femtosekundových laserů. Experimenty i teoretické práce budou probíhat koordinovaně ve spolupráci s dalšími účastníky celoevropské společné výzkumné aktivity SFINX projektu LASERLAB 2. Garant: B. Rus.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Teoretickými výpočty podložené studie a technické koncepční návrhy laserových zesilovacích řetězců v rentgenové oblasti. Výsledky prvních ověřovacích experimentů s laserovými rentgenovými zesilovacími řetězci čerpanými výkonovými lasery v ns i fs oblasti.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Publikace v mezinárodních recenzovaných časopisech, příspěvky na mezinárodních konferencích, report v rámci aktivity JRA5 „SFINX“ projektu 7. RP EU Laserlab 2.

Číslo aktivity

RL1003

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V002 - V oblasti vývoje a výzkumu rtg laserů realizovat projekty zaměřené na vědecké a ...

Název (cíl)aktivity

Interakční experimenty s fokusovaným paprskem zinkového rentgenového laseru

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

V roce 2010 budou pokračovat unikátní experimenty zaměřené na studium tzv. horké husté hmoty (warm dense matter), vytvářené svazkem rentgenového laseru na vlnové délce 21,2 nm, fokusovaným pomocí nové eliptické optiky typu grazing incidence na tenkou fólii do stopy o průměru menší než 10 mikrometrů. V tomto uspořádání dosahuje intenzita fokusovaného paprsku zinkového rentgenového laseru, vyvinutého a k fyzikálním experimentům rutinně využívaného v laboratoři PALS, bezkonkurenčních hodnot přesahujících 10^{12} W/cm². Na experimentu i numerických simulacích interakce intenzivního měkkého rentgenového záření s hmotou se podílejí pracovníci Lawrence Livermore National Laboratory, USA. Výzkum časového průběhu transportu záření ionizovanou hmotou o hustotě pevné fáze, generovanou v režimu volumetrického ohřevu, bude rozšířen na materiály s absorpční L-hranou ležící poblíž vlnové délky 21,2 nm. Garant: B. Rus.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Získaná experimentální data rozšíří naše znalosti o kvalitativně nové vědeckých poznatky o vlastnostech horké husté hmoty generované na terčích z různých materiálů a o mechanismech interakce intenzivního měkkého rentgenového záření s hmotou. V tomto případě jde o celosvětově unikátní experimenty, neboť v současné době není k dispozici žádný plazmový rentgenový laser, jež by svými parametry našemu laser vyrovnal.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Publikace v prestižních mezinárodních periodikách, zvané i příspěvkové referáty na mezinárodních konferencích.

Číslo aktivity

RL1004

Ke kterému dílčímu cíli se aktivita vztahuje

V002 - V oblasti vývoje a výzkumu rtg laserů realizovat projekty zaměřené na vědecké a ...

Název (cíl)aktivity

Využití rentgenového laseru pro diagnostiku laserového plazmatu

Zahájení aktivity

1.1.2010

Ukončení aktivity

31.12.2010

Popis aktivity

Koherentní paprsek zinkového laseru s vlnovou délkou 21 nm je vhodným nástrojem pro zobrazovací diagnostiku laserového plazmatu, zejména pokud jde o měření okamžitého rozložení hustoty plazmatu metodou rentgenové interferometrie. Tato technika, vyvinutá doktorandkou Centra M. Kozlovou, byla úspěšně uplatněna ve druhé polovině roku 2009 v experimentech zaměřených na studium ablačních koeficientů plastických terčů v režimu relevantním ICF (společný experiment s Universitou z Yorku). V roce 2010 bude použita ve 2 mezinárodních kooperativních experimentech, pro něž je znalost rozložení hustoty laserového plazmatu na terčičku klíčová. První z nich, jehož přípravná fáze proběhne v říjnu t.r., má za cíl prostudovat interakci laserového záření s plazmatem v režimu blízkém tzv. rázovému zapálení (shock ignition) ICF terčů. Druhý, astrofyzikálně motivovaný experiment, bude zaměřen na podrobné studium struktury rázových vln s radiačním prekursorem, generovaných laserem v plynem plněném terčičku. Garanti: B. Rus, M. Kozlová.

Plánované indikátory dosažení - očekávané výsledky aktivity

Získání údajů o rozložení a časovém vývoji hustoty plazmatu v experimentech s rázovými vlnami. Porovnání získaných dat s výsledky počítačových simulací, prováděných ve spolupráci s pracovníky Università di Milano-

Bicocca a Observatoire de Paris – pracoviště LUTH- Meudon.

Plánované prostředky ověření - forma zpracování a předání výsledku aktivity

Publikace výsledků v prestižních vědeckých časopisech, referáty na mezinárodních konferencích.

3.2.2. NÁVRH ZMĚN V ŘEŠENÍ PROJEKTU - rok 2010

| Pč. | Typ | Popis |
|-----|------------------------------|--|
| 1 | návrh změn v řešení projektu | Pro rok 2010 nenavrhujeme v řešení projektu žádné změny. |

3.3. NÁKLADY PROJEKTU - rok 2010

3.3.1. NÁKLADOVÉ TABULKY ZA JEDNOTLIVÉ SUBJEKTY

Rok 2010
 Typ požadované
 Organizace Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.
 Role organizace příjemce - koordinátor

| POLOŽKA UZNANÝCH NÁKLADŮ tis. Kč | Náklady požadované tis. Kč | z toho požadované z účelové podpory tis. Kč |
|--|---------------------------------------|--|
| F1. - Osobní náklady nebo výdaje na zaměstnance, kteří se podílejí na řešení projektu a jim odpovídající povinné zákonné odvody a případné přídělky do FKSP | 9900 | 2900 |
| F2. - Náklady nebo výdaje na pořízení hmotného a nehmotného majetku (investice, kapitálové) | 0 | 0 |
| F3. - Náklady nebo výdaje na provoz a údržbu hmotného majetku používaného při řešení projektu | 1200 | 1200 |
| F4. - Další provozní náklady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu | 2600 | 1800 |
| F5. - Náklady nebo výdaje na služby využívané v přímé souvislosti s řešením projektu | 550 | 500 |
| F6. - Náklady nebo výdaje na zveřejnění výsledků projektu včetně nákladů nebo výdajů na zajištění práv k výsledkům výzkumu | 60 | 60 |
| F7. - Cestovní náhrady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu | 800 | 700 |
| F8. - Doplnkové (režijní) náklady nebo výdaje vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu, např. administrativní náklady, náklady na pomocný personál a infrastrukturu, energii a služby neuvedené výše | 1050 | 550 |
| F9. CELKEM | 16160 | 7710 |
| | PŘEVOD DO fondu tis. Kč | POUŽITÍ Z fondu tis. Kč |
| F0. - Zúčtování s Fondem účelově určených prostředků | 0 | 360 |

Rok 2010
 Typ požadované
 Organizace Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i.
 Role organizace příjemce

| POLOŽKA UZNANÝCH NÁKLADŮ tis. Kč | Náklady požadované tis. Kč | z toho požadované z úcelové podpory tis. Kč |
|--|---------------------------------------|--|
| F1. - Osobní náklady nebo výdaje na zaměstnance, kteří se podílejí na řešení projektu a jim odpovídající povinné zákonné odvody a případné přiděly do FKSP | 5000 | 1700 |
| F2. - Náklady nebo výdaje na pořízení hmotného a nehmotného majetku (investice, kapitálové) | 0 | 0 |
| F3. - Náklady nebo výdaje na provoz a údržbu hmotného majetku používaného při řešení projektu | 3500 | 3000 |
| F4. - Další provozní náklady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu | 2000 | 1260 |
| F5. - Náklady nebo výdaje na služby využívané v přímé souvislosti s řešením projektu | 600 | 600 |
| F6. - Náklady nebo výdaje na zveřejnění výsledků projektu včetně nákladů nebo výdajů na zajištění práv k výsledkům výzkumu | 50 | 50 |
| F7. - Cestovní náhrady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu | 250 | 250 |
| F8. - Doplňkové (režijní) náklady nebo výdaje vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu, např. administrativní náklady, náklady na pomocný personál a infrastrukturu, energii a služby neuvedené výše | 1000 | 800 |
| F9. CELKEM | 12400 | 7660 |
| | PŘEVOD DO fondu tis. Kč | POUŽITÍ Z fondu tis. Kč |
| F0. - Zúčtování s Fondem účelově určených prostředků | 0 | 361 |

Rok 2010
 Typ požadované
 Organizace České vysoké učení technické v Praze
 Role organizace příjemce

| POLOŽKA UZNANÝCH NÁKLADŮ tis. Kč | Náklady požadované tis. Kč | z toho požadované z úcelové podpory tis. Kč |
|--|---------------------------------------|--|
| F1. - Osobní náklady nebo výdaje na zaměstnance, kteří se podílejí na řešení projektu a jim odpovídající povinné zákonné odvody a případné přiděly do FKSP | 3718 | 2720 |
| F2. - Náklady nebo výdaje na pořízení hmotného a nehmotného majetku (investice, kapitálové) | 0 | 0 |
| F3. - Náklady nebo výdaje na provoz a údržbu hmotného majetku používaného při řešení projektu | 600 | 440 |
| F4. - Další provozní náklady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu | 854 | 803 |
| F5. - Náklady nebo výdaje na služby využívané v přímé souvislosti s řešením projektu | 120 | 120 |
| F6. - Náklady nebo výdaje na zveřejnění výsledků projektu včetně nákladů nebo výdajů na zajištění práv k výsledkům výzkumu | 30 | 30 |
| F7. - Cestovní náhrady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu | 470 | 470 |
| F8. - Doplnkové (režijní) náklady nebo výdaje vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu, např. administrativní náklady, náklady na pomocný personál a infrastrukturu, energii a služby neuvedené výše | 860 | 540 |
| F9. CELKEM | 6652 | 5123 |
| | PŘEVOD DO fondu tis. Kč | POUŽITÍ Z fondu tis. Kč |
| F0. - Zúčtování s Fondem účelově určených prostředků | 0 | 0 |

3.3.2. NÁKLADOVÁ TABULKA ZA PROJEKT

Rok 2010
 Typ požadované
 PROJEKT LC528 - CELKEM

| POLOŽKA UZNANÝCH NÁKLADŮ tis. Kč | Náklady požadované tis. Kč | z toho požadované z účelové podpory tis. Kč |
|--|---------------------------------------|--|
| F1. - Osobní náklady nebo výdaje na zaměstnance, kteří se podílejí na řešení projektu a jim odpovídající povinné zákonné odvody a případné přiděly do FKSP | 18618 | 7320 |
| F2. - Náklady nebo výdaje na pořízení hmotného a nehmotného majetku (investice, kapitálové) | 0 | 0 |
| F3. - Náklady nebo výdaje na provoz a údržbu hmotného majetku používaného při řešení projektu | 5300 | 4640 |
| F4. - Další provozní náklady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu | 5454 | 3863 |
| F5. - Náklady nebo výdaje na služby využívané v přímé souvislosti s řešením projektu | 1270 | 1220 |
| F6. - Náklady nebo výdaje na zveřejnění výsledků projektu včetně nákladů nebo výdajů na zajištění práv k výsledkům výzkumu | 140 | 140 |
| F7. - Cestovní náhrady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu | 1520 | 1420 |
| F8. - Doplnkové (režijní) náklady nebo výdaje vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu, např. administrativní náklady, náklady na pomocný personál a infrastrukturu, energii a služby neuvedené výše | 2910 | 1890 |
| F9. CELKEM | 35212 | 20493 |
| | PŘEVOD DO fondu tis. Kč | POUŽITÍ Z fondu tis. Kč |
| F0. - Zúčtování s Fondem účelově určených prostředků | 0 | 721 |

3.3.3. NÁVRH ZMĚN V NÁKLADECH - rok 2010

| Pč. | Typ | Popis |
|-----|------------------------|--|
| 1 | návrh změn v nákladech | Jen změny uvedené v žádosti o prodloužení projektu, které již byly do finančního plánu na rok 2010 zahrnuty. |

4. PŘÍLOHY

4.1. ZPRÁVA O POSTUPU ŘEŠENÍ PROJEKTU - rok 2009

4.1.1. POPIS ŘEŠENÍ PROJEKTU - seznam

| | Pořadí | Soubor |
|--|--------|--|
| | 1 | LC528 popis reseni 2009 Soubor Adobe *.pdf 1718 kB LC528 popis reseni 2009_def.pdf (1718 kB) |

4.1.2. DOSAŽENÉ VÝSLEDKY

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: **LC528/01/2009**

Název výsledku

Studium urychlení iontů v laserovém plazmatu

Abstrakt

Citované práce [1-16, D1-D2] shrnují výsledky systematického experimentálního studia mechanismů generování a urychlování vysoce nabitých těžkých iontů v laserovém plazmatu, prováděné pod vedením Leoše Lásky a Josefa Krásy v laboratoři PALS v roce 2009. Práce [1-7, D1] jsou věnovány výzkumu urychlování uhlíkových, fluorových, zlatých, měděných a železných iontů. Z analýzy získaných experimentálních dat vyplývá, že energie nejrychlejší skupiny iontů Au dosahuje stovek MeV [2,3]. Teoretické interpretaci iontových experimentů jsou věnovány práce [13,14], využití laserového plazmatu jako iontového zdroje práce [6,7,9]. Výsledky vývoje detektorů pro diagnostiku urychlených iontů, prováděného ve spolupráci s IPPLM Varšava a INFN Catania, se zabývají práce [11,12], meze aplikovatelnosti iontového TOF (time-of-flight) analyzátoru jsou diskutovány v práci [13]. Práce [14-16] O. Rennera a jeho zahraničních spolupracovníků jsou věnovány rentgenové spektroskopii čárového vyzařování iontů v laserovém plazmatu.

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Výsledky systematického studia mechanismů laserové generace vysoce nabitých rychlých těžkých iontů, prováděného v laboratoři PALS, přispívají k hlubšímu pochopení složitých nelineárních procesů v laserovém plazmatu, přinášejí nové poznatky v oblasti interpretace iontových experimentů a vývoje diagnostik iontů emitovaných laserovým plazmatem. Za mimořádný výsledek, získaný v experimentech na základní harmonické frekvence jódového laseru, lze považovat zjištění, že protony generované z nečistot chemisorbovaných na povrchu terčů, mohou být urychleny nelineárními procesy v plazmatu až na energie dosahující 2 MeV.

3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Citované výsledky poslouží při dalším vývoji laserových iontových zdrojů pro konkrétní vědecké a technologické aplikace, jako jsou injektory pro velké urychlovače částic nebo iontové implantátory. Získané výsledky jsou využitelné nejen v Centru, ale i na pracovištích zabývajících se obdobnou tematikou v zahraničí.

4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno

Krása Josef RNDr. CSc.

Spojení

266052619 krasa@fzu.cz

Organizace

68378271 Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i. Na Slovance 1999 2 18221 Praha 8 www.fzu.cz

5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

| Číslo | Název dokumentu | Typ | Jazyk |
|-------|---|---|-------|
| 01 | [1] J. Krása, A. Velyhan, K. Jungwirth, E. Krouský, L. Lásky, K. Rohlena, M. Pfeifer, J. Ullschmied: Repetitive outbursts of fast carbon and fluorine ions from sub-nanosecond laser-produced plasma, Laser and Particle Beams 27 (2009) 171-178, | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |

- 02 [2] L. Láska, S. Cavallaro, K. Jungwirth, J. Krása, E. Krouský, D. Margarone, A. Mezzasalma, M. Pfeifer, K. Rohlena, L. Ryc, J. Skála, L. Torrisci, J. Ullschmied, A. Velyhan, G. Verona-Rinati: Experimental studies of emission of highly charged Au-ions and of X-rays from the laser-produced plasma at high laser intensities, *European Physical Journal D* 54 (2009) 487-492. J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG
- 03 [3] L. Láska, J. Krása, A. Velyhan, K. Jungwirth, E. Krouský, D. Margarone, M. Pfeifer, K. Rohlena, L. Ryc, J. Skála, L. Torrisci, J. Ullschmied: Experimental studies of generation of similar to 100 MeV Au-ions from the laser-produced plasma, *Laser and Particle Beams* 27 (2009) 137-147, doi:10.1017/S0263034609000202 J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG
- 04 [4] J. Krása, A. Velyhan, D. Margarone, E. Krouský, J. Ullschmied, J. Skála, L. Láska, K. Jungwirth, K. Rohlena: Generation of high currents of carbon ions with the use of a sub-nanosecond NIR laser pulses, *Rev. Sci. Instrum.* 81,1 (2010) v tisku (submitted 2009), doi:10.1063/1.3265317 J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG
- 05 [5] D. Margarone, J. Krása, L. Láska, A. Velyhan, T. Mocek, J. Prokupek, E. Krouský, M. Pfeifer, S. Gammino, L. Torrisci, J. Ullschmied, B. Rus: Measurements of the Highest Acceleration Gradient for Ions Produced with a Long Laser Pulse, *Rev. Sci. Instrum.* 2009, submitted J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG
- 06 [6] Lorusso, J. Krása, L. Láska, V. Nassisi, L. Velardi: Fe and Fe+2%Si targets as ion sources via UV laser ablation plasma, *Eur. Phys. J. D* 54 (2009) 473 - 476 J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG
- 07 [7] A. Velyhan, J. Krása, E. Krouský, L. Láska, D. Margarone, M. Pfeifer, K. Rohlena, J. Skála, J. Ullschmied, A. Lorusso, L. Velardi, V. Nassisi: Ion emission from laser ablation of Cu and Cu98/Be2 alloy targets. PPLA 4th Workshop Plasma Production by Laser Ablation Radiation Effects and Defects in Solids. Submitted. J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG
- 08 [8] L. Láska, J. Badziak, K. Jungwirth, M. Kálal, J. Krása, E. Krouský, P. Kubeš, D. Margarone, P. Parys, M. Pfeifer, K. Rohlena, M. Rosinski, L. Ryc, J. Skála, L. Torrisci, J. Ullschmied, A. Velyhan, J. Wolowski: Analysis of processes participating at intense iodine-laser-beam interactions with laser produced plasmas. J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG

4th Workshop on Plasma Production by Laser Ablation, PPLA09, Messina, 2009, Th Oral 09 (invited) Radiat. Eff. Defects Solids, in press.

- | | | | |
|----|--|---|-----|
| 09 | [9] J. Krása, A. Velyhan, E. Krouský, L. Láska, K. Rohlena, K. Jungwirth, J. Ullschmied, A. Lorusso, L. Velardi, V. Nassisi, A. Czarnecka, L. Ryć, P. Parys, J. Wołowski: Emission characteristics and stability of laser ion sources. Vacuum, in press. | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 10 | [10] L. Ryć, J. Krása, T. Nowak, J. Kravarik, D. Klír, E. Krouský, A. Lorusso, D. Margarone, V. Nassisi, M. Pfeifer, J. Skála, J. Ullschmied, A. Velyhan: Application of single-crystal CVD diamond detector for simultaneous measurement of ions and X-rays from laser plasmas. PPLA 4th Workshop Plasma Production by Laser Ablation Radiation Effects and Defects in Solids. Submitted. | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 11 | [11] L. Torrisi, D. Margarone, E. Milani, G. Verona-Rinati, G. Prestopino, C. Tuve, R. Potenza, L. Láska, J. Krása, J. Ullschmied: Diamond detectors for time-of-flight measurements in laser-generated plasmas, Radiation Effects and Defects in Solids 164 (2009), Nos 5-9, 369-375 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 12 | [12] L. Torrisi, G. Foti, L. Giuffrida, D. Puglisi, J. Wołowski, J. Badziak, P. Parys, M. Rosinski, D. Margarone, J. Krasa, A. Velyhan, J. Ullschmied: Single crystal silicon carbide detector of emitted ions and soft x rays from power laser-generated plasmas, Jour. Appl. Phys. 105, 123304 (2009) | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 13 | [13] J. Krása, L. Láska, K. Rohlena, A. Velyhan, A. Czarnecka, P. Parys, L. Ryć, J. Wołowski: Limits of applicability of time-of-flight ion-mass analyzer to uncovering partial currents of ions emitted by pulsed laser ion sources. PPLA 4th Workshop Plasma Production by Laser Ablation, Radiation Effects and Defects in Solids. Submitted. | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 14 | [14] O. Renner, P. Sauvan, E. Dalimier, C. Riconda, F.B. Rosmej, S. Weber, P. Nicolai, O. Peyrusse, I. Uschmann, S. Höfer, R. Loetzsch, E. Förster, E. Oks: Signature of externally introduced laser fields in X-ray emission of multicharged ions, High Energy Density Physics 5 (2009) 139 - 146 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 15 | [15] F.B. Rosmej, R. Schott, E. Galtier, P. Angelo, O. | J – článek v odborném | ANG |

- Renner, F.Y. Khattak, V.S. Lisitsa, D. Riley: Aluminium Lyman-beta satellite emission in non-Maxwellian dense laser produced plasmas, High Energy Density Physics 5 (2009) 191 - 195 periodiku (časopise) (RIV 2009)
- 16 [16] P. Sauvan, E. Dalimier, E. Oks, O. Renner, S. Weber, C. Riconda: Spectroscopic diagnostics of plasma interaction with an external oscillatory field, J. Phys. B-At. Mol. Opt. Phys. 42 (2009) 195001(1) - 195001(13) J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG
- 17 [D1] J. Krása, A. Velyhan, E. Krouský, L. Láška, K. Rohlena, K. Jungwirth, J. Ullschmied, A. Lorusso, L. Velardi, V. Nassisi, L. Ryc, P. Parys, J. Wołowski: Limits of Stability in Emission of Ions by Laser Ion Sources, Advances in Applied Plasma Science, Vol.7 (2009), pp. 175-178, Proceedings of the 7th International Symposium on Applied Plasma Science: ISAPS '09 , August 31 - September 4, 2009, Hamburg, Germany, ISBN 987-4-9900642-6-6 D – článek ve sborníku (RIV 2009) ANG
- 18 [D2] Picciotto, G. Pucker, A. Lui, L. Torrisi, D. Margarone, P. Belluti: Surface plasmon resonance analysis of Ag nanoparticles generated by pulsed laser ablation, Proc. of the Photonic Materials, Devices, and Applications III, May 4-6, 2009, Dresden, Germany, SPIE, Vol. 7366 (2009), pp. 7366 1V (1-9) ISBN: 9780819476401 D – článek ve sborníku (RIV 2009) ANG

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: **LC528/02/2009**

Název výsledku

Využití laserové ablace pro tvorbu plazmových jetů, transport energie a urychlování makročásteček

Abstrakt

Náplní tohoto výsledku jsou práce v oblasti experimentálního studia laserové ablace, prováděné na terawattovém laserovém zařízení PALS v široké mezinárodní spolupráci a za účasti všech domácích pracovišť Centra. Publikace [17-20] a [D3,D4] vycházejí z experimentů zaměřených na výzkum tvorby plazmových jetů a jejich interakce s okolním prostředím, uskutečněných na PALSu v letech 2008-9. Pracovníci Centra se podíleli rovněž na společné práci [24], zabývající se atrofyzikálními aspekty laboratorních experimentů s plazmovými jety. Aplikace nového způsobu ablačního laserového urychlování makročásteček – tzv. reverzního urychlovacího schématu - je náplní publikací [21] a [D5-D7]. Toto nové urychlovací schéma je podstatně účinnější než doposud používané přímé urychlování makročásteček reaktivním ablačním tlakem plazmatu, vytvářeného laserem na jejich povrchu. Zcela novým výsledkem experimentů prováděných v laboratoři PALS v roce 2009 je využití cylindrických a kónických transportních kanálů v dutých laserových terčích pro transport a koncentraci laserové energie a pro tvorbu plazmových jetů z lehkých materiálů. Získaná data se nyní postupně zpracovávají, část z nich však již byla uveřejněna nebo přijata k uveřejnění v publikacích [22,23] a [D8]. Do této skupiny výsledků společných mezinárodních experimentů v laboratoři PALS se řadí rovněž práce [25,26], zaměřené na vyhlazování laserového imprintu ve vrstvě plynu napouštěného před laserový terč speciální plynovou tryskou (gas jet).

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Práce v oboru laserem generovaných plazmových jetů a jejich interakce s okolním prostředím jsou originálním příspěvkem laboratoře PALS v oboru výzkumu, který byl donedávna doménou pouze největších světových superlaserů. Vzhledem k 10–15 krát vyšší kadenci našeho laseru se žádná jiná světová laboratoř nemůže pochlubit srovnatelným souborem výsledků. Naše práce v oblasti nových metod laserového urychlování makročásteček, transportu energie a formování supersonických plazmových jetů v cylindrických a kónických transportních kanálech otevírají nové možnosti jejich využití při realizaci řízené inerciální fúze. O ohlasu prací prováděných v tomto směru laboratoři PALS svědčí mj. fakt, že již celkem 12 našich publikací bylo počteno výběrem pro US Virtual Journals of Ultrafast Science.

3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Popsané experimentální výsledky umožnily vytvářet optimalizované plazmové jety při energiích laseru řádu 100 J a využít je pro laboratorní simulace astrofyzikálních jevů typu Herbigových-Haroových objektů. Otevírají rovněž cestu k využití laserových jetů a laserem urychlovaných makročásteček v tzv. impaktních schématech "rychlého zapálení" (fast ignition) inerciální termojaderné fúze. Obzvláště perspektivní se v tomto směru jeví možnost transportovat energii laseru a soustředit ji v husté části termojaderné pelety pomocí supersonických plazmových jetů zformovaných v kónických transportních kanálech.

4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno

Ullschmied Jiří Ing. CSc.

Spojení

266053246 286592644 ullsch@ipp.cas.cz

Organizace

61389021 Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i. Za Slovankou 1782 3 18200
Praha 8 www.ipp.cas.cz

5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

| Číslo | Název dokumentu | Typ | Jazyk |
|-------|--|---|-------|
| 01 | [17] A. Kasperczuk, T. Pisarczyk, N.N. Demchenko, S.Yu. Gus'kov, M. Kálal, J. Ullschmied., E. Krouský, K. Mašek, M. Pfeifer, K. Rohlena, J. Skála, P. Pisarczyk: Experimental and theoretical investigations of mechanisms responsible for plasma jets formation at PALS. Laser and Particle Beams 27, 415-427, 2009, doi:10.1017/S0263034609000548 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 02 | [18] A. Kasperczuk, T. Pisarczyk, M. Kálal, J. Ullschmied, E. Krouský, K. Mašek, M. Pfeifer, K. Rohlena, J. Skála, P. Pisarczyk: Influence of target material on structure of the plasma outflow produced by a partly defocused laser beam. Applied Physics Letters, 94 (2009), č. 8, 081501-1-081501-3. ISSN 0003-6951. Dostupný z: | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 03 | [19] A. Kasperczuk, T. Pisarczyk, P.H. Nicolai, C.H. Stenz, V. Tikhonchuk, M. Kálal, J. Ullschmied, E. Krouský, K. Mašek, M. Pfeifer, K. Rohlena, J. Skála, D. Klír, J. Kravárik, P. Kubeš, P. Pisarczyk: Investigations of plasma jet interaction with ambient gases by multi-frame interferometric and X-ray pinhole camera systems. Laser and Particle Beams, 2009, Roč. 27, č. 1, s. 115-122. ISSN 0263-0346/09, doi:10.1017/S0263034609000172 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 04 | [20] P. Nicolai, C. Stenz, V. Tikhonchuk, X. Ribeyre, A. Kasperczuk, T. Pisarczyk, L. Juha, E. Krouský, K. Mašek, M. Pfeifer, K. Rohlena, J. Skála, J. Ullschmied, M. Kálal, D. Klír, J. Kravárik, P. Kubeš, P. Pisarczyk: Supersonic plasma jet interaction with gases and plasmas, Astrophysics and Space Science 322 (2009) 11-17, DOI 10.1007/s10509-008-9939-8 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 05 | [21] S. Borodziuk, A. Kasperczuk, T. Pisarczyk, J. Badziak, T. Chodukowski, J. Ullschmied, E. Krousky, K. Masek, M. Pfeifer, K. Rohlena, J. Skala, P. Pisarczyk: Cavity pressure acceleration: An efficient laser-based method of production of high-velocity macroparticles, Appl. Phys. Letters 95, 231501 (2009), doi:10.1063/1.3271693 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 06 | [22] J. Badziak, T. Pisarczyk, T. Chodukowski, A. Kasperczuk, P. Parys, M. Rosiński, J. Wołowski, E. Krouský, J. Krása, K. Mašek, M. Pfeifer, J. Skála, J. Ullschmied, A. Velyhan, L. J. Dhareshwar, N. K. Gupta, Yong-Joo Rhee, L. Torrisi, P. Pisarczyk: Formation of a supersonic laser-driven plasma jet in a cylindrical | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |

- channel, *Physics of Plasmas* 16 (2009) 114506(1)-114506(4)
- 07 [23] J. Badziak, S. Borodziuk, T. Pisarczyk, T. Chodukowski, E. Krousky, K. Masek, J. Skala, J. Ullschmied, Yong-Joo Rhee: Highly efficient acceleration and collimation of high-density plasma using laser-induced cavity pressure, submitted to *Phys.of Plasmas* J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG
- 08 [24] C. Stehlé, A. Ciardia, J.-P. Colombier, M. González, T. Lanza, A. Marocchino, M. Kozlova, B. Rus: Scaling stellar jets to the laboratory: The power of simulations, *Laser and Particle Beams* (2009), 27:709-717, doi:10.1017/S0263034609990449 J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG
- 09 [25] R. Benocci, D. Batani, R. DeZulian, R. Redaelli, G. Lucchini, F. Canova, H. Stabile, J. Faure, E. Krousky, K. Mašek, M. Pfeifer, J. Skála, R. Dudžák, M. Koenig, V. Tikhonchuk, P. Nicolai, V. Malka: Direct evidence of gas-induced laser beam smoothing in the interaction with thin foils, *Physics of Plasmas* 16 (2009) 012703(1)-012703(5) J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG
- 10 [26] D. Batani, R. Benocci, R. DeZulian, R. Redaelli, F. Canova, H. Stabile, G. Lucchini, V. Malka, J. Faure, M. Koenig, E. Krouský, K. Mašek, M. Pfeifer, J. Skála, R. Dudžák, J. Limpouch, V. Tikhonchuk, P. Nicolai: Smoothing of laser energy deposition by gas jets, *European Physical Journal-Special Topics* 175 (2009) 65-70 J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG
- 11 [D3] Ph. Nicolai, C. Stenz, A. Kasperczuk, T. Pisarczyk, E. Krousky, D. Klir, K. Masek, M. Pfeifer, K. Rohlena, J. Skala, J. Ullschmied, M. Kalal, J. Kravarik, E. Tabakhoff, V. Tikhonchuk: Laboratory studies of multi-material astrophysical jets propagation in plasmas . 6th Inertial Fusion Sciences and Applications, September 6–11 2009, San Francisco, USA To be published in the Conference Proceedings D – článek ve sborníku (RIV 2009) ANG
- 12 [D4] A.Kasperczuk, T. Pisarczyk, N.N. Demchenko, S.Yu. Gus"kov, M. Kálal, J. Ullschmied, E. Krouský, K. Mašek, M. Pfeifer, K. Rohlena, J. Skála, P. Pisarczyk.: Influence of target material on structure of partly defocused laser beam produced plasma outflow. 36th EPS Conference on Plasma Physics Sofia, Bulgaria, 9.6. - 3.7. 2009 ECA Vol.33E, P-2.044 (2009), ISBN: 2-914771-61-4. D – článek ve sborníku (RIV 2009) ANG

- 13 [D5] S. Borodziuk, A. Kasperczuk, T. Pisarczyk, J. Badziak, T. Chodukowski, J. Ullschmied, E. Krouský, K. Mašek, M. Pfeifer, K. Rohlena, J. Skála, P. Pisarczyk: Indirect two-step method of acceleration, applied to metallic foils of different thickness. 36th EPS Conference on Plasma Physics Sofia, Bulgaria, 9.6. - 3.7. 2009, ECA Vol.33E, P-1.004 (2009), ISBN: 2-914771-61-4 D – článek ve sborníku (RIV 2009) ANG
- 14 [D7] Badziak J., Borodziuk S., Pisarczyk T., Chodukowski T., Krousky E., Masek K., Skala J., Ullschmied J.: Highly Efficient Acceleration of High-Density Plasma by Laser-Induced Cavity Pressure. 6th Inertial Fusion Sciences and Applications, September 6–11 2009, San Francisco, USA To be published in Conference Proceedings D – článek ve sborníku (RIV 2009) ANG
- 15 [D8] Badziak J., Pisarczyk P., Chodukowski T., Kasperczuk A., Parys P., Rosiński M., Wołowski J., Krousky E., Krasa J., Mašek K., Pfeifer M., Skala J., Ullschmied J., Velyhan A., Dhareshwar L.J., Gupta N.K., Yong-Joo Rhee, Torrisi L., Pisarczyk P.: Production of Dense Laser-Driven Plasma Jets Using a Cylindrical Channel. 6th Inertial Fusion Sciences and Applications, September 6–11 2009, San Francisco, USA To be published in the Conference Proceedings D – článek ve sborníku (RIV 2009) ANG

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: **LC528/03/2009**

Název výsledku

Rentgenová ablace

Abstrakt

Studium rentgenové ablace a jejím využitím pro nanostrukturování materiálů a měření profilů rentgenových laserových svazků se zabývají pracovníci Centra ve FZÚ pod vedením Libora Juhy. Ke svým experimentům využívají svazek 13,5-nm laseru na volných elektronech FLASH v DESY Hamburk [27-33], [D9-D15], zinkový plazmový 21,2-nm laser v laboratoři PALS [D16] a nový repetiční kapilární argonový 46,9-nm laser ve společné laboratoři s ÚFCH-JH [D17]. Jejich společné práce uveřejněné v roce 2009 jsou věnovány morfologii ablovaných struktur, fenomenologii ablačních procesů, spektroskopii při ablaci vznikajícího plazmatu a využití ablovaných kráterů pro stanovení profilu intenzity rentgenových svazků. Optická emise byla využita k indikaci úrovní intenzity v experimentech popsanych v publikacích [32] a [D11,D12,D32], výsledky studia mikrofokusu nutného k dosažení intenzit 10^{16} W/cm² a vyšších jsou popsány v pracích [33, D9]. Přednášku na téma „Optical emission spectroscopy of various materials irradiated by soft x-ray free-electron laser“ přednesl na konferenci SPIE „Damage to VUV, EUV, and X-Ray Optics II“ mladý pracovník Centra Jaroslav Cihelka [D10]. Do této skupiny výsledků zařazujeme též práce zaměřené na povrchovou modifikaci pevných látek duální akcí krátkovlnného a dlouhovlnného záření (XUV/Vis-NIR), prováděné skupinou Tomáše Mocka (FZÚ) ve spolupráci s pracovníky korejského ústavu KAIST [34,35], [D18-D20].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Systematické studium rentgenové ablace prováděné pracovníky Centra v domácích i zahraničních laboratořích přineslo řadu zcela nových poznatků, z nichž jmenujme např. zprůhlednění pevného hliníku účinkem intenzivní rentgenové fotoionizace, uveřejněný B. Naglerem a kolektivem spoluautorů (včetně pracovníků našeho Centra), v článku nazvaném „Turning solid aluminium transparent by intense soft X-ray photoionization“ v Nature Physics [31]. Podrobná znalost rentgenových ablačních procesů je nezbytným předpokladem jejich využití pro nanotechnologie a diagnostiku laserových rentgenových svazků.

3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Rentgenová ablace patří k nejmodernějším technikám nanostrukturování materiálů. Zkušenosti pracovníků Centra v tomto oboru a přístrojové vybavení, kterým disponují, přispívá k rozvoji těchto technologií v České republice. V laboratořích Centra se rentgenová ablace využívá k charakterizaci profilů silně fokusovaných paprsků našich pulzních výkonových rentgenových laserů.

4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno **Juha Libor Ing. CSc.**

Spojení 266052741 juha@fzu.cz

Organizace 68378271 Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i. Na Slovance 1999 2 18221 Praha 8 www.fzu.cz

5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

| Číslo | Název dokumentu | Typ | Jazyk |
|-------|--|--|-------|
| 01 | [27] J. Chalupský, V. Hájková, V. Altapova, T. Burian, A. J. Gleeson, L. Juha, M. Jurek, H. Sinn, M. Störmer, R. | J – článek v odborném periodiku (časopise) | ANG |

- Sobierajski, K. Tiedtke, S. Toleikis, Th. Tschentscher, L. Vyšín, H. Wabnitz, J. Gaudin: Damage of amorphous carbon induced by soft x-ray femtosecond pulses above and below the critical angle, Applied Physics Letters 95 (2009) 031111(1)-031111(3) (RIV 2009)
- 02 [28] J. Chalupský, L. Juha, V. Hájková, J. Cihelka, L. Vyšín, J. Gautier, J. Hajdu, S.P. Hau-Riege, M. Jurek, J. Krzywinski, R.A. London, E. Papalazarou, J.B. Pelka, G. Rey, S. Sebban, R. Sobierajski, N. Stojanovic, K. Tiedtke, S. Toleikis, T. Tschentscher, C. Valentin, H. Wabnitz, P. Zeitoun: Non-thermal desorption/ablation of molecular solids induced by ultra-short soft x-ray pulses, Optics Express 17 (2009) 208-217 J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG
- 03 [29] S.P. Hau-Riege, R.A. London, R.M. Bionta, D. Ryutov, R. Soufli, S. Bajt, M.A. McKernan, S.L. Baker, J. Krzywinski, R. Sobierajski, R. Nietubyc, D. Klinger, J.B. Pelka, M. Jurek, L. Juha, J. Chalupský, J. Cihelka, V. Hájková, A. Velyhan, J. Krása, K. Tiedtke, S. Toleikis, H. Wabnitz, M. Bergh, C. Caleman, N. Timneanu: Wavelength dependence of the damage threshold of inorganic materials under extreme-ultraviolet free-electron-laser irradiation, Applied Physics Letters 95 (2009) 111104(1)-111104(3) J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG
- 04 [30] D. Klinger, R. Sobierajski, R. Nietubyc, J. Krzywinski, J. Pelka, L. Juha, M. Jurek, D. Zymierska, S. Guizard, H. Merdji: Surface modification of polymethylmethacrylate irradiated with 60 fs single laser pulses, Radiation Physics and Chemistry 78 (2009) S71-S74 J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG
- 05 [31] B. Nagler, U. Zastra, R.R. Fäustlin, S.M. Vinko, T. Whitcher, A.J. Nelson, R. Sobierajski, J. Krzywinski, J. Chalupský, E. Abreu, S. Bajt, T. Bornath, T. Burian, H. Chapman, J. Cihelka, T. Döppner, S. Düsterer, T. Dzelzainis, M. Fajardo, E. Förster, C. Fortmann, E. Galtier, S.H. Glenzer, S. Göde, G. Gregori, V. Hájková, P. Heimann, L. Juha, M. Jurek, F.Y. Khattak, A.R. Khorsand, D. Klinger, M. Kozlová, T. Laarmann, H.J. Lee, R.W. Lee, K.H. Meiwes-Broer, P. Mercere, W.J. Murphy, A. Przystawik, R. Redmer, H. Reinholz, D. Riley, G. Röpke, F. Rosmej, K. Saksl, R. Schott, R. Thiele, J. Tiggesbäumker, S. Toleikis, T. Tschentscher, I. Uschmann, H.J. Vollmer, J.S.Wark: Turning solid aluminium transparent by intense soft X-ray photoionization, Nature Physics 5 (2009) 693-696 J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG

- 06 [32] J.B. Pelka, R. Sobierajski, D. Klinger, W. Paszkowicz, J. Krzywinski, M. Jurek, D. Zymierska, A. Wawro, A. Petrouchik, L. Juha, V. Hájková, J. Cihelka, J. Chalupský, T. Burian, L. Vyšín, S. Toleikis, K. Sokolowski-Tinten, N. Stojanovic, U. Zastra, R. London, S. Hau-Riege, C. Riekel, R. Davies, M. Burghammer, E. Dynowska, W. Szuszkiewicz, W. Caliebe, R. Nietubyc: Damage in solids irradiated by a single shot of XUV free-electron laser: Irreversible changes investigated using X-ray microdiffraction, atomic force microscopy and Nomarski optical microscopy, *Radiation Physics and Chemistry* 78 (2009) S46-S52. J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG
- 07 [33] A.J. Nelson, S. Toleikis, H. Chapman, S. Bajt, J. Krzywinski, J. Chalupský, L. Juha, J. Cihelka, V. Hájková, L. Vyšín, T. Burian, M. Kozlová, R.R. Fäustlin, B. Nagler, S.M. Vinko, T. Whitcher, T. Dzelzainis, O. Renner, K. Saksl, A. R. Khorsand, P. A. Heimann, R. Sobierajski, D. Klinger, M. Jurek, J. Pelka, B. Iwan, J. Andreasson, N. Timneanu, M. Fajardo, J.S. Wark, D. Riley, T. Tschentscher, J. Hajdu, R. W. Lee: Soft x-ray free electron laser microfocus for exploring matter under extreme conditions, *Optics Express* 17 (2009) 18271-18278 J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG
- 08 [34] L. Juha, V. Hájková, J. Chalupský, V. Vorlíček, A. Ritucci, A. Reale, P. Zuppella, M. Stormer: Radiation damage to amorphous carbon thin films irradiated by multiple 46.9 nm laser shots below the single-shot damage threshold, *Journal of Applied Physics* 105 (2009) 093117(1)-093117(6) J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG
- 09 [35] T. Mocek, J. Polan, P. Homer, K. Jakubczak, B. Rus, I.J. Kim, C.M. Kim, G.H. Lee, C.H. Nam, V. Hájková, J. Chalupský, L. Juha: Surface modification of organic polymer by dual action of extreme ultraviolet/visible-near infrared ultrashort pulses, *Journal of Applied Physics* 105 (2009) 026105(1)-026105(3). J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG
- 10 [36] T. Mocek, K. Jakubczak, M. Kozlova, J. Polan, P. Homer, J. Hrebicek, M. Sawicka, I.J. Kim, S.B. Park, C.M. Kim, G.H. Lee, T.K. Kim, C.H. Nam, J. Chalupsky, V. Hajkova, L. Juha, J. Sobota, T. Fort, and B. Rus: Ablative microstructuring with plasma-based XUV lasers and efficient processing of materials by dual action of XUV/NIR-VIS ultrashort pulses, *Radiation Effects and Defects in Solids* (v tisku) J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG
- 11 [D9] S. Bajt, H.N. Chapman, A.J. Nelson, R.W. Lee, S. D – článek ve sborníku ANG

- Toleikis, P. Mirkarimi, J.B. Alameda, S.L. Baker, H. Vollmer, R.T. Graff, A. Aquila, E.M. Gullikson, J. Meyer Ilse, E.A. Spiller, J. Krzywinski, L. Juha, J. Chalupský, V. Hájková, J. Hajdu, T. Tschentscher : Sub-micron focusing of soft x-ray free electron laser beam, Proc. of the Damage to VUV, EUV, and X-Ray Optics II, April 21-23, 2009, Prague, Czech Republic, SPIE, Vol. 7361 (2009), pp. 73610J (1-10) ISBN: 9780819476357 (RIV 2009)
- 12 [D10] J. Cihelka, L. Juha, J. Chalupský, F. B. Rosmej and O. Renner and K. Saksl, V. Hájková, L. Vyšín, E. Galtier, R. Schott, A.R. Khorsand, D. Riley, T. Dzelzainis, A. Nelson, R.W. Lee, P. Heimann, B. Nagler, S. Vinko, J. Wark, T. Whitcher, S. Toleikis, T. Tschentscher, R. Faustlin, H. Wabnitz, S. Bajt, H. Chapman, J. Krzywinski, R. Sobierajski, D. Klinger, M. Jurek, J. Pelka, S. Hau-Riege, R.A. London, J. Kuba, N. Stojanovic, K. Sokolowski-Tinten, A.J. Gleeson, M. Störmer, J. Andreasson, J. Hajdu, N. Timneanu: Optical emission spectroscopy of various materials irradiated by soft x-ray free-electron laser, Proc. of the Damage to VUV, EUV, and X-Ray Optics II, April 21-23, 2009, Prague, Czech Republic, SPIE, Vol. 7361 (2009), pp. 73610P (1-10) ISBN: 9780819476357 D – článek ve sborníku ANG (RIV 2009)
- 13 [D11] E. Galtier, F.B. Rosmej, D. Riley, T. Dzelzainis, P. Heimann, F.Y. Khattak, R.W. Lee, B. Nagler, A. Nelson, T. Tschentscher, S.M. Vinko, T. Whitcher, S. Toleikis, R. Faustlin, L. Juha, M. Fajardo, J.S. Wark, J. Chalupský, V. Hájková, J. Krzywinski, R. Soberierski, M. Jurek, M. Kozlová: Radiation emission of autoionising hole states of Al induced by XUV free electron laser radiation with FLASH at DESY, 36th EPS Conference on Plasma Physics, Sofia, Bulgaria, June 29 - July 3, 2009 ECA Vol.33E, P-2.034 (2009), ISBN: 2-914771-61-4 D – článek ve sborníku ANG (RIV 2009)
- 14 [D12] R.W. Lee, B. Nagler, U. Zastra, R. Faustlin, S.M. Vinko, T. Whitcher, R. Sobierajski, J. Krzywinski, L. Juha, A.J. Nelson, S. Bajt, K. Budil, R.C. Cauble, T. Bornath, T. Burian, J. Chalupský, H. Chapman, J. Cihelka, T. Döppner, T. Dzelzainis, S. Düsterer, M. Fajardo, E. Förster, C. Fortmann, S.H. Glenzer, S. Göde, G. Gregori, V. Hájková, P. Heimann, M. Jurek, F.Y. Khattak, A.R. Khorsand, D. Klinger, M. Kozlová, T. Laarmann, H.-J. Lee, K.-H. Meiwes-Broer, P. Mercere, W.J. Murphy, A. Przystawik, R. Redmer, H. Reinholz, D. Riley, G. Röpke, K. Saksl, R. Thiele, J. Tiggesbäumker, S. Toleikis, T. Tschentscher, I. Uschmann, R.W. Falcone, R. Shepherd, J.B. Hastings, W.E. White, J.S. D – článek ve sborníku ANG (RIV 2009)

Wark: Perspective for high energy density studies on x-ray FELs, Proc. of the Soft X-Ray Lasers and Applications VIII, August 4-6, 2009, San Diego, USA, SPIE, Vol. 7451 (2009), pp. 74510E (1-7) ISBN: 9780819477415

- 15 [D13] J. Chalupský, L. Juha, V. Hájková, J. Cihelka, L. Vyšín, J. Gautier, J. Hajdu, S.P. Hau-Riege, M. Jurek, J. Krzywinski, Ri.A. London, E. Papalazarou, J.B. Pelka, G. Rey, S. Sebban, R. Sobierajski, N. Stojanovic, K. Tiedtke, S. Toleikis, T. Tschentscher, C. Valentin, H. Wabnitz, P. Zeitoun: Response of molecular solids to ultra-intense femtosecond soft x-ray pulses, Proc. of the Damage to VUV, EUV, and X-Ray Optics II, April 21-23, 2009, Prague, Czech Republic, SPIE, Vol. 7361 (2009), pp. 736108 (1-9) ISBN: 9780819476357 D – článek ve sborníku ANG (RIV 2009)
- 16 [D14] E. Louis, A.R. Khorsand, R. Sobierajski, E.D. van Hattum, M. Jurek, D. Klinger, J.B. Pelka, L. Juha, J. Chalupský, J. Cihelka, V. Hájková, U. Jastrow, S. Toleikis, H. Wabnitz, K. I. Tiedtke, J. Gaudin, E.M. Gullikson, F. Bijkerk: Damage studies of multilayer optics for XUV free electron lasers, Proc. of the Damage to VUV, EUV, and X-Ray Optics II, April 21-23, 2009, Prague, Czech Republic, SPIE, Vol. 7361 (2009), pp. 73610I (1-6) ISBN: 9780819476357 D – článek ve sborníku ANG (RIV 2009)
- 17 [D15] R. Sobierajski, D. Klinger, M. Jurek, J.B. Pelka, L. Juha, J. Chalupský, J. Cihelka, V. Hájková, L. Vyšín, U. Jastrow, N. Stojanovic, S. Toleikis, H. Wabnitz, J. Krzywinski, S. Hau-Reige, R. London: Interaction of intense ultrashort XUV pulses with silicon, Proc. of the Damage to VUV, EUV, and X-Ray Optics II, April 21-23, 2009, Prague, Czech Republic, SPIE Vol. 7361 (2009), pp. 736107(1-11) ISBN: 9780819476357 D – článek ve sborníku ANG (RIV 2009)
- 18 [D16] V. Hájková, J. Chalupský, H. Wabnitz, J. Feldhaus, M. Störmer, Ch. Hecquet, T. Mocek, M. Kozlová, J. Polan, P. Homer, B. Rus, L. Juha: Damage thresholds of various materials irradiated by 100-ps pulses of 21.2-nm laser radiation, Proc. of the Damage to VUV, EUV, and X-Ray Optics II, April 21-23, 2009, Prague, Czech Republic, SPIE, Vol. 7361 (2009), pp. 736110 (1-6) ISBN: 9780819476357 D – článek ve sborníku ANG (RIV 2009)
- 19 [D17] L. Vyšín, T. Burian, J. Chalupský, M. Grisham, V. Hájková, S. Heinbuch, K. Jakubczak, D. Martz, T. Mocek, P. Pira, J. Polan, J.J. Rocca, B. Rus, J. Sobota, L. Juha: Characterization of the focused beam from a D – článek ve sborníku ANG (RIV 2009)

10-Hz desktop capillary-discharge 46.9-nm laser, Proc. of the Damage to VUV, EUV, and X-Ray Optics II, April 21-23, 2009, Prague, Czech Republic, SPIE Vol. 7361 (2009), pp. 73610O(1-8) ISBN: 9780819476357

- 20 [D18] T. Mocek, K. Jakubczak, J. Polan, P. Homer, B. Rus, I.J. Kim, C.M. Kim, S.B. Park, T.K. Kim, G.H. Lee, C.H. Nam, J. Chalupský, V. Hájková, L. Juha: Highly efficient surface modification of solids by dual action of XUV/Vis-NIR laser pulses, X-Ray Lasers 2008: Proceedings of the 11th International Conference on X-ray Lasers, C.L.S. Lewis, D. Riley, Eds., Springer Proceedings in Physics 130, 401-407 (2009) D – článek ve sborníku ANG (RIV 2009)
- 21 [D19] K. Jakubczak, T. Mocek, J. Polan, P. Homer, B. Rus, I.J. Kim, C.M. Kim, S.B. Park, T.K. Kimb, G.H. Leeb, C.H. Namb, J. Chalupský, V. Hájková, L. Juha, J. Sobota, T. Foršt: Efficient materials processing by dual action of XUV/Vis-NIR ultrashort laser pulses, Proc. of the Damage to VUV, EUV, and X-Ray Optics II, April 21-23, 2009, Prague, Czech Republic, SPIE, Vol. 7361 (2009), pp. 73610A (1-5), edited by L. Juha, S. Bajt, R. Sobierajski, ISBN: 9780819476357 D – článek ve sborníku ANG (RIV 2009)
- 22 [D20] K. Jakubczak, T. Mocek, B. Rus, J. Hřebíček, M. Sawicka, I J. Kim, S.B. Park, T.K. Kim, G.H. Lee, C.H. Nam, J. Chalupský, V. Hájková, L. Juha, J. Sobota, T. Fořt: Improved efficiency of materials processing by dual action of XUV/Vis-NIR ultrashort laser pulses and comprehensive study of high-order harmonic source at PALS, Proc. of the Advances in X-Ray/EUV Optics and Components IV, August 3-5, 2009, San Diego, USA, SPIE, Vol. 7448 (2009), pp. 744806 (1-9), edited by Ali M. Khounsary, Christian Morawe, Shunji Goto ISBN: 9780819477385 D – článek ve sborníku ANG (RIV 2009)

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: **LC528/04/2009**

Název výsledku

Vývoj a aplikace plazmových rentgenových laserů

Abstrakt

Výsledky prací v oblasti vývoje a aplikací plazmových rentgenových laserů je možno rozdělit do dvou skupin. Do první z nich patří práce na vývoji rentgenových laserů nové generace, prováděné pracovníky Centra jednak v laboratoři Centra PALS [38], jednak v rámci zahraniční spolupráce s korejskými a francouzskými pracovišti [40], [D21-D26, D31]. Perspektivy vývoje rentgenových zdrojů na nových laserových zařízeních LASERIX a ELI jsou diskutovány ve společné práci [D32]. Ve druhé skupině jsou výsledky společných mezinárodních experimentů v laboratoři PALS, jež v roce 2009 probíhaly z pověření vedoucího oddělení rentgenových laserů Bedřicha Ruse pod vedením zkušené doktorandky Michaely Kozlové. O zinkovém rentgenovém laseru v laboratoři PALS pojednává přehledová práce [37], jeho využitím speciálně pro rentgenovou interferometrii povrchů optických prvků a pro diagnostiku hustého plazmatu se zabývají práce [D27] a [39, D28]. Měření opacity a teploty rentgenovým laserem PALS generované husté horké hmoty a aplikací nové zobrazovací techniky rentgenové spektroskopie jsou věnovány publikace [41] a [42]. Pracovníky Centra vyvinuté nové metody detekce změny fázového čela rentgenového paprsku po průchodu měřeným plazmatem a jejich diagnostické využití jsou popsány v konferenčních příspěvcích [D29, D30].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Plazmové rentgenové lasery nové generace, vyvíjené pracovníky Centra v laboratoři PALS a na jejich partnerských pracovištích v zahraničí, umožňují dosáhnout v ohnisku laserového paprsku intenzit měkkého rentgenového záření přesahujících 10^{13} W/cm². Tyto nové nástroje fyzikálního výzkumu slouží k výzkumu interakce rentgenového záření s hmotou v dříve nedostupných oborech hustot energie. Zpřístupňují laboratornímu zkoumání i zvláštní typ velmi hustého a relativně chladného plazmatu, tzv. horkou hustou hmotu, vyskytující se v přírodě např. v jádrech velkých planet. Experimenty prováděné v laboratoři PALS otvírají rovněž cestu k realizaci plazmových rentgenových zesilovačů a k aplikaci nových metod diagnostiky horkého a hustého laserového plazmatu, jež jsou nezbytné pro úspěšnou realizaci evropských laserových projektů HiPER a ELI.

3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Experimenty s rentgenovými lasery, prováděné v laboratoři PALS, jsou součástí vědeckého programu přípravné fáze evropského projektu HiPER a projektů vybraných konsorciem evropských laserových laboratoří LASERLAB II. Tyto vazby poskytují Centru PALS do budoucích let pevné místo v evropském výzkumném prostoru, a to jak v evropském programu výzkumu inerciální fúze, tak v oblasti laboratorní astrofyziky.

4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno

Kozlová Michaela Ing.

Spojení

266052620 kozlova@fzu.cz

Organizace

68378271 Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i. Na Slovance 1999 2 18221 Praha
8 www.fzu.cz

5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

| Číslo | Název dokumentu | Typ | Jazyk |
|-------|--|-----------------------|-------|
| 01 | [37] T. Mocek, B. Rus, M. Kozlová, J. Polan, P. Homer, | J – článek v odborném | ANG |

| | | | |
|----|--|--|-----|
| | K. Jakubczak, M. Stupka, D. Snopek, J. Nejd, M.H. Edwards, D.S. Whittaker, G.J. Tallents, P. Mistry, G.J. Pert, N. Booth, Z. Zhai, M. Fajardo, P. Zeitoun, J. Chalupský, V. Hájková, L. Juha: Plasma-based X-ray laser at 21 nm for multidisciplinary applications, European Physical Journal D 54 (2009) 439-444 | periodiku (časopise) (RIV 2009) | |
| 02 | [38] K. Jakubczak, T. Mocek, B. Rus, J. Polan, J. Hrebicek, M. Sawicka, J. Sobota, T. Fort, and L. Pina, Beam properties of fully optimized, table-top harmonic source at 30 nm, zasláno do Opto-Electronics Review | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 03 | [39] J.R. Davies, M. Fajardo, M. Kozlová, T. Mocek, J. Polan, B. Rus: Filamented plasmas in laser ablation of solids, Plasma Phys. Control. Fusion 51 (2009) 035013 (1) - 035013(12) | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 04 | [40] J.P. Goddet, S. Sebban, J. Gautier, Ph. Zeitoun, C. Valentin, F. Tissandier, T. Marchenko, G. Lambert, M. Ribières, D. Douillet, T. Lefrou, G. Iaquaniello, F. Burgy, G. Maynard, B. Cros, B. Robillard, T. Mocek, J. Nejd, M. Kozlová, K. Jakubczak: Aberration-free laser beam in the soft x-ray range, Opt. Lett. 34 (2009) 2438 – 2440 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 05 | [41] G.J. Tallents, N. Booth, M.H. Edwards, L.M.R. Gartside, D.S. Whittaker, Z. Zhai, B. Rus, T. Mocek, M. Kozlová, J. Polan, P. Homer: Measurements of opacity and temperature of warm dense matter heated by focused soft X-ray laser irradiation, High Energy Density Physics 5 (2009) 110 - 113 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 06 | [42] L. Labate, E. Förster, A. Giulietti, D. Giulietti, S. Höfer, T. Kämpfer, P. Köster, M. Kozlová, T. Levato, R. Löttsch, A. Lübcke, T. Mocek, J. Polan, B. Rus, I. Uschmann, F. Zamponi, L.A. Gizzi: Experimental investigation of fast electron transport in solid density matter: Recent results from a new technique of X-ray energy-encoded 2D imaging, Laser Part. Beams 27 (2009) 643 – 649 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 07 | [D21] H.T. Kim, C.M. Kim, K.A. Janulewicz, K.T. Kim, I.J. Kim, T.J. Yu, S.K. Lee., J.H. Sung, I.W. Choi, H. Stiel, J. Tümmeler, T. Mocek, J. Nejd, M. Kozlová, J. Lee: Research on the seeding of high-energy harmonic pulse into an x-ray lasing medium, Soft X-Ray Lasers and Applications VIII, edited by J. Dunn, G. J. Tallents, Proc. SPIE 7451, 74510W (2009) | D – článek ve sborníku (RIV 2009) | ANG |
| 08 | [D22] F.de Dortan, M. Busquet, A. Bar-Shalom, M. | D – článek ve sborníku | ANG |

- Klapisch, J. Oreg, B. Rus, M. Kozlová, J. Nejd: Influence of the number of atomic levels on the modelling of collisional X-ray lasers, Proceedings of the 11th International Conference on X-Ray Lasers, August 17-22, 2008, Belfast, UK, Springer Proceedings in Physics, Vol. 130 (2009), pp. 231-238, ISBN: 978-1-4020-9923-6 (RIV 2009)
- 09 [D23] J.P. Goddet, S. Sebban, O. Guilbaud, J. Gautier, Ph. Zeitoun, C. Valentin, F. Tissandier, T. Marchenko, G. Lambert, J. Nejd, B. Cros, G. Maynard, B. Robillard, S. Kazamias, K. Cassou, A. Klisnick, D. Ros, J. Benredjem, T. Mocek, M. Kozlová, K. Jakubczak: Characterization of a Seeded Optical-Field Ionized Collisional Soft X-Ray Laser, Proceedings of the 11th International Conference on X-Ray Lasers, August 17-22, 2008, Belfast, UK, Springer Proceedings in Physics, Vol. 130 (2009), pp. 135-142, ISBN: 978-1-4020-9923-6 D – článek ve sborníku ANG (RIV 2009)
- 10 [D24] J.P. Goddet, S. Sebban, O. Guilbaud, G. Maynard, B. Cros, J. Gautier, P. Zeitoun, C. Valentin, F. Tissandier, T. Marchenko, G. Lambert, D. Benredjem, A. Boudaa, A. Klisnick, D. Ros, S. Kazamias, K. Cassou, J. Habib, G. Jamelot, J.C. Lagron, D. Joyeux, S. De Rossi, D. Phalippou, F. Delmotte, M.F. Ravet, A. Calisti, T. Mocek, M. Kozlová, K. Jakubczak: Spatio-temporal characterization of an injected XUV laser, Proceedings of the UVX 2008: 9th Colloquium on Coherent and Incoherent UV, VUV, and X Sources: Applications and Recent Developments, Dourdan, France, OCT 07-10, 2008, pp.51-56 (2009) ISBN: 978-2-7598-0462-7 D – článek ve sborníku ANG (RIV 2009)
- 11 [D25] J.P. Goddet, S. Sebban, Ph. Zeitoun, J. Gautier, C. Valentin, F. Tissandier, T. Marchenko, G. Lambert, J. Nejd, B. Cros, G. Maynard, B. Robillard, T. Mocek, M. Kozlová, K. Jakubczak: Spatial Filtering of High Order Harmonics by an OFI Plasma Amplifier, Proceedings of the 11th International Conference on X-Ray Lasers, August 17-22, 2008, Belfast, UK, Springer Proceedings in Physics, Vol. 130 (2009), pp. 153-160, ISBN: 978-1-4020-9923-6 D – článek ve sborníku ANG (RIV 2009)
- 12 [D26] D. Ros, O. Guilbaud, S. Kazamias, M. Pittman J.-C. Lagron, B. Zielbauer, J. Habib, J.-P. Chambaret, G. Mourou, K. Cassou, B. Cros, G. Maynard, Ph. Zeitoun, S. Sebban, J. Gautier, A. Klisnick, S. de Rossi, S. Jacquemot, P. Audebert, B. Rus, D.Zimmer, T. Kühl: Perspectives of XUV sources development on LASERIX facility, ILE and ELI, Proc. of the Soft X-Ray Lasers and Applications VIII, August 4-6, 2009, San Diego, USA, D – článek ve sborníku ANG (RIV 2009)

SPIE, Vol. 7451 (2009), pp. 74510A (1-8) ISBN: 9780819477415

- 13 [D27] D. Margarone, M. Kozlová, J. Nejd, B. Rus, T. Mocek, P. Homer, J. Polan, M. Stupka, G. Jamelot, K. Cassou, S. Kazamias, A. Klisnick, D. Ros, H. Bercegol, C. Danson, S. Hawkes: Laser-induced damage studies in optical elements using X-ray laser interferometric microscopy, Proc. of the Damage to VUV, EUV, and X-Ray Optics II, April 21-23, 2009, Prague, Czech Republic, SPIE Vol. 7361 (2009), pp. 73610N(1-11) ISBN: 9780819476357 D – článek ve sborníku (RIV 2009) ANG
- 14 [D28] M. Kozlová, B. Rus, T. Mocek, J. Polan, P. Homer, D. Snopek, K. Jakubczak, M. Fajardo, A. Barszczak Sardinha: High Resolution X-Ray Laser Backlighting of Plasmas Using Spatial Filtering Technique, Proceedings of the 11th International Conference on X-Ray Lasers, August 17-22, 2008, Belfast, UK, Springer Proceedings in Physics, Vol. 130 (2009), pp. 417-425, ISBN: 978-1-4020-9923-6 D – článek ve sborníku (RIV 2009) ANG
- 15 [D29] P. Homer, B. Rus, J. Nejd, J. Polan: Wavefront sensing of XUV beams, Proc. of the EUV and X-Ray Optics: Synergy between Laboratory and Space, April 20-22, 2009, Prague, Czech Republic, SPIE, Vol. 7360 (2009), pp. 736010 (1-11) ISBN: 9780819476340 D – článek ve sborníku (RIV 2009) ANG
- 16 [D30] J. Nejd, M. Kozlová: Plasma density-gradient measurement using x-ray laser wave-front distortion, Proc. of the Soft X-Ray Lasers and Applications VIII, August 4-6, 2009, San Diego, USA, SPIE, Vol. 7451 (2009), pp. 745117 (1-7) ISBN: 9780819477415 D – článek ve sborníku (RIV 2009) ANG
- 17 [D31] J. Nejd, T. Mocek, B. Rus, S. Sebban, B. Wellegehausen: Innershell X-Ray Laser in Sodium Vapor: Final Steps Towards Experimental Verification, Proceedings of the 11th International Conference on X-Ray Lasers, August 17-22, 2008, Belfast, UK, Springer Proceedings in Physics, Vol. 130 (2009), pp. 557-562, ISBN: 978-1-4020-9923-6 D – článek ve sborníku (RIV 2009) ANG
- 18 [D32] T.W.J. Dzelzainis, F.Y. Khattak, B. Nagler, S. Vinko, T. Whitcher, A.J. Nelson, R.W. Lee, S. Bajt, S. Toleikis, R. Fäustlin, T. Tschentscher, L. Juha, M. Kozlová, J. Chalupský, V. Hájková, J. Krzywinski, R. Soberierski, M. Jurek, M. Fajardo, F. B. Rosmej, P. Heinmann, J. S. Wark, D. Riley: Emission Spectroscopy from an XUV Laser Irradiated Solid Target, Proceedings

of the 11th International Conference on X-Ray Lasers,
August 17-22, 2008, Belfast, UK, Springer Proceedings
in Physics, Vol. 130 (2009), pp. 549-555, ISBN: 978-1-
4020-9923-6

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: **LC528/05/2009**

Název výsledku

Produkty plazmochemických reakcí v laserem generovaných jiskrových výbojích

Abstrakt

V toto bloku jsou shrnuty výsledky studia plazmochemických reakcí v laserem generovaných jiskrových výbojích, jehož cílem je napodobit v kontrolovaných laboratorních podmínkách účinky dějů o vysoké hustotě energie (blesků, impaktů) na různé planetární atmosféry včetně praatmosféry Země a objasnit vztahy mezi fyzikálními charakteristikami laserových jisker a jejich chemickými projevy. K iniciaci laserových jisker využívali L. Juha (FZÚ), S. Civiš (ÚFCH-JH) a jejich spolupracovníci a doktorandi infračerveného laserového systému PALS. Produkty plazmochemických reakcí analyzovali s využitím optické, infračervené a hmotové spektroskopie, chromatografie, izotopového značení použitých látek a dalších technik [44, 47-49]. Své výsledky podali komunitě pracovníků na poli prebiotické chemie v ISSOL čísle Origins of Life and Evolution of Biosphere [44-47]. Pro prezentaci výsledků zvolili též Chem. Phys. Lett. [43] jako tradiční časopis chemické fyziky.

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Získané informace o chemickém vývoji zájmových plyných soustav v laserovém jiskrovém výboji umožňuje porozumět mechanismům tvorby chirálních produktů v daných experimentálních podmínkách a aplikovat tyto poznatky na analogické přírodní prebiotické chemické děje.

3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Vyvinuté experimentální techniky umožňují v kontrolovaných podmínkách podrobně zkoumat dynamiku a produkty plazmochemických procesů probíhajících ve směsích plynů při vysokých hustotách energie za atmosférického tlaku. Výsledky jsou originálním přínosem Centra laserového plazmatu k poznání procesů, jež mohly přispět ke vzniku života v dávné atmosféře naší Země.

4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno **Juha Libor Ing. CSc.**

Spojení 266052741 juha@fzu.cz

Organizace 68378271 Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i. Na Slovance 1999 2 18221 Praha 8 www.fzu.cz

5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

| Číslo | Název dokumentu | Typ | Jazyk |
|-------|--|---|-------|
| 01 | [43] M. Ferus, I. Matulková, L. Juha, S. Civiš: Investigation of laser-plasma chemistry in CO-N ₂ -H ₂ O mixtures using O ¹⁸ labeled water, Chemical Physics Letters 472 (2009) 14-18 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 02 | [44] J. Cihelka, I. Matulková, K. Sovova, M. Kamas, P. Kubelík, M. Ferus, L. Juha, S. Civiš: Optical Emission Spectroscopy of High-Power Laser-Induced Dielectric Breakdown in Molecular Gases and Their Mixtures: Investigating Early Stages of Plasma Chemical Action in | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |

Planetary Atmosphere, Orig. Life Evol. Biosph. 39 (2009)
227 - 227

- | | | | |
|----|--|---|-----|
| 03 | [45] S. Civiš, M. Civiš, R. Rašín, M. Kamas, K. Dryahina, P. Španěl, L. Juha, M. Ferus: Spectroscopic Investigations of High-Power Laser Sparks in Gas Mixtures Containing Methane: A Laboratory Model of Energetic Events in Strongly Reduced Planetary Atmospheres, Orig. Life Evol. Biosph. 39 (2009) 217 – 217 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 04 | [46] M. Ferus, P. Kubelík, L. Juha, S. Civiš: Investigation of Laser Plasma Chemistry in CO ₂ -N ₂ -H ₂ O Using O ¹⁸ Labeled Water, Orig. Life Evol. Biosph. 39 (2009) 245 – 245 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 05 | [47] K. Sovová, I. Matulková, M. Kamas, K. Dryahina, P. Španěl, L. Juha, S. Civiš: SIFT-MS Analysis of Molecular Gas Mixtures Exposed to High-Power Laser Plasmas: Laboratory Simulation of High-Energy-Density Events in Early Earth's Atmospheres, Orig. Life Evol. Biosph. 39 (2009) 249 – 250 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 06 | [48] J. Cihelka, I. Matulková, S. Civiš: Laser diode photoacoustic and FTIR laser spectroscopy of formaldehyde in the 2.3 microm and 3.5 microm spectral range, Mol. Spectrosc. 256 (2009) 68 - 74 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 07 | [49] Vitek P., Jehlička J., Frank O., Hamplová V., Pokorná Z., Juha L., Boháček Z.: Optimizing Conditions for Ultrasound Extraction of Fullerenes from Coal Matrices, Fuller. Nanotub. Carbon Nanostruct. 17 (2009) 109 – 122 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: **LC528/06/2009**

Název výsledku

Částicové modelování a teorie urychlování částic femtosekundovými laserovými pulsy

Abstrakt

Byla ukázána možnost zvýšení energie urychlených protonů a zvýšení účinnosti konverze laserové energie do urychlených protonů v terčích s omezenou hmotou [51], [D33], [D40]. Interpretovali jsme experiment [53], ve kterém byl tento jev změřen při zmenšování plochy malých částí tenké fólie. Bylo navrženo zvýšení účinnosti urychlování iontů pomocí nanostruktury na přední části fólie [50], [D34], [D36] a vhodný terč byl realizován [D37]. Aplikací urychlených iontů pro inerciální fúzi se zabývá [D38]. Ukázali jsme, že při velkých úhlech dopadu laseru mohou být ionty urychlovány podél povrchu terče na energie větší než v kolmém směru [52], [D35]. Významným příspěvkem ke studiu možnosti zapálení inerciální fúze rázovou vlnou (SI -Shock Ignition) jsou naše studie parametrických nestabilit při šíření laserového svazků rozvinutou korónou terčů pro inerciální fúzi [54], [D39].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Na základě našich studií a za naší účasti bylo poprvé experimentálně prokázáno zvýšení energie a podstatně zvýšení konverze energie laseru do urychlených iontů při zmenšení povrchu tenké fólie. Na základě našich výpočtů byl na Katedře fyzikální elektroniky FJFI vyvinut vhodný terč pro demonstraci zvýšení účinnosti konverze energie pomocí nanostruktur na přední straně fólie. Bylo poprvé ukázáno, že vzájemné ovlivňování SBS a SRS může zajistit dostatečnou účinnost absorpce laserového záření v módu vhodném pro generaci rázové vlny pro Shock Ignition.

3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Na základě uvedených výsledků jsme zváni k návrhu a interpretaci výsledků experimentů v LULI, École Polytechnique a v CEA Saclay, Francie. Vylepšení 1D3V PIC kódu, které jsme provedli pro studie parametrických nestabilit, nám umožní studovat jevy, které konkurenční skupiny studovat nemohou. V této souvislosti chceme upozornit, že náš výsledek z roku 2008, publikovaný v článku O. Klimo et al., Phys. Rev. ST Accel. Beams 11, 031301 (2008), dosáhl významného mezinárodního ohlasu (45 citací podle databáze WoS) a experimentální ověření naší myšlenky bylo publikováno v prosinci 2009 (A. Henig et al., Phys.Rev. Lett 103, 245003).

4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

| | |
|------------|---|
| Celé jméno | Limpouch Jiří Prof. Ing. CSc. |
| Spojení | 283072275 jiri.limpouch@fjfi.cvut.cz |
| Organizace | 68407700 ČVUT Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská Břehová 7 11519 Praha 1 www.fjfi.cvut.cz |

5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

| Číslo | Název dokumentu | Typ | Jazyk |
|-------|---|---|-------|
| 01 | [50] S. Kawata, Y. Nodera, J. Limpouch, O. Klimo: Efficient Production of Proton Beam in Laser-Illuminated Tailored Microstructured Target, IEEE Transactions on Plasma Science 37 (Issue 4, Part 1), April 2009, pp. 481-486 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |

| | | | |
|----|---|---|-----|
| 02 | [51] A. A. Andreev, J. Limpouch, J. Psikal, K. Yu. Platonov, V. T. Tikhonchuk: Laser ion acceleration in mass limited targets, European Physical Journal - Special Topics 175 (2009), pp. 123-126 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 03 | [52] J. Psikal, V. T. Tikhonchuk, J. Limpouch, O. Klimo: Lateral hot electron transport and ion acceleration in femtosecond laser pulse interaction with thin foils, Physics of Plasmas 17 (2010), Art. No. 013102 (8 pages) | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 04 | [53] Buffechoux S., K. Ziel, M. Nakatsutsumi, L. Romagnani, A. Andreev, J. Psikal, M. Amin, P. Antici, S. Fourmaux, A. Mancic, M. Tambo, M. Bussmann, S. Kraft, U. Schramm, V. Tikhonchuk, H. Pépin, P. Audebert, O. Willi, T.E. Cowan, M. Borghesi, J. Fuchs: Enhanced laser-driven proton-acceleration induced by transverse refluxing of hot electrons in limited mass targets, Physical Review Letters, 2009, submitted | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 05 | [54] O Klimo, S Weber, V T Tikhonchuk, J Limpouch: Particle in Cell Simulations of Laser Plasma Interaction for the Shock Ignition Scenario, Plasma Physics & Controlled Fusion, 2009, submitted | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 06 | [D33] J. Psikal, V. T. Tikhonchuk, E. D'Humieres, J. Limpouch, O. Klimo: Enhanced laser proton acceleration in mass-limited targets, 36th EPS Conference on Plasma Phys. Sofia, June 29 - July 3, 2009 ECA Vol.33E, P-1.008 (2009) | D – článek ve sborníku (RIV 2009) | ANG |
| 07 | [D34] O. Klimo, J. Limpouch, S. Kawata: Acceleration of ions from ultrathin foils driven by short intense high-contrast laser pulses, 36th EPS Conference on Plasma Phys. Sofia, June 29 - July 3, 2009 ECA Vol.33E, P-1.006 (2009) | D – článek ve sborníku (RIV 2009) | ANG |
| 08 | [D35] J. Psikal, J. Limpouch, O. Klimo, V. T. Tikhonchuk: Lateral hot electron transport and ion acceleration in femtosecond laser pulse interaction with thin foils, Proceedings 6th International Conference on Inertial Fusion Sciences and Applications, San Francisco, USA, 6.9.-11.9.2009, Journal of Physics: Conference Series, 2009, submitted. | D – článek ve sborníku (RIV 2009) | ANG |
| 09 | [D36] S. Kawata, Y. Nodera, K. Takahashi, Y. Ma, Z.M. Sheng, O. Klimo, J. Limpouch, Q/ Kong, A. Andreev, P. Wang: Efficient Laser Ion acceleration in an Intense-Short-Pulse-Laser Foil Interaction, Proceedings of | D – článek ve sborníku (RIV 2009) | ANG |

Conference on Lasers & Electro Optics CLEO/PACIFIC
RIM '09. Shanghai, Chine, 31.8. – 3.9. 2009, IEEE
Konference Proceedings 2009

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: **LC528/07/2009**

Název výsledku

Hydrodynamické simulace interakce laserových pulzů s terčí

Abstrakt

Naše nové poznatky z oblasti remapování v metodě ALE byly shrnuty v publikacích [57], [58], [D42], [D43], možnosti paralelizace metody jsou diskutovány v [D45]. Pokračovali jsme ve vývoji kódu PALE (Prague Arbitrary Lagrangian Eulerian code) vylepšením modelování absorpce laserového záření plazmatem [D41], [D44]. Vznikla úplně nová verze kódu PALE, napsaná v jazyce Fortran 90. Kód PALE byl použit pro modelování interakce laserového pulsu s terčem z dvojité folie z hliníku a hořčíku [56]. Byla studována možnost rychlého zapálení inerciální fúze [55], [D46].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Nově byla použita metoda typu FCT (Flux Corrected Transport) pro zachování monotonicity při remapování a vývoji nového typu remapování rychlosti se sníženou disipací v metodě ALE. Kód PALE byl použit k modelování experimentu na PALSu a byly získány nové poznatky o interakci laserového plazmatu se stěnou z modelování dvojité folie. Bylo zkoumáno rozdělení absorbované energie iontů a bylo ukázáno, že ve většině případů nedochází ke vzniku Braggova píku.

3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Nové algoritmy pro metodu ALE umožňují přesnější modelování interakce laserového záření s různými terči. Hydrodynamické simulace pomocí kódu PALE přispívají významně k interpretaci experimentů na laseru PALS.

4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno

Liska Richard Doc. Ing. CSc.

Spojení

224358614 liska@siduri.fjfi.cvut.cz

Organizace

68407700 ČVUT Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská Břehová 7 11519
Praha 1 www.fjfi.cvut.cz

5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

| Číslo | Název dokumentu | Typ | Jazyk |
|-------|---|--|-------|
| 01 | [55] S. Yu. Gus'kov, D. V. Il'in, J. Limpouch, O. Klimo, V.R. Sherman: Ion beam parameters and peculiarities of its stopping in plasma for fast ignition of inertial fusion, Plasma Physics Reports 2009, submitted | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 02 | [56] O. Renner, R. Liska, F.B. Rosmej: Laser-produced plasma-wall interaction, Laser and Particle Beams, Volume 27, Issue 04, December 2009, pp 725-731 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 03 | [57] R. Liska, M. Shashkov, P. Váchal, B. Wendroff: Optimization-based Synchronized Flux-corrected Conservative Interpolation (remapping) of Mass and Momentum for Arbitrary Lagrangian-Eulerian Methods, | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |

Journal of Computational Physics, 2009, In press.
doi:10.1016/j.jcp.2009.10.039

- 04 [58] D. Bailey, M. Berndt, M. Kuchařík, M. Shashkov: J – článek v odborném ANG
Reduced-dissipation remapping of velocity in staggered periodiku (časopise)
arbitrary Lagrangian-Eulerian methods, Journal of (RIV 2009)
Computational and Applied Mathematics, 2009, In press.
doi:10.1016/j.cam.2009.09.008
- 05 [D45] Ľ. Bednárík: Paralelní algoritmy pro numerické D – článek ve sborníku ANG
řešení hydrodynamiky laserového plasmatu, (RIV 2009)
Doktorandské dny 2009 sborník workshopu doktorandů
FJFI oboru Matematické inženýrství (2009), 1-17, ISBN
978-80-01-04436-0

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: **LC528/08/2009**

Název výsledku

Interakční experimenty se strukturovanými terči a klastry

Abstrakt

Podíleli jsme se na návrhu a interpretaci experimentu [59], [D48], zaměřeného na studium interakce multikilojoulového laserového svazku s pěnou o podkritické hustotě na 30-kJ laseru LIL v Le Barp ve Francii. Spektroskopicky byla studována interakce řídkého expandujícího plazmatu s hustým neideálním plazmatem [D47]. Byl navržen kompaktní Nomarského interferometr a byl použit pro studium interakce femtosekundového laseru s klastry [60], [D49], [D51], [D53]. Byla zkoumána použitelnost komplexní interferometrie při diagnostiku interakcí femtosekundového laserového pulsu s terči [61], [D50], [D52].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Bylo demonstrováno vyhlazení nehomogenit ozáření terče průchodem laserového svazku vrstvou pěny o podkritické hustotě. Byly získány poznatky o procesu brzdění iontů v hustém neideálním plazmatu. Nový návrh interferometru byl použit v oblasti studia interakce femtosekundových pulsů s klastry. Poprvé byla demonstrována komplexní interferometrie pro femtosekundové laserové pulsy.

3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Úspěch experimentu vyhlazování laserového svazku otevírá cestu k vylepšeným terčům pro přímo hnanou inerciální fúzi. Na základě těchto výsledků jsme byli přizváni k přípravě nového experimentu, který by měl být proveden v roce 2010 v ILE Osaka, Japonsko. Interferometrická diagnostika, vyvinutá ve spolupráci s KAERI, Korejská republika, je použitelná i v naší laboratoři femtosekundového laseru.

4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno **Limpouch Jiří Prof. Ing. CSc.**
Spojení 283072275 jiri.limpouch@fffi.cvut.cz
Organizace 68407700 ČVUT Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská Břehová 7 11519
Praha 1 www.fffi.cvut.cz

5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

| Číslo | Název dokumentu | Typ | Jazyk |
|-------|---|---|-------|
| 01 | [59] S. Depierreux, C. Labaune, D. T. Michel, C. Stenz, P. Nicolai, M. Grech, G. Riazuelo, S. Weber, C. Riconda, V.T. Tikhonchuk, P. Loiseau, N.G. Borisenko, W. Nazarov, S. Hüller, D. Pesme, M. Casanova, J. Limpouch, C. Meyer, P. Di-Nicola, R. Wrobel, E. Alozy, P. Romary, G. Thiell, G. Soullie, C. Reverdin, B. Villette: Laser Smoothing and Imprint Reduction with a Foam Layer in the Multikilojoule Regime, Phys. Rev. Lett. 102 (2009) , Art. No. 195005 (4 pages) | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 02 | [60] Kalal, M, Slezak, O, Martinkova, M, Rhee, Y J: Compact Design of Nomarski Interferometer and its | J – článek v odborném periodiku (časopise) | ANG |

- Application in Diagnostics of Coulomb Explosions of Deuterium Clusters, Journal of the Korean Physical Society, Vol. 56, No. 1, 2010. (RIV 2009)
- 03 [61] M. Kálal, M. Martínková, Y-J Rhee: Feasibility Studies of Deuterium Clusters Spatial Density Distribution Measurements by Complex Interferometry, submitted to Journal of the Korean Physical Society, 2010 J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG
- 04 [D47] O. Renner, E. Krouský, R. Liska, M. Šmíd, O. Larroche, E. Dalimier, F.B. Rosmej: Direct spectroscopic observation of ion deceleration accompanying laser plasma-wall interaction, Inertial Fusion Sciences and Applications, IFSA, September 6-11, 2009, San Francisco D – článek ve sborníku (RIV 2009) ANG
- 05 [D48] C Labaune, S Depierreux, V T Tikhonchuk, D T Michel, C Stenz, N G Borisenko, Ph Nicolai, S Hüller, D Pesme, P Loiseau, P-E Masson-Laborde, M Casanova, M Grech, G Riazuelo, C Riconda, S Weber, S Darbon, R Wrobel, E Alozy, A Casner, C Meyer, P Romary, G Thiell, W Nazarov, J Limpouch: Laser-plasma interaction physics in multi kilojoule experiments, Proceedings 6th International Conference on Inertial Fusion Sciences and Applications, San Francisco, USA, 6.9.-11.9.2009, Journal of Physics: Conference Series, 2009, submitted D – článek ve sborníku (RIV 2009) ANG
- 06 [D49] M. Martínková, M. Kálal, Y.J. Rhee: Coulomb Explosions of Deuterium Clusters Studied by Compact Design of Nomarski Interferometer, Proceedings 6th International Conference on Inertial Fusion Sciences and Applications, San Francisco, USA, 6.9.-11.9.2009, Journal of Physics: Conference Series, 2009, submitted D – článek ve sborníku (RIV 2009) ANG

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: **LC528/09/2009**

Název výsledku

Využití SBS pro IFE

Abstrakt

Námi navržená unikátní metoda plně automatické samonavigace laserových svazků na injektované termonukleární terčičky využívající metody fázově konjugovaných zrcadel realizovaných pomocí stimulovaného Brillouinova rozptylu prošla po své první sérii experimentů, při které byl ověřován princip metody [62], další etapou úspěšných testů [63], kdy bylo použito ozáření ocelových kuliček průměru 4 mm (tedy stejného, jako se v současné době předpokládá u IFE terčů). Zároveň došlo k určení přípustné maximální úrovně absorbované energie laserového záření IFE terčičky v procesu jejich primární iluminace, při níž ještě do příchodu zesíleného výkonového pulsu nedojde k negativnímu ovlivnění (předohřevu) kryogenního stavu termonukleárního paliva [D54 - D60].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Byla nalezena konfigurace umožňující použití stejných optických trajektorií při vstupu do terčové komory jak v případě iluminačních, tak i výkonových laserových svazků, což významným způsobem zjednodušuje konstrukci terčové komory. Při použití navržené metody navíc odpadá nutnost mechanického dostavování rozměrných finálních zrcadel, což umožní použití většího počtu laserových svazků, které tak lze snáze zkonstruovat pro potřebnou opakovací frekvenci.

3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Navržené technice se dostává velmi vlídného přijetí na mezinárodní scéně, neboť doposud neexistuje jiná alternativní metoda navádění svazků, která by se jevila jako v praxi aplikovatelná. Zároveň se rozšiřuje i okruh zájemců o spolupráci v tomto oboru.

4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno **Kálal Milan Doc. Ing. CSc.**

Spojení 221912274 kalal@troja.fjfi.cvut.cz

Organizace 68407700 ČVUT Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská Břehová 7 11519
Praha 1 www.fjfi.cvut.cz

5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

| Číslo | Název dokumentu | Typ | Jazyk |
|-------|---|---|-------|
| 01 | [62] Kalal, M, Martinkova, M, Slezak, O, Kong, H J, Yoon, J W: SBS PCM Technique Applied for Aiming at IFE Pellets: First Tests with Amplifiers and Harmonic Conversion, Journal of the Korean Physical Society, Vol. 56, No. 1, 2010 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 02 | [63] O. Slezák, M. Kálal, and H.J. Kong: Phase-locked stimulated Brillouin scattering seeded by a transient acoustic wave excited through an optical interference field, submitted to Journal of the Korean Physical | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |

Society, 2010

- 03 [D54] Kalal, M., H. J. Kong, E. Koresheva, M. Martinkova, O. Slezak, S. A. Startsev: Current Status of the SBS PCM Approach to Self-Navigation of Lasers on IFE Targets, Proceedings 6th International Conference on Inertial Fusion Sciences and Applications, San Francisco, USA, 6.9.-11.9.2009, Journal of Physics: Conference Series, 2009, accepted D – článek ve sborníku (RIV 2009) ANG
- 04 [D55] O. Slezák, H.J. Kong, M. Kálal: Phase Control of SBS Seeding by Optical Interference Pattern Clarified: Direct Applicability for IFE Laser Driver, Proceedings 6th International Conference on Inertial Fusion Sciences and Applications, San Francisco, USA, 6.9.-11.9.2009, Journal of Physics: Conference Series, 2009, submitted D – článek ve sborníku (RIV 2009) ANG

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: **LC528/10/2009**

Název výsledku

Laserová diagnostika pro OPCPA experimenty

Abstrakt

Výsledky práce na dvoustupňovém OPCPA systému v laboratoři SOFIA ve FZÚ AV ČR jsou shrnuty v časopisecké publikaci [64]. Počítačová simulace průchodu svazku jódového čerpacího laseru optickou dráhou až k prvnímu nelineárnímu krystalu pomocí specializovaného softwaru GLAD (General Laser Analysis and Design) byla součástí doktorské disertační práce J. Dostála [S2]. Jsou v ní popsány změny rozložení intenzity laserového svazku při jeho průchodu všemi pasivními i aktivními optickými prvky systému SOFIA, včetně výpočtu zisku v zesilovačích a v nelineárních optických krystalech. Modelová data pak byla porovnána se změřeným profilem intenzity svazku 3. harmonické před vstupem do nelineárního optického krystalu v první větvi optického parametrického zesilovače. Diplomant J. Huynh proměřil profil jalového svazku optického parametrického oscilátoru MOPO-HF systému SOFIA [S3]. Významným přínosem byl nový systém automatického nastavování laserového paprsku [65] a nově vyvinuté techniky diagnostiky femtosekundových laserových pulzů [D61,D62].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Porovnání vypočteného a změřeného profilu intenzity svazku 3. harmonické dalo podklad pro návrh dalších úprav laserového systému SOFIA, jejichž cílem je zlepšit strukturu čerpacího laserového svazku a zvýšit jeho intenzitu. Byla vyvinuta levná a jednoduchá originální technika diagnostiky ultrakrátkých laserových pulzů, jejíž základ je v současné době předmětem patentového řízení.

3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Laboratoř SOFIA patří mezi naše přední pracoviště zabývající se vývojem laserových systémů s ultrakrátkými pulzy. Praktické zkušenosti s metodami generování a diagnostiky femtosekundových laserových pulzů, které zde získávají mladí pracovníci Centra a studenti, budou záhy využity při vývoji fs laserů s vysokou opakovací frekvencí v rámci právě startujícího projektu HiLASE a v dlouhodobější perspektivě při realizaci ESFRI projektu ELI.

4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno **Turčičová Hana RNDr. CSc.**

Spojení 266052786 turcic@fzu.cz

Organizace 68378271 Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i. Za Slovankou 1999 2 18221 Praha 8 www.fzu.cz

5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

| Číslo | Název dokumentu | Typ | Jazyk |
|-------|---|---|-------|
| 01 | [64] J. Dostál, H. Turčičová, B. Králiková, L. Král, J. Huynh: Iodine photodissociation laser SOFIA with MOPO-HF as a solid-state oscillator, Applied Physics B: Laser and Optics 97 (2009) 687-694 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 02 | [65] L. Král: Automatic beam alignment system for a pulsed infrared laser, Review of Scientific Instruments 80 | J – článek v odborném periodiku (časopise) | ANG |

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: **LC528/11/2009**

Název výsledku

Modelování generace tvrdého rentgenového záření při interakci laserového svazku s terčíkem

Abstrakt

Za účelem optimalizace emise plazmové koróny v rentgenové oblasti byl navržen a na Univerzitě Duisburg-Essen realizován experiment zkoumající závislost výtěžku K-alfa záření na gradientu koncentrace a na úhlu dopadu laserového svazku. Aby bylo možno dosáhnout dobrého kvantitativního popisu produkce K-alfa záření, je nutné zjistit energii a počet rychlých elektronů získaných laserovým ohřevem a následně vypočítat výtěžek K-alfa záření z takto získaného rozdělení rychlých elektronů letících do pevného terče. Za tímto účelem byl použit PIC 1D3V relativistický kód BOPS umožňující simulovat interakci dopadajícího svazku s různě rozvinutým plazmatem (v závislosti na časovém posunu předpulzu) – viz práce [66,68], jejichž spoluautorem je pracovník Centra M. Mašek. M. Mašek se spolu s K. Rohlenou paralelně zabývali teoretickým studiem nelineární Ramanovy nestability v laserovém plazmatu a své nové výsledky opublikovali v roce 2009 v pracích [62] a [D63].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Srovnání experimentálních a simulačních dat z experimentu na generaci K-alfa záření ukázalo, že nejvýznamnějším absorpčním mechanismem je v daném případě rezonanční (bezesrážková) absorpce. Podíl absorbované energie laserového pulzu a jeho parametrické závislosti, vyplývající z numerických simulací, kvalitativně odpovídají experimentálně zjištěným údajům.

3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Výsledek shrnuje nové poznatky v oblasti modelování generace tvrdého rentgenového záření při interakci laserového svazku s terčíkem. Umožňuje stanovit podmínky pro dosažení optimálního výtěžku záření u laserových rentgenových zdrojů.

4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno **Rohlena Karel RNDr. CSc.**

Spojení 266052792 rohlena@fzu.cz

Organizace 68378271 Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i. Na Slovance 1999 2 18221 Praha
1 www.fzu.cz

5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

| Číslo | Název dokumentu | Typ | Jazyk |
|-------|--|---|-------|
| 01 | [66] P. Gibbon, M. Mašek, U. Teubner, W. Lu, M. Nicoul, U. Shymanovich, A. Tarasevitch, P. Zhou, K. Sokolowski-Tinten, D. von der Linde: Modelling and optimisation of fs laser-produced K (alpha) sources, Applied Physics A-Materials Science & Processing 96 (2009) 22-31 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 02 | [67] M. Mašek, K. Rohlena: Novel features of non-linear Raman instability in a laser plasma, European Physical Journal D 56 (2009) X-XX | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |

- 03 [68] W. Lu, M. Nicoul, U. Shymanovich, A. Tarasevitch, P. Zhou, K. Sokolowski-Tinten, D. von der Linde, M. Mašek, P. Gibbon, U. Teubner: Optimized K alpha x-ray flashes from femtosecond-laser-irradiated foils, Physical Review E 80 (2009) 026404(1)-026404(10) J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) ANG
- 04 [D63] M. Mašek, K. Rohlena: Raman scattering from a laser plasma with enhanced collisions, 36th EPS Conference on Plasma Physics, Sofia, Bulgaria, June 29 - July 3, 2009 ECA Vol.33E, D-1.001 (2009), ISBN: 2-914771-61-4 D – článek ve sborníku (RIV 2009) ANG

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: **LC528/12/2009**

Název výsledku

Numerické modelování a experimentální výzkum pinčujících kapilárních výbojů

Abstrakt

Práce v oblasti numerického modelování a experimentálního výzkumu pinčujících kapilárních výbojů, prováděné v roce 2009 P.Vrbou, L. Pínou a jejich spolupracovníky, navázaly na výsledky výzkumu započatého v minulých letech [71] a [D64-D70]. Na základě numerických simulací s využitím dvourozměrného kódu ZSTAR (Z*engine) byly nalezeny optimální parametry zdroje rentgenového záření v oblasti vlnových délek 2 - 4 nm, pracujícího na bázi rychlého nerovnovážného kapilárního výboje v dusíku. Optimalizace výbojového systému byla provedena v závislosti na počátečním molekulárním tlaku dusíku. Simulace ukázaly, že při amplitudě proudového impulsu 20 kA a čtvrtperiodě 115 ns lze v aluminové kapiláře o poloměru 0,165 cm a délce 20 cm zahřát plazma na elektronovou teplotu ~ 40 eV, při dostatečné hustotě elektronů (~ $8 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$) a odpovídajícím stupni ionizace ($Z = 5$). Pětkrát ionizované heliu-podobné ionty se udržují po dobu ~ 100 ns prakticky v celém objemu kapiláry. Nejintenzivnější spektrální čára s vlnovou délkou 2,878 nm odpovídá přechodu $1s^2 - 1s2p$, největší intenzitu záření v oblasti vodního okna lze očekávat při tlaku ~ 650 mTorr. Sloupec horkého plazmatu je stabilní po dobu větší než čtvrtperioda proudového impulsu, nestability se objevují až v jeho 3. a 4. čtvrtperiodě. Vypočtené časové údaje pro maximální hodnotu amplitudy záření se shodují s experimentálně zjištěnými daty pro pinč. Kromě toho byly dokončeny práce zaměřené na výpočet optimálního zisku koherentního záření v boron-nitridové kapiláře [69, 70]. Část prací týkajících se vlivu ablujícího materiálu z povrchu kapiláry na podmínky vzniku koherentního záření s vlnovou délkou $\lambda = 26.23 \text{ nm}$ (změnu zisku) provedl doktorand J. Hübner [D65].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Získané výsledky jsou originálním příspěvkem v oboru vývoje kapilárních zdrojů rentgenového záření. Poskytují experimentátorům potřebné údaje o parametrech výboje v dusíkem plněné a v boron-nitridové kapiláře z hlediska dosažení optimálního zisku rentgenového záření v požadované spektrální oblasti.

3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Získané modelové výsledky budou využity pro realizaci zdrojů nekoherentního rentgenového záření v oblasti vodního okna (2-4 nm), vhodných pro praktické aplikace v biologii a medicíně. Výsledky výpočtů zisku záření v boron nitridové kapiláře poslouží při vývoji kapilárních rentgenových laserů na vlnové délce 26 nm, využitelných pro rentgenové ablační technologie.

4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno

Vrba Pavel Ing. CSc.

Spojení

266052521 vrba@ipp.cas.cz

Organizace

61389021 Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i. Za Slovankou 1782 3 18200
Praha 8 www.ipp.cas.cz

5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

| Číslo | Název dokumentu | Typ | Jazyk |
|-------|--|--|-------|
| 01 | [69] P.Vrba, N.A. Bobrova, P.V.Sasorov, M.Vrbova, J. Hubner: Modelling of Capillary Z- Pinch Recombination | J – článek v odborném periodiku (časopise) | ANG |

| | | | |
|----|---|---|-----|
| | Pumping of Boron Extreme Ultraviolet Laser, Physics of Plasmas 16, 0703105 | (RIV 2009) | |
| 02 | [70] P. Vrba, M. Vrbová, N. A. Bobrova, P. V. Sasorov: A study of Z-pinch in capillary filled by boron vapours, European Physical Journal D 54, 481-486 (2009) | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 03 | [71] M. Nevrkla: Capillary Discharge XUV Radiation Source, Acta Polytechnica 2009/2, p53-7 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 04 | [D64] P. Vrba, N. A. Bobrova, P. V. Sasorov, M. Vrbova and J. Hubner: Modelling of Capillary Z-Pinch Recombination Pumping of Hydrogen-like Ion EUV Lasers, Springer Proceedings in Physics 130, X – Ray Lasers 2008, pp. 239-246 | D – článek ve sborníku (RIV 2009) | ANG |
| 05 | [D66] P. Vrba, M. Vrbová, A. Jančárek, M. Nevrkla, M. Tamáš, M. Stefanovic: Capillary pinching discharge as water window radiation source, The 29th International Conference on Phenomena in Ionized Gases 2009 Cancún, México, PB15-5, http://www.icpig2009.unam.mx | D – článek ve sborníku (RIV 2009) | ANG |
| 06 | [D67] A Jančárek, M. Nevrkla, P. Vrba, M Vrbova, M. Tamáš, L. Pína: Lower current pulse XUV capillary discharge sources, The 29th International Conference on Phenomena in Ionized Gases 2009 Cancún, México PB17-2, http://www.icpig2009.unam.mx | D – článek ve sborníku (RIV 2009) | ANG |

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: **LC528/13/2009**

Název výsledku

Rentgenové lasery CAPEX a CAPEX-U

Abstrakt

Na pinčovém zařízení WEX byla K. Koláčkem a jeho spolupracovníky experimentálně dokázána existence vrstvy stlačené vodní páry na povrchu Ag drátku explodujícího ve vodě účinkem elektrického impulsu a byly stanoveny parametry této vrstvy – viz publikace [72, D72, D74]. Ze změřeného profilu spektrální čáry H-alfa v radiálním a axiálním směru bylo zjištěno, že na počátku má vrstvička páry extrémní hustotu ($\sim 10^{21}$ atomů vodíku v kubickém centimetru). Později tato hustota asi o 1,5 řádu poklesne (na $\sim 7 \times 10^{19}$ atomů/cm³), zato teplota vzroste až do kiloelektronvoltových hodnot. Na zařízení CAPEX-U byl kapilární EUV laser, využívající záření neonu-podobných iontů argonu (Ar⁸⁺) na vlnové délce 46,9 nm, použit pro rentgenové ablační experimenty [D71, D73, D75-D77]. Záření bylo nejprve rychlou závěrkou separováno od částic vyletujících z výboje a pak fokusováno sférickým multivrstvým (ScSi) zrcadlem na ablovaný vzorek. Energie laseru přitom dostačovala pro ablaci plexiskla (PMMA) jedním laserovým pulsem. V místě ablované stopy a jejím okolí nebyla pozorována žádná zbytková napětí – jednalo se tedy o kvantovou ablaci s minimem tepelných účinků. Podrobná analýza reliéfních stop, vytvořených rentgenovou ablací přes mřížku s okny 7,5x7,5 mm, ukázala zřetelný difrakční obrazec.

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Explodující drátky v kapalině mohou za vhodných podmínek pracovat jako rentgenové lasery zároveň jsou alternativním konceptem pro řízené termojaderné slučování. Experimenty provedené na zařízení WEX mají značný praktický význam, neboť vrstvičky páry vznikající na povrchu explodujícího drátku silně ovlivňuje energetické ztráty v drátkovém pinčovém schématu. Kapilární rentgenové lasery jsou pro své relativně malé rozměry vhodné pro praktické technologické využití, např. pro rentgenovou litografii. Experimenty provedené na zařízení CAPEX demonstrovaly možnost vytváření plošných nanostruktur jediným laserovým pulsem.

3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Experimenty s drátkovým pinčem jsou dalším krokem na cestě k stolním rentgenovým laserům pracujícím na vlnových délkách kratší než 15 nm. Ablační experimenty s argonovým rentgenovým laserem prokázaly, že zařízení je připraveno k praktickému využití pro interní i externí uživatele.

4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno **Koláček Karel RNDr. CSc.**

Spojení 266053224 kolacek@ipp.cas.cz

Organizace 61389021 Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i. Za Slovankou 1782 3 18200
Praha 8 www.ipp.cas.cz

5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

| Číslo | Název dokumentu | Typ | Jazyk |
|-------|---|---|-------|
| 01 | [72] K. Kolacek, V. Prukner, J. Schmidt, O. Frolov, J. Straus: A potential environment for lasing below 15 nm initiated by exploding wire in water, Laser and Particle Beams, to be published | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |

- 02 [D74] K. Kolacek, V. Prukner, J. Schmidt, O. Frolov, J. Straus: Exploding wire in water – a source of long, dense, hot, and quasi-stable plasma suitable for amplification of EUV/soft X-ray emission, 29th International Conference on Phenomena in Ionized Gases, Cancún, México, July 12-17, 2009, Poster session B, Paper PB15-6, Thursday, July 16, 13:30-15:30, Proceedings, Editor: J.de Urquijo, Topic No. 15 (CD edition) D – článek ve sborníku (RIV 2009) ANG
- 03 [D75] O. Frolov, K.Kolacek, J. Schmidt, J. Straus, V. Prukner: Soft X-ray radiation generated by fast capillary discharge, 29th International Conference on Phenomena in Ionized Gases, Cancún, México, July 12-17, 2009, Poster session B, Paper PB15-5, Thursday, July 16, 13:30-15:30, Proceedings, Editor: J.de Urquijo, Topic No. 15 (CD edition) D – článek ve sborníku (RIV 2009) ANG
- 04 [D76] K. Kolacek, J. Straus, J. Schmidt, V. Prukner, O. Frolov, J. Sobota, T. Fořt, A. Shukurov, V. Holý, V. Hájková, L. Juha, A.A. Rupasov, A.S. Shikanov: The first application of our EUV Ar8+ capillary discharge laser, Workshop and Expert Meeting, International Centre for Dense Magnetised Plasma (ICDMP), November 16-17, 2009, Warsaw, Poland, Published by the Institute of Plasma Physics and Laser Microfusion (CD edition) D – článek ve sborníku (RIV 2009) ANG

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Číslo výsledku: **LC528/14/2009**

Název výsledku

Experimentální a teoretické studium plazmatu s vysokou hustotou energie

Abstrakt

V rámci studia emise energetických částic a fúzních neutronů z magnetických pinčů, prováděného pracovníky Centra na FEL ČVUT pod vedením P. Kubeše, byly na aparatuře S-300 v Kurčatovově ústavu v Moskvě provedeny experimenty s napouštěním deuteria. Byly získány neutronové signály s maximálním neutronovým výstupem 6×10^{10} neutronů za výboj. Na aparatuře PF-1000 ve Varšavě byly registrovány signály neutronů a interferogramy při proudech 1,3 a 1,9 MA. Neutronový zisk dosahoval hodnot $1-6 \times 10^{11}$. Byly identifikovány 3 různé režimy generace rychlých deuterionů a elektronů. Na katedře fyziky FEL ČVUT byla provedena interferometrická a šířová měření pinčového sloupce. Byla určena energetická spektra neutronů a deuterionů a diskutována vhodnost stávajících modelů urychlování částic pro plazma s vysokou hustotou energie. Na zařízení PALS byla realizována série měření měkkého rentgenového vyzařování laserového plazmatu. Výsledky těchto prací jsou obsahem časopiseckých publikací [73-78] a konferenčních příspěvků [D78-D83].

Hlavní (1) a další (2-5) obory řešení výsledku (dle číselníku CEP, RIV)

1.- BL, 2.- BH, 3.- , 4.- , 5.-

2. INOVAČNÍ ASPEKTY

Popis inovačních aspektů daného výsledku

Byly zpřesněny údaje o změnách struktury plazmatu v době produkce fúzních neutronů. Na aparatuře S-300 bylo dosaženo neutronového zisku D-D reakce 6×10^{10} neutronů/výstřel při proudu 1,3 MA. Na aparatuře PF-1000 činil maximální neutronový zisk 5×10^{11} neutronů/výstřel při proudu 1,9 MA. Na aparatuře FEL byla v konfiguraci s antielektrodou určena hustota plazmatu zářivé struktury, formované výtrysky anodového a antianodového pinče.

3. PŘÍNOSY

Popis konkrétních přínosů daného výsledku pro jeho uživatele

Výsledky získané při výzkumu fúzní D-D reakce na aparaturách S-300, PF-1000 a FEL ČVUT umožňují - charakterizovat procesy doprovázející urychlení energetických částic a produkci fúzních neutronů a ovlivňovat je.

4. KONTAKTNÍ ÚDAJE GARANTA VÝSLEDKU

Celé jméno **Kubeš Pavel prof. RNDr. CSc.**
Spojení 224352311 kubes@fel.cvut.cz
Organizace 68407700 ČVUT Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská Břehová 7 11519
Praha 1 www.fjfi.cvut.cz

5. DOSTUPNÁ DOKUMENTACE

| Číslo | Název dokumentu | Typ | Jazyk |
|-------|---|---|-------|
| 01 | [73] D. Klír, J. Kravárik, P. Kubeš, K. Rezac, S.S. Anan'ev, Y.L. Bakshaev, P.I. Blinov, A.S. Chernenko, E.D. Kazakov, V.D. Korolev, G.I. Ustroev, L. Juha, J. Krása, A. Velyhan: Neutron Energy Distribution Function Reconstructed From Time-of-Flight Signals in Deuterium Gas-Puff Z-Pinch, IEEE Transactions on Plasma Science 37 (2009) 425-432 | J – článek v odborném periodiku (časopise) (RIV 2009) | ANG |
| 02 | [74] P. Kubes, J. Kravárik, D. Klír, K. Rezac, M. Bohata, | J – článek v odborném | ANG |

- M. Scholz, M. Paduch, I. Ivanova-Stanik, L. Karpinski, K. Tomaszewski: Determination of Deuteron Energy Distribution from Neutron Diagnostics in a Plasma Focus Device, IEEE Transactions on Plasma Science, Vol. 37, 2009, pp. 83-87
- periodiku (časopise)
(RIV 2009)
- 03 [75] P. Kubes, D. Klir, J. Kravarik, E. Litseva, K. Rezac: Research of D-D Fusion Reactions at the CTU in Prague, Plasma Phys. Reports, 35, 2009, pp. 824-827
- J – článok v odborném periodiku (časopise)
(RIV 2009) ANG
- 04 [76] P. Kubes, J. Kravarik, D. Klir, K. Rezac: Neutron Production at the Small Plasma Focus Device with Antinode, IEEE Transactions on Plasma Science, Vol. 37, 2009, 1786-1791
- J – článok v odborném periodiku (časopise)
(RIV 2009) ANG
- 05 [77] P. Kubes, M. Paduch, T. Pisarczyk, M. Scholz, T. Chodukowski, D. Klir, J. Kravarik, K. Rezac, I. Ivanova-Stanik, L. Karpinski, K. Tomaszewski, E. Zielinska: Interferometric Study of Pinch Phase in Plasma Focus Discharge at the Time of Neutron Production, IEEE Transactions on Plasma Science, Vol. 37, 2009, in print
- J – článok v odborném periodiku (časopise)
(RIV 2009) ANG
- 06 [78] P. Kubes, M. Paduch, T. Pisarczyk, M. Scholz, T. Chodukowski, D. Klir, J. Kravarik, K. Rezac, I. Ivanova-Stanik, L. Karpinski, K. Tomaszewski, E. Zielinska: Transformation of the Pinched Column at the Time of Neutron Production, IEEE Transactions on Plasma Science, Vol. 38, 2010, accepted for print
- J – článok v odborném periodiku (časopise)
(RIV 2009) ANG
-

4.1.3. PLNĚNÍ DÍLČÍCH CÍLŮ

4.1.3.1. ZPRÁVA O DOSAŽENÍ DÍLČÍHO CÍLE

Číslo dílčího cíle 01
Název dílčího cíle Laserové plazma
Plánované datum dosažení dílčího cíle 31.12.2009

INDIKÁTORY DOSAŽENÍ VÝSTUPU - SKUTEČNĚ DOSAŽENÉ

Viz podrobný popis uskutečněných aktivit a dosažených výsledků v kap. 2.2.1. a 4.1.2.

PROSTŘEDKY OVĚŘENÍ VÝSTUPU - SKUTEČNĚ DOSAŽENÉ

Viz publikace citované v kap. 4.1.2 a příloha Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009.

4.1.3.1. ZPRÁVA O DOSAŽENÍ DÍLČÍHO CÍLE

Číslo dílčího cíle 02
Název dílčího cíle Vývoj a aplikace plazmových rentgenových laserů
Plánované datum dosažení dílčího cíle 31.12.2009

INDIKÁTORY DOSAŽENÍ VÝSTUPU - SKUTEČNĚ DOSAŽENÉ

Viz podrobný popis uskutečněných aktivit a dosažených výsledků v kap. 2.2.1. a 4.1.2.

PROSTŘEDKY OVĚŘENÍ VÝSTUPU - SKUTEČNĚ DOSAŽENÉ

Viz publikace citované v kap. 4.1.2 a příloha Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009.

4.1.3.1. ZPRÁVA O DOSAŽENÍ DÍLČÍHO CÍLE

Číslo dílčího cíle 03
Název dílčího cíle Rychlé kapilární výboje a magnetické pinče
Plánované datum dosažení dílčího cíle 31.12.2009

INDIKÁTORY DOSAŽENÍ VÝSTUPU - SKUTEČNĚ DOSAŽENÉ

Viz podrobný popis uskutečněných aktivit a dosažených výsledků v kap. 2.2.1. a 4.1.2.

PROSTŘEDKY OVĚŘENÍ VÝSTUPU - SKUTEČNĚ DOSAŽENÉ

Viz publikace citované v kap. 4.1.2 a příloha Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009.

4.1.3.1. ZPRÁVA O DOSAŽENÍ DÍLČÍHO CÍLE

Číslo dílčího cíle 04
Název dílčího cíle Nové laserové systémy pro výzkum laserového plazmatu
Plánované datum dosažení dílčího cíle 31.12.2009

INDIKÁTORY DOSAŽENÍ VÝSTUPU - SKUTEČNĚ DOSAŽENÉ

Viz podrobný popis uskutečněných aktivit a dosažených výsledků v kap. 2.2.1. a 4.1.2.

PROSTŘEDKY OVĚŘENÍ VÝSTUPU - SKUTEČNĚ DOSAŽENÉ

Viz publikace citované v kap. 4.1.2 a příloha Seznam publikací pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009.

4.1.4. REDAKČNĚ UPRAVENÁ ZPRÁVA

Centrum laserového plazmatu sdružuje 4 české týmy z Fyzikálního ústavu a Ústavu fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i., Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské a Elektrotechnické fakulty ČVUT, věnující se experimentálnímu i teoretickému výzkumu plazmatu vytvářeného svazky výkonových laserů, laserujícího hustého plazmatu, laserovou úpravou vlastností materiálů a jejich povrchů i výzkumem zcela nových typů vysokorepetičních laserů. Ke klíčovým zařízením patří TW jódový laser PALS, jeden z největších evropských laserů, sloužící i jako driver plazmových rentgenových laserů, repetiční rentgenové zdroje na bázi kapilárních výbojů či generace vysokých harmonických Ti:safírového laseru, hybridní laser SOFIA, z-pinč a další zařízení, diagnostiky a výpočetní systémy. Centrum podporuje vzájemnou i mezinárodní spolupráci jednotlivých pracovišť ve výzkumu i ve výchově mladé vědecké generace a vytváří tak nezbytné podmínky pro efektivní zapojování do ERA zejména účastí na projektech LASERLAB-EU, ELI a HiPER.

4.1.5. PLNĚNÍ PODMÍNEK PROGRAMU

Specifické podmínky programu LC stanoví, že Centrum základního výzkumu se musí podílet na uskutečňování doktorských studijních programů tím, že na pracovištích Centra jsou vzděláváni studenti doktorských studijních programů, a že studenti magisterských a doktorských studijních programů se musejí podílet na činnosti Centra.

Jak bylo zdůrazněno již v předešlých průběžných zprávách za léta 2005 až 2008, aktivní účast studentů magisterských a doktorských studijních programů na činnosti Centra laserového plazmatu je jednou z nejdůležitějších součástí náplně jeho činnosti. Studenti se podílejí na práci Centra jako studentské vědecké síly, pracují zde pod vedením pracovníků Centra na svých ročníkových, bakalářských a diplomových pracích, čerpají materiál pro své doktorské práce. Kromě domácích studentů jsou na pracovištích Centra laserového plazmatu školeni v rámci studijních pobytů i zahraniční doktorandi.

Magisterské studium

Na činnosti Centra se v roce 2009 podílela celá řada studentů ČVUT i UK, kteří tím naplňovali své magisterské studijní programy. Tak např. Jiří Hitschfel spolupracuje již třetím rokem na výzkumu prováděném pracovníky Centra na FEL. V únoru a listopadu 2009 se zúčastnil experimentálních kampaní na zařízení PF1000 ve Varšavě a některé výsledky připravované diplomové práce „Studium fúzní D-D reakce“ obhajoval ústní prezentací na 8th Kudowa Summer School „Towards Fusion Energy“ v Polsku. V podzimním semestru pokračoval v rámci individuálního projektu v přípravě diplomové práce.

Ondřej Šíla obhájil v červnu bakalářskou práci „Diagnostika plazmatu založená na detekci fúzních neutronů“ a pokračuje v magisterském studiu (výzkumný úkol: Měření energetického spektra fúzních neutronů metodou „time-of-flight“). Měl rovněž možnost seznámit se s výzkumem na varšavském pracovišti během dvou pracovních pobytů. Bakalářskou práci obhájili další 4 studenti - J. Prokůpek, J. Velechovský, M. Holec a M. Šmíd. Všichni pokračují v magisterském studiu na tematice v rámci Centra.

Jiří Kořínek a Ladislav Říha si v rámci magisterského studia vybrali téma diplomové práce „Z-pinčové výboje a ekonomika jejich neutronové produkce“ a „Z-pinčové výboje a jejich využití v jaderné energetice“. Oba asistovali při měření a zpracování výsledků během únorového pobytu ve Varšavě. V září zahájili roční studium ve Španělsku v rámci studentské výměny Erasmus a na FEL budou pokračovat v novém zimním semestru.

Přípravu diplomové práce na téma „Korelace energetických elektronů a deuteronů“ v magnetických pinčích zahájila rovněž Miroslava Filingarová. V roce 2009 zde přibyli další dva bakaláři, Jakub Cikhardt a Pavel Najman. Spolupracovali zejména na proměňování vlastností elektromagnetického klapanu a výsledky svých měření předvedli na Letní škole v Kudowé. Jakub Cikhardt byl velice aktivní na listopadové kampani ve Varšavě a asistoval při prosincových měřeních na PALSu.

Na FJFI obhájil Jaroslav Nejdla diplomovou práci "X-ray Laser Seeded by High-order Harmonic Beam", Jaroslav Huynh diplomovou práci "Srovnání optického parametrického oscilátoru MOPO-HF a vláknového oscilátoru z hlediska kvality a intenzity laserového svazku" a na Přírodovědecké fakultě KU Kristýna Sovová práci "Studium explozivních materiálů pomocí spektroskopických metod".

Student magisterského studia O. Hort se ve školním roce 2009/10 připravuje v rámci programu ERASMUS na Univerzitě v Bordeaux v laboratoři CELIA, se kterou úzce spolupracuje tým Centra na FJFI.

Doktorské studium

Doktorské disertační práce obhájené v Centru laserového plazmatu:

Rok 2005

Ing. Pavel Barvíř - téma "Vysokoenergetické výboje za atmosférického tlaku"

Mgr. David Břeň - "Numerické simulace zářivých procesů v plazmatu"

Ing. Václav Kaizr - "Interakce laserového záření s hustým plazmatem v silných magnetických polích"

Ing. Daniel Klír - "The Study of a Fibre Z-Pinch"

Rok 2006

Ing. Milan Kuchařík – "Lagrangian-Eulerian methods in plasma physics"

Mgr. Libor Švéda – "Multi-Foil X-Ray Optical Systems and Image Analysis in High- Temperature Plasma Physics"

Ing. Michal Stránský. - "Helical Structures in Z-Pinches"

Mgr. Martin Mašek - "Kinetické procesy v plazmové koróně"

Rok 2007

Ing. Michal Bittner – "Ablace materiálů fokusovaným zářením XUV laserů"

Ing. Andriy Velyhan – "Interaction of charged particle beams with dust grains"

Ing. Ondřej Klimo - "Simulations of ultrashort-pulse laser solid-target interactions"

(Tato práce získala PhD Research Award Evropské fyzikální společnosti.)

Rok 2008

Mgr. Jaroslav Cihelka – "Charakterizace diodových laserů a jejich aplikace při monitorování atmosférického znečištění pomocí fotoakustické detekce" (S. Civiš, ÚFCH, L.Juha, FZÚ).

Ing. Lukáš Král – "Millimeter precision laser ranging", supervisor I. Procházka, FJFI (pracoval v laboratoři SOFIA, jeho práce však tématicky nezapadá do náplně Centra)

Ing. Pavel Váchal – "Rezoning and remapping for ALE simulations in fluid dynamics and plasma physics" (školitel R. Liska, FJFI ČVUT)

Rok 2009

Doktorské disertační práce obhájili

Ing. Jan Dostál "Hybridní laserový systém SOFIA jako zdroj energie pro zesilování ultrakrátkých laserových pulzů" (vedoucí V. Kubeček, FJFI, konzultanti H. Turčičová a J. Skála, FZÚ)

Jan Pšikal "Ion acceleration in small-size targets by ultra-intense short laser pulses (simulation and theory)", školitelé J. Limpouch a V. Tikhonchuk, FJFI ČVUT

Doktorské práce dokončené:

Ing. Karel Řezáč "Time-Resolved Energy Neutron Spectra in Fusion Reactions"

Ing. Michaela Kozlová – "Advanced soft x-ray interferometer for diagnostics of dense plasmas"

V doktorském studiu pokračují nebo je započali:

Ing. Luboš Bednárik, 1. ročník., obor Matematické inženýrství na FEL

Mgr. Martin Civiš, 4. ročník, téma "Stanovení resuspendovatelné frakce ve vzorcích půd a pouličního prachu s využitím resuspenzní komory (školitel J. Hovorka, PŘF. UK). V Centru se zúčastnil mj. experimentů s laserovou jiskrou.

Ing. Martin Divoký - dokončuje disertační práce v oblasti disperze a diagnostiky fs optických pulzů s názvem "Disperzní systémy pro velmi krátké optické impulsy" (vedoucí V. Kubeček, FJFI, konzultant P. Straka, FZÚ).

Ing. Michal Drahokoupil – 3. ročník, téma "Metody zvyšování kontrastu femtosekundového laseru (školitel V. Kubeček, FJFI).

Mgr. Martin Ferus, 2. ročník, téma Spektroskopické studium procesů probíhajících v plazmatu (PŘF UK, školitel S. Civiš, UFCH). V Centru se zúčastnil experimentů s laserovou jiskrou.

Mgr. Věra Hájková – v Centru se podílí na zpracování výsledků rentgenových ablačních experimentů.

Ing. Pavel Homer, téma "Vývoj detektoru vlnoplochy rentgenového svazku s výstupem na fázový korektor" (J. Bernard, FS ČVUT, B. Rus, FZÚ).

Ing. Jaroslav Huynh - obhájil v červnu 2009 diplomovou práci a v říjnu nastoupil doktorandské studium na FJFI. V Centru pracuje v laboratoři SOFIA.

Ing. Jakub Hübner – 4. ročník, téma "Simulations of Atomic Physics and Line Emission from Hot Dense Plasmas" (školitel J. Limpouch, FJFI, škol.spec. P. Vrba, ÚFP). Výsledky své práce přednesl na konferenci doktorandů ČVUT v květnu 2009 a na workshopu „Progress in Physics and Technology of Pinching Discharges and Magnetized Plasma“ v říjnu 2009.

Mgr. Jaromír Chalupský, 4. ročník téma "Charakterizace svazků rtg. laserů různých typů pro jejich využití" (vedoucí L. Pína, FJFI, konzultant L. Juha, FZÚ)

Mgr. Krzysztof Jakubczak, téma "Development and applications of coherent soft x-ray sources" (vedoucí L. Pína, FJFI, konzultant T. Mocek, FZÚ).

Ing. Ekaterina Litseva (školitel P. Kubeš, FEL) složila v listopadu 2009 státní doktorskou zkoušku. Účastnila se zahraničních měřících pobytů ve Varšavě v únoru a v listopadu. Výsledky prezentovala na 8th Kudowa Summer School "Towards Fusion Energy" Kudowa Zdroj, Polsko, září 2009 a na 51st Annual Meeting of the APS Division of Plasma Physics konaném na počátku listopadu v Atlantě, USA. Tématem disertační práce s názvem „Neutron Signal Processing and Interpretation in Z-Pinch Discharges“ je zpracování signálů scintilačních detektorů a kvantifikace vlivu prostředí na energie emitovaných neutronů s využitím MCNP kódu.

Ing. Michaela Martínková - 4. ročník, téma "Komplexní interferometrie laserového plazmatu" (školitel M. Kálal, FJFI).

Ing. Michal Nevrkla - 2. ročník doktorandského studia na FJFI, téma "Buzení laserů v XUV oblasti" (školitel A. Jančárek, FJFI).

Ing. Ondřej Novák, téma "Optické parametrické děje s pulzy femtosekundového laseru" V laboratoři SOFIA se zabýval diagnostikou parametricky zesílených laserových pulzů se širokým spektrem. Vypracoval rovněž návrh umístění PW modulu v laserové hale PALS.

Ing. Veronika Picková - 3. ročník, téma: "Studium fokusace EUV záření pinčujícího kapilárního výboje" (školitel L. Pína, FJFI).

Ing. Ondřej Slezák - 2. ročník doktorandského studia na FJFI, obor Fyzikální inženýrství, téma "Využití SBS fázové konjugace pro inerciální fúzi" (školitel M. Kálal).

Ing. Martin Smrž, téma "Diagnostika laserových svazků s velmi krátkými impulsy" (vedoucí V. Kubeček, FJFI konzultant P. Straka, FZÚ). V laboratoři SOFIA se zabýval vývojem nové techniky měření femtosekundových laserových pulzů.

Ing. Martin Tamáš – složil státní doktorskou zkoušku. Téma doktorské práce "Kapilární výboj pro buzení laseru a pro vedení laserového impulsu" (školitel M. Vrbová, FJFI).

Ing. Luděk Vyšín – 2. ročník, obor Fyzika plazmatu, téma "Srovnání jednorázové a opakované radiační zátěže různých materiálů exponovaných fúzním plazmatem" (vedoucí L. Juha, FZÚ, interní vedoucí P. Kubeš, FEL ČVUT).

Celkem se tedy v roce 2009 pracovalo v laboratořích Centra 24 doktorandů, z nichž 4 v tomto roce dokončili, nebo již úspěšně obhájili své disertační práce.

4.1.6. PLNĚNÍ SMLOUVY O SPOLUPRÁCI

Příloha 4.1.5. Plnění smlouvy o spolupráci - se pro tento program nezpracovává.

4.2. DALŠÍ PŘÍLOHY - rok 2009

4.2.1. Odborné a věcné přílohy zprávy - seznam

| | Pořadí | Soubor |
|--|--------|--|
| | 1 | Publikace pracovníků Centra laserového plazmatu v roce 2009 dokument MS Word, 151 kB publikace Centrum 2009_def.doc (151 kB) |

4.2.2. Ostatní (např. možné využití výsledků) - seznam

| | Pořadí | Soubor |
|--|--------|--|
| | | <i>V elektronické podobě soubor nebyl řešitelským týmem poskytnut.</i> |

4.2.3. Zápisy z projednání (oponentní řízení, atd.) - seznam

| | Pořadí | Soubor |
|--|--------|--|
| | | <i>V elektronické podobě soubor nebyl řešitelským týmem poskytnut.</i> |

4.2.4. Zápisy a dokumenty z jednání s administrátory programu poskytovatele - seznam

| | Pořadí | Soubor |
|--|--------|---|
| | 1 | Info pro resitele k prodloužení centra Soubor MS word, 37 kB Info_pro_resitele_k_prodlouzeni_centra.doc (37 kB) |

4.2.5. Zápisy z jednání Rady projektu (Centra) - seznam

| | Pořadí | Soubor |
|--|--------|---|
| | 1 | LC528 Zapis Rada list09 Soubor MS Word 57 kB LC528 Zapis Rada list09_def.doc (67 kB) |
| | 2 | Rada CLP528 11_2_2010 program Soubor MS Word, 35 kB Rada CLP528 11_2_2010 program.doc (35 kB) |

4.2.6. Návrh dodatku ke smlouvě na řešení projektu se zdůvodněním - seznam

Příloha 4.2.6. Návrh dodatku ke smlouvě na řešení projektu se zdůvodnění - se pro tento program nezpracovává.
