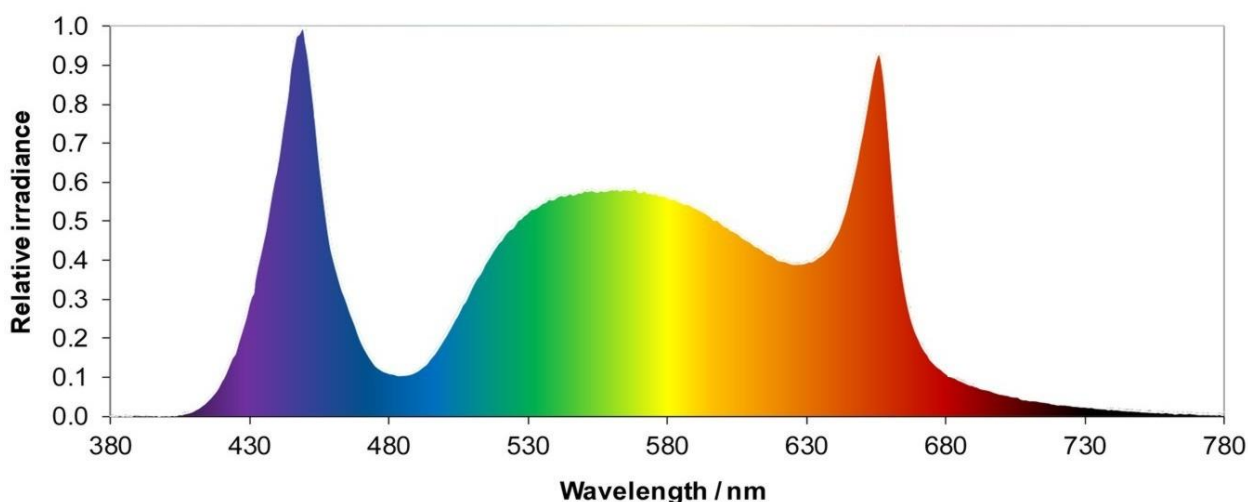


Spektrální charakterizace mřížkového spektrografu

Vedoucí: prof. RNDr. Petr Němec, Ph.D. (nemec@karlov.mff.cuni.cz), KCHFO MFF UK

Analýza spektrálního složení světla je nedílnou součástí života každého člověka. Naprosto automaticky ji používáme například při rozlišování nezralého a zralého ovoce, na křižovatkách řízených světelnými semaforem, při volbě oblečení a módních doplňků, ... Také ve vědeckém výzkumu je optická spektroskopie, což je souhrnné označení pro experimentální metody založené na studiu spektrálního složení světla, velice účinným a rozšířeným nástrojem. Mezi hlavní výhody těchto metod je, že studium vzorků pomocí optického záření je nedestruktivní a nevyžaduje elektrické kontakty. Základní principem těchto metod je, že se měří spektrum dopadajícího světla (resp. světla prošlého nebo odraženého vzorkem), k čemuž se nejčastěji používá spektrograf.

Náplní tohoto studentského projektu je podrobné proměření vlastností spektrografu, který byl v nedávné době zakoupen do Laboratoře OptoSpintroniky. Jedná se zejména o změření spektrální závislosti citlivosti samotného spektrografu a spektrografu s připojeným optickým vláknem ve velice širokém rozsahu vlnových délek od 200 do 1100 nm. Dále bude ověřena účinnost spektrálních filtrů používaných pro potlačení vyšších difrakčních řádů mřížky a určena rozlišovací schopnost spektrografu pro různé šířky vstupních štěrbin. Získané výsledky budou tvořit základ pro využití tohoto detekčního systému v nově budované magneto-optické laboratoři.



Literatura:

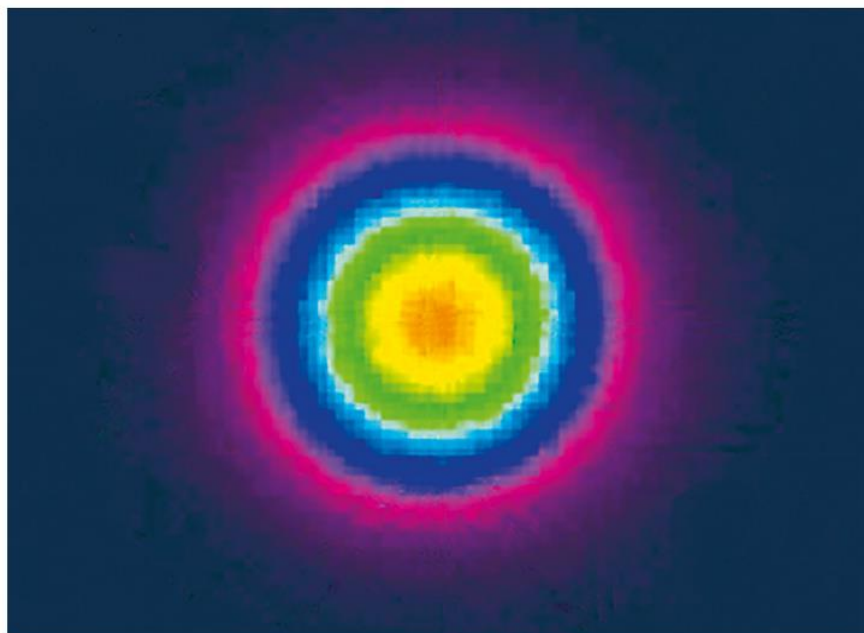
1. P. Malý: Optika, Karolinum, 2008.
2. E. Hecht: Optics, Addison Wesley, 4. vydání, San Francisco 2002.
3. B. E. A. Saleh, M.C, Teich: Základy fotoniky 1 až 4, matfyzpress, Praha 1994.
4. V. Saidl: Základy optické spektroskopie, studentský projekt, MFF UK, Praha 2010.

Charakterizace laserového systému PHAROS

Vedoucí: doc. RNDr. František Trojáněk, Ph.D. (trojanek@karlov.mff.cuni.cz)
Konzultant: Bc. Martin Zuckerstein (martinzuckerstein@seznam.cz), KCHFO MFF UK

Nelineárně optické jevy, jako je například generace harmonických frekvencí, jsou nedílnou součástí každé laserové laboratoře. Tyto jevy však velmi silně závisí na intenzitě světla. Abychom dosáhli vysoké účinnosti těchto nelineárních procesů, je zapotřebí extrémně vysoké špičkové intenzity laserových pulsů. Nejen z tohoto důvodu bude v optických laboratořích KCHFO instalován nový laserový systém PHAROS, který poskytuje mJ pulzy s vysokým výstupním špičkovým výkonem 5 GW.

Cílem projektu bude charakterizace laserových pulzů systému PHAROS (Light Conversion), jehož výstupní výkon činí 6 W a má laditelnou délku pulzu v rozmezí 190 fs – 10 ps. Co je ale hlavní předností tohoto laserového systému je laditelná opakovací frekvence. Laser může pracovat v režimu Single-Shot až po opakovací frekvenci 1 MHz. Náplní práce bude měření vlastností výstupního laserového svazku v závislosti na opakovací frekvenci a délce pulzu laseru.



Profil svazku systému PHAROS na opakovací frekvenci 200 KHz v dalekém poli.

Literatura:

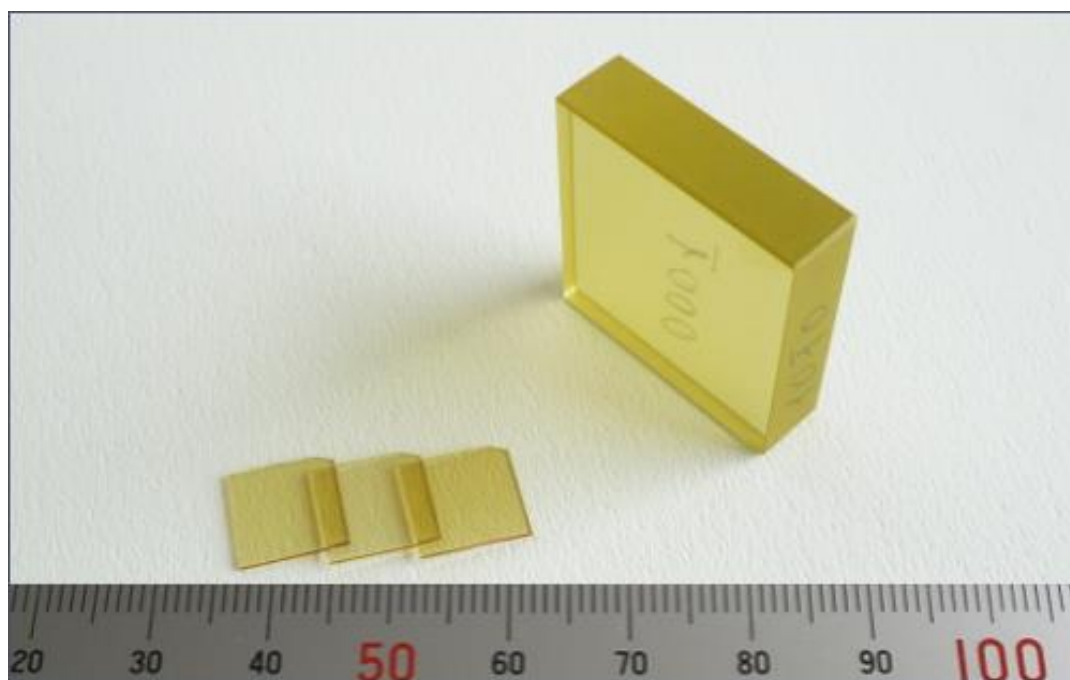
1. <http://lightcon.com/uploads/datasheets/PHAROS%20datasheets%20-%2020180126.pdf>
2. P. Malý: Optika, Karolinum, 2008.

Luminiscenční vlastnosti ZnO

Vedoucí: doc. RNDr. František Trojánek, Ph.D. (trojanek@karlov.mff.cuni.cz)
Konzultant: Bc. Martin Zuckerstein (martinzuckerstein@seznam.cz), KCHFO MFF UK

Existuje mnoho různých polovodičových materiálů a každý z nich se vyznačuje svou šířkou zakázaného pásu. Oxid zinečnatý (ZnO) je jedním z přímých širokopásmových polovodičů, jehož zakázaný pás má hodnotu $\sim 3,3$ eV. Tento materiál tedy začíná silně absorbovat světlo v UV oblasti (375 nm a méně). Pokud je ovšem intenzita světla veliká, může dojít k absorpci světla i pro vlnové délky mnohem vyšší, ovšem za přítomnosti dvou a více fotonů současně. Tento nelineární jev (multifotonová absorpce) pak silně závisí na intenzitě světla. ZnO má navíc hexagonální krystalickou strukturu wurtzitu, což z něj dělá anizotropní krystal. Pozorovatelná luminiscence pak závisí nejen na intenzitě, ale i na polarizaci světla.

Cílem projektu je experimentální měření multifotonové rychlosti generace nosičů náboje v ZnO pomocí luminiscenčních měření v závislosti na polarizačním stavu laserového svazku. Zdrojem laserových pulsů bude laserový systém Rainbow (Spectra Physics), který umožňuje generovat pulzy o délce pouhých 6,5 fs. K fokusaci bude použito speciální parabolické zrcadlo o ohniskové vzdálenosti 15 mm, díky němuž jsme schopni dosáhnout špičkové intenzity $I_0 = 2,2 \times 10^{17}$ W/m².



Literatura:

1. Boyd, R. W. Nonlinear Optics. Třetí vydání. Academic Press, 2008.
2. D. C. Dai, S. J. Xu, S. L. Shi, M. H. Xie, and C. M. Che, Opt. Lett. 30, 3377 (2005).

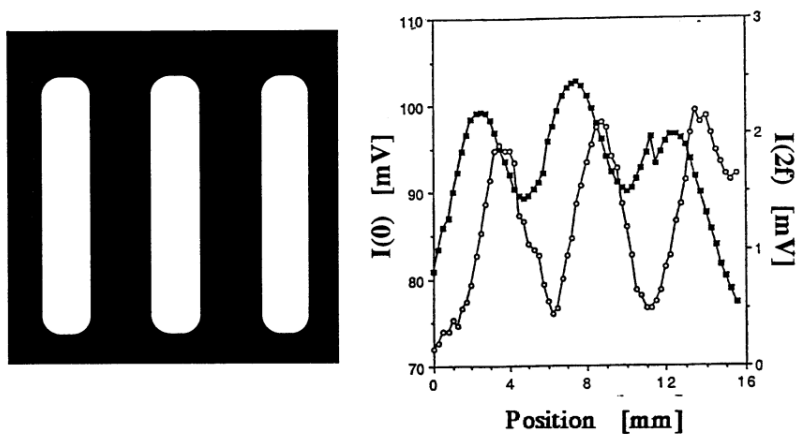
Jak vidět skrz neprůhledné médium pomocí fotoelastického modulátoru

Vedoucí: prof. RNDr. Petr Němec, Ph.D. (Petr.Nemec@mff.cuni.cz)

Konzultant: Mgr. Miloslav Surýnek (surynek@karlov.mff.cuni.cz)

Fotoelastický modulátor (Photo-Elastic Modulator PEM), je optické zařízení umožňující dynamicky modulovat polarizační stav světla. Toto zařízení je díky svým unikátním vlastnostem používáno v mnoha různorodých vědeckých experimentálních uspořádání (např. pro studium nových datových médií pomocí magnetooptických metod, pro biofyzikální výzkum apod.) a také v technicky pokročilých průmyslových odvětvích včetně armádních a kosmických aplikací [1]. Princip fungování PEM je založen na fotoelastickém efektu, což je dvojlom vyvolaný mechanickým namáháním vhodného materiálu úměrný míře tohoto namáhání.

K tomu, aby mohl pozorovatel pozorovat nějaký předmět, musí světelné paprsky procházet přímo od sledovaného předmětu do pozorovatelových očí. Pokud však tento předmět sleduje přes nějaké zakalené prostředí (mlha, mořská voda, mléko apod.), na částicích takového předmětu dochází k mnohonásobnému rozptylu a pozorovatel přestává předmět vidět, neboť ztrácí informaci, odkud světelné paprsky přicházejí. Přes zakalené médium však možné vidět lze a to právě za použití PEM, jak bylo ukázáno v článku [2], kde autoři byly schopni rozlišit štěrbinu na mřížce (Obr. 1) pozorováním změny stupně polarizace rozptýleného světla (Obr. 1). Cílem tohoto projektu je stavba podobného experimentu, avšak modifikovaného o možnost 2D skenování. Budeme tak moci pozorovat kontrastní mapy a vidět tak předmět přímo. V plánu je zkoumat různé objekty a různých prostředích.



Obr. 1: Pozorovaný předmět v neprůhledném prostředí a naměřený kontrast.

Seznam literatury:

[1] Webová prezentace Hinds Instruments.

<http://www.hindsinstruments.com/knowledge-center/technology-primer/>

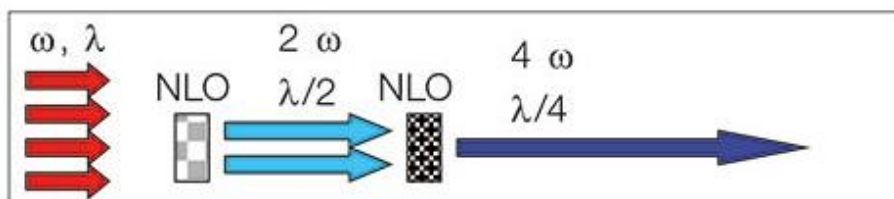
[2] Seeing Through Foggy Media with Phase-Modulated Light (M. Silverman, 1998).

Generace 4. harmonické frekvence z ytterbiového laserového systému

Vedoucí: Martin Kozák (kozak@karlov.mff.cuni.cz)

Nelineární optika umožňuje měnit vlnovou délku krátkých a intenzivních laserových pulzů pomocí speciálních krystalů. To je důležité pro nejrůznější aplikace, které vyžadují světlo ze specifické oblasti optického spektra, které není možné generovat přímo laserem.

Náplní tohoto projektu bude sestavit a optimalizovat experimentální uspořádání pro generaci 4. harmonické frekvence z nového laserového systému, který máme na oddělení k dispozici. Jedná se o femtosekundový pevnolátkový laser na bázi ytterbiem dopovaného krystalu, který generuje pulzy na vlnové délce 1030 nm s dobou trvání pulzu 190 fs a kontinuálním výkonem 6 W (maximální energie v pulzu je 1 mJ). Opakovací frekvence (počet pulzů generovaných za vteřinu) tohoto laserového systému se dá upravovat v rozmezí 1 Hz – 1 MHz. Cílem projektu bude najít optimální parametry pro generaci 4. harmonické frekvence, zejména velikost stopy svazku na nelineárních krystalech, pro několik vybraných opakovacích frekvencí. Generované pulzy v ultrafialové oblasti spektra (vlnová délka 4. harmonické je 257 nm) budou v budoucnu sloužit ke generaci ultrakrátkých pulzů elektronů pro ultrarychlou elektronovou difrakci a mikroskopii.



Literatura:

R. Boyd, Nonlinear Optics, Academic Press 2003.

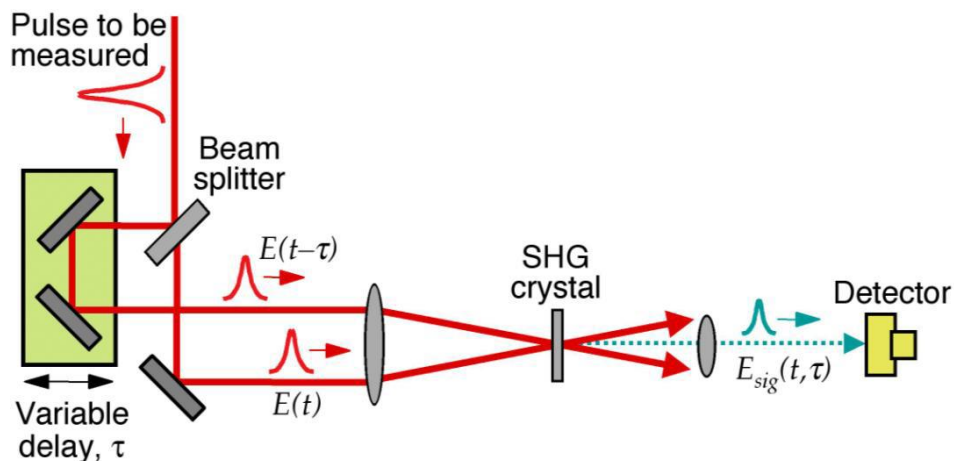
Vybraná časopisecká literatura.

Stavba autokorelátoru pro měření délky laserových pulzů kratších než 10 femtosekund v infračervené spektrální oblasti

Vedoucí: Martin Kozák (kozak@karlov.mff.cuni.cz)

Rozvoj laserové fyziky umožnil v nedávné době generaci ultrakrátkých světelných pulzů, které obsahují pouze několik oscilací elektromagnetického pole. Navíc je možné kontrolovat fázový posun těchto oscilací vůči intenzitní obálce pulzu s attosekundovou přesností. Díky době trvání pulzů kratší než 10 fs je možné pozorovat a kontrolovat koherentní dynamiku elektronů v atomech či v pevných látkách odehrávající se na časových škálách jednotek femtosekund či kratších.

Cílem tohoto projektu je sestavit experimentální uspořádání dovolující měřit dobu trvání ultrakrátkých laserových pulzů ve střední infračervené spektrální oblasti. Pulzy se stabilizovanou fází budou generovány pomocí nelineárně-optických jevů. Měření délky pulzu bude založeno na intenzitní autokorelaci dvou replik pulzu v nelineárním krystalu. Pomocí počítačem řízené zpožďovací dráhy bude kontrolováno vzájemné zpoždění mezi oběma pulzy a výsledný signál na druhé harmonické frekvenci (poloviční vlnové délce) bude měřen pomocí fotodiody.



Literatura:

R. Boyd, Nonlinear Optics, Academic Press 2003.

B. E. A. Saleh, M. C. Teich: Základy fotoniky 3 a 4, Matfyzpress, Praha

Vybraná časopisecká literatura.

Určování prahu poškození vzorků pro generaci vysokých harmonických frekvencí (HHG)

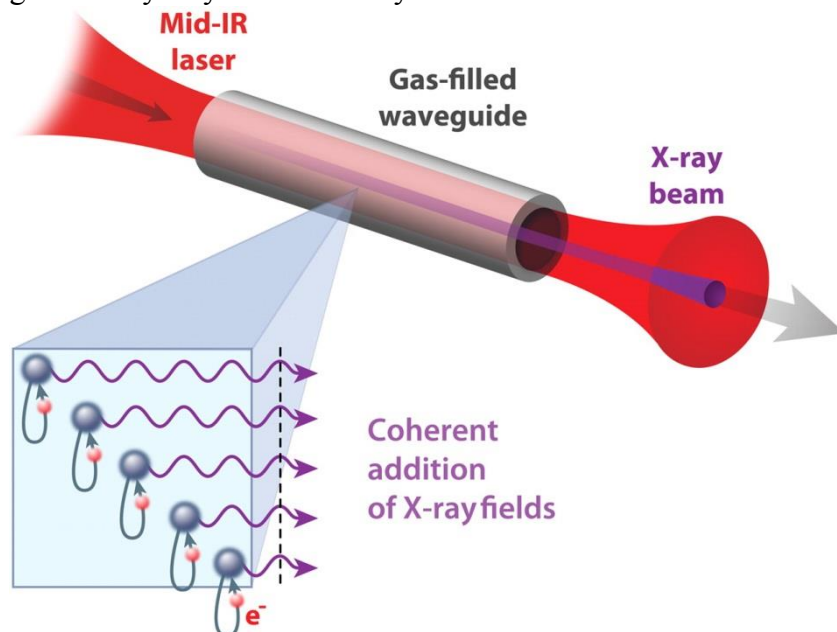
Vedoucí: Martin Kozák (kozak@karlov.mff.cuni.cz)

Konzultant: Mgr. Miroslav Martínek (martinekmirek@seznam.cz), KCHFO MFF UK

Rozvoj laserové technologie v posledních letech (zejména zkracování délky pulsu a zvyšování energie v pulsu) umožnil dostat se do oblasti, kde lze dosáhnout dostatečné intenzity optického pole pro generaci vysokých harmonických frekvencí také v pevných látkách bez překročení prahu poškození. Generace v pevných látkách je velmi perspektivní, protože umožňují generovat koherentní fotony o vysoké energii (dosahující až do měkkého rentgenového záření). Následný rentgenový laser by měl široké uplatnění nejen pro výzkum, ale i v průmyslu.

Díky našemu laserovému systému a nové moderní emICCD kamery PI-MAX 4 (schopné detekovat jednotlivé fotony) je možné sledovat vysoké harmonické frekvence v pevných látkách i v naší laboratoři. Pro účinnou generaci vysokých harmonických je ale třeba znát prah poškození vzorků.

Cílem projektu je určit prah poškození používaných vzorků. Budou měřeny vzorky diamantu či křemenného skla, které mají široký zakázaný pás, a proto vysoký prah poškození. Budou používány laserové pulsy 100 fs dlouhé na vlnové délce 2000 nm. Pro různou intenzitu dopadajícího svazku (měněnou dodatečnými filtry) bude sledováno spektrum vysokých harmonických frekvencí a hledána intenzita, pro kterou začne docházet k propadu intenzity spektra pro daný vzorek. Tato hodnota bude určena jak pro fokusaci pomocí čoček tak pro fokusaci pomocí parabolického zrcadla. Získané hodnoty pak budou využity pro účinnější generaci vysokých harmonických frekvencí bez ničení vzorku.



Obr. Příklad HHG v plynech

Literatura:

1. R. Boyd, Nonlinear Optics, Academic Press 2003
2. B. E. A. Saleh, M.C, Teich: Základy fotoniky 3, matfyzpress, Praha 1994.
3. Vybraná časopisecká literatura