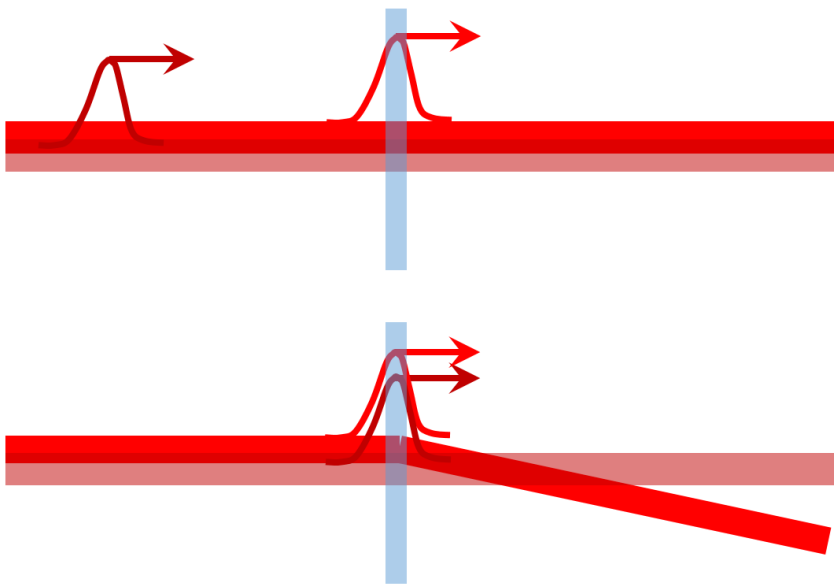


## Femtosekundový optický spínač

Vedoucí: RNDr. Martin Kozák, Ph.D. (kozak@karlov.mff.cuni.cz), KCHFO MFF UK  
Konzultant: Mgr. Kamila Moriová, KCHFO (kamila.moriova@mff.cuni.cz)

V lineární optice platí princip superpozice a světelné svazky se navzájem nemohou ovlivňovat. Pro potřeby optických komunikací či výpočetní techniky založené na optických signálech jsou třeba optické součástky, které umožňují kontrolovat směr šíření optických pulzů pomocí jiných optických pulzů s menší intenzitou. Toho lze dosáhnout za pomoci nelineární optiky, konkrétně např. díky závislosti indexu lomu na intenzitě světla. Pokud se světlo s vysokou intenzitou šíří materiálem, index lomu se mění a tato změna je v prvním přiblížení úměrná intenzitě světla. Pokud krátký pulz ve formě světelného svazku vytvoří gradient indexu lomu, dojde při průchodu jiného pulzu osvětlenou oblastí k jeho odklonu, tedy ke změně směru šíření.

Cílem projektu je sestavit a studovat optický spínač s časovým rozlišením několika femtosekund, ve kterém směr šíření jednoho optického pulzu bude řízen druhým optickým pulzem. Princip bude založen na vytvoření gradientu indexu lomu v tenkém sklíčku pomocí fokusace kontrolního svazku. Za nepřítomnosti kontrolního pulzu projde světlo kontrolovaného pulzu přímo. Po vytvoření gradientu indexu lomu se svazek odchýlí do jiného směru. K provedení tohoto experimentu bude využito již existující experimentální uspořádání dovolující kontrolovat zpoždění dvou vysokoenergetických femtosekundových optických pulzů v různých částech viditelného a infračerveného spektra.



### Literatura:

R. Boyd, Nonlinear Optics, Academic Press 2003.  
Vybraná časopisecká literatura.

## Měření ultrakrátkých pulzů pro terahertzovou spintroniku

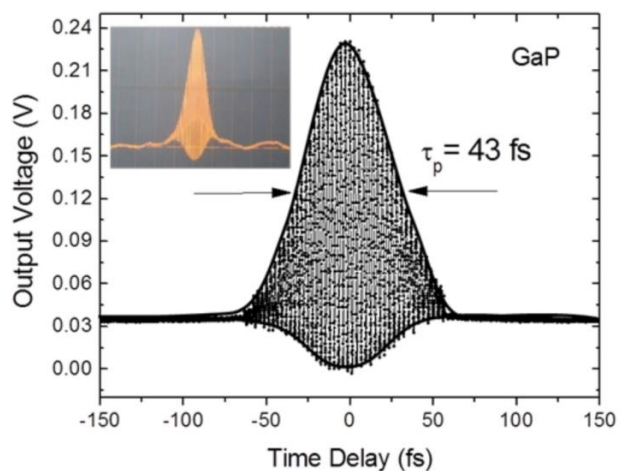
Vedoucí: RNDr. Lukáš Nádvorník, Ph.D. (nadvornik@karlov.mff.cuni.cz), KCHFO

Konzultant: Mgr. Peter Kubaščík, KCHFO

Ultrakrátké laserové pulzy patří mezi nejrychlejší fyzikální procesy, které člověk dokáže ovládat a využít pro studium fyzikálních jevů. V naší nové laboratoři terahertzové spintroniky používáme méně než 200 fs dlouhé pulzy ke generaci a detekci terahertzového záření (tedy EM vln na pomezí vysokofrekvenční elektroniky a optiky) a k hlubšímu pochopení velmi rychlých jevů zahrnujících spiny elektronů a atomů v pevných látkách, například antiferomagnetických tenkých kovových vrstvách. V takových systémech se snažíme o ukládání informace do magnetických „bitů“ pomocí laserových a terahertzových pulzů, tedy o vytvoření ultrarychlé, světlem kontrolované spintronické paměti [1].

Pro tyto experimenty je nezbytné vědět, jak dlouhé naše laserové pulzy jsou. Jelikož neexistuje žádný elektronický přístroj, který by byl dostatečně rychlý na jejich přímé změření, je třeba využít opět optiku. Jednou z nových zajímavých metod pro takové měření je *dvoufotonová absorpce* v polovodiči. Jde o jev, kdy se při dostatečné intenzitě světla spojí energie dvou fotonů, a překoná tak energetickou bariéru větší, než je energie nesená každým z nich. Pokud se tedy laserové pulzy rozdělí na dva svazky, které se vzájemně zpožďují a nechají dvoufotonově zabsorbovat, je možné sestavit profil původního pulzu [2].

Náplní studentského projektu je změřit délku laserových pulzů pomocí dvoufotonové absorpce a srovnat ji s měřením pomocí běžnější, zavedené, ale pro nás méně praktické metody *generace druhé harmonické frekvence*. Záměrce o projekt nemusí mít žádné speciální teoretické ani praktické znalosti, projekt je vhodný i pro studenty prvních ročníků.



### Seznam literatury:

[1] K. Olejník et al. Terahertz electrical writing speed in an antiferromagnetic memory. *Sci. Adv.* 4, eaar3566 (2018).

[2] S. S. Lin a Y-S. Shin: Simple autocorrelation measurement using GaP photoconductive detector.

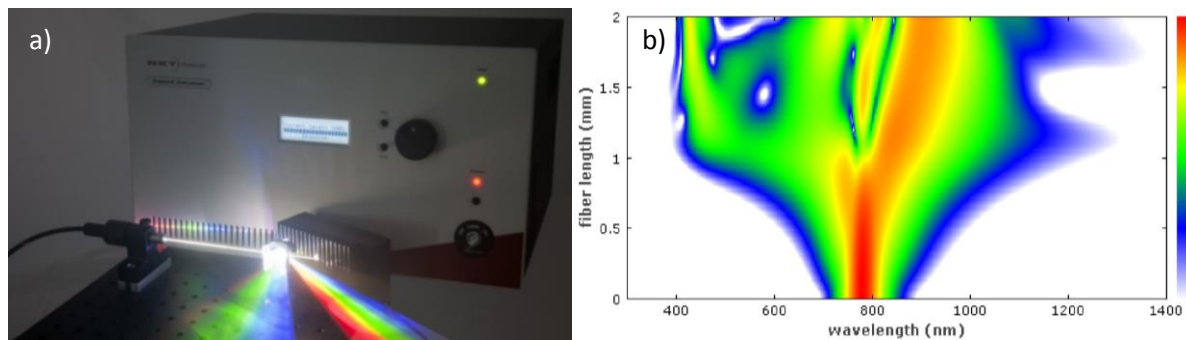
## Vlastnosti svetelných zväzkov generovaných bielym laserom

Vedúci: prof. RNDr. Petr Němec, Ph.D. ([nemec@karlov.mff.cuni.cz](mailto:nemec@karlov.mff.cuni.cz)), KCHFO  
Konzultant: Mgr. Jozef Kimák ([jozef.kimak@mff.cuni.cz](mailto:jozef.kimak@mff.cuni.cz)), KCHFO

Laserové zdroje žiarenia sa v posledných rokoch stali neoddeliteľnou súčasťou našich životov. Vďaka svojim unikátnym vlastnostiam majú veľké využitie aj v širokej oblasti materiálového výskumu. Väčšina laserov však generuje svetelné žiarenie iba v úzkom spektrálnom rozsahu. Výnimkou sú biele lasery, ktoré vďaka moderným metódam produkujú svetlo širokej škály farieb.

V nedávnej dobe bol v Laboratoři OptoSpintroniky takýto laserový systém nainštalovaný, konkrétne model SuperK EXTREME od firmy NKT Photonics. Pokroková technológia tohto modelu umožňuje generáciu žiarenia všetkých farieb a navyše aj svetla z infračervenej oblasti. Ďalej je tiež možné jednoduchým spôsobom v prípade potreby zo spektra vybrať jednu konkrétnu farbu s nastaviteľnou spektrálnou šírkou. Takýto zdroj žiarenia tak poskytuje mocný nástroj k optickému a magneto-optickému štúdiu materiálov.

V prvej časti tohto projektu sa študent/ka zoznámí s týmto laserom a preskúmajeme vlastnosti žiarenia, ktoré generuje. Budeme merať profil zväzku v závislosti od zvolenej farby žiarenia, optickú stabilitu a taktiež rozbiehavosť. V druhej časti projektu sa pokúsime zvýšiť časovú stabilitu žiarenia pomocou metódy spätnej väzby. Študent/ka tak získa skúsenosti s prácou pri stavbe optických usporiadaní. V prípade záujmu bude možné tento projekt rozšíriť o štúdium magneticky usporiadaných materiálov metódami optiky a magneto-optiky využívajúc tento laserový systém.



Obr. 1: a) Rozklad bieleho svetla generovaného laserom SuperK EXTREME do jeho zložiek pomocou optického hranola. b) Zmena spektrálnej šírky pri šírení optickým vláknom.

### Zoznam literatúry:

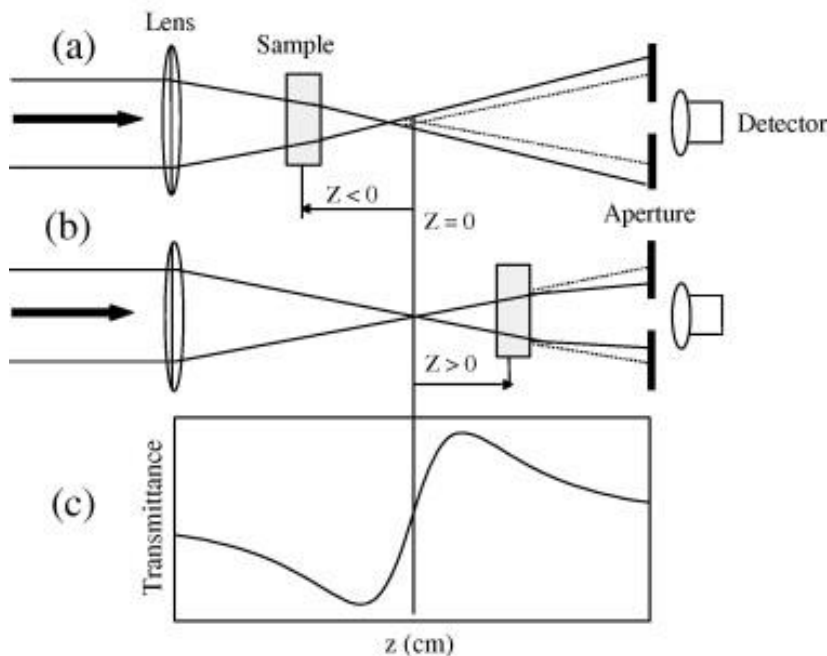
[1] P. Malý, Optika, Karolinum (2013)

## Měření optických nelinearit různých krystalů

Vedoucí: RNDr. Martin Kozák, Ph.D. (kozak@karlov.mff.cuni.cz), KCHFO MFF UK

Konzultant: M.S. Pawan Suthar (pkmsuthar@karlov.mff.cuni.cz), KCHFO MFF UK

Nelineárně-optická odezva materiálů se začíná projevovat při vysokých špičkových intenzitách světla, jaké jsou dosahovány např. v případě femtosekundových laserových pulzů. Jedním z projevů nelineární optiky je závislost indexu lomu na intenzitě světla, která je v prvním přiblížení lineární a je určena materiálově-závislou konstantou, tzv. nelineárním indexem lomu. K měření této konstanty lze s výhodou použít jednosvazkovou metodu z-sken, při které se studovaný vzorek posouvá přes ohnisko laserového svazku a měří se intenzita světla prošlého aperturou umístěnou za vzorkem (viz. obrázek). Cílem projektu je studovat nelineární index lomu různých krystalických materiálů pomocí metody z-sken. Student se nejprve stručně seznámí s fyzikální podstatou nelineárního indexu lomu a základy metody z-sken. Poté změří touto metodou nelineární index lomu krystalů LiF, CaF<sub>2</sub>, MgO, GGG a dalších pomocí femtosekundových laserových pulzů v blízké a střední infračervené spektrální oblasti.



### Literatura:

R. Boyd, Nonlinear Optics, Academic Press 2003.

Vybraná časopisecká literatura.

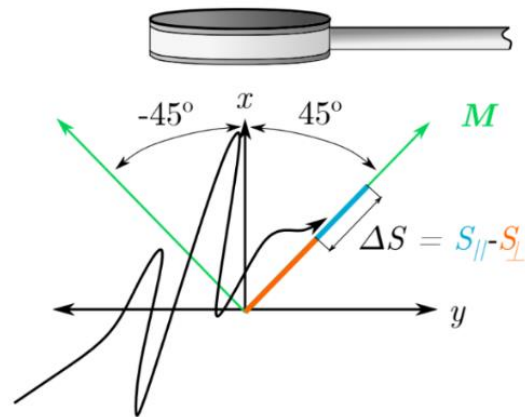
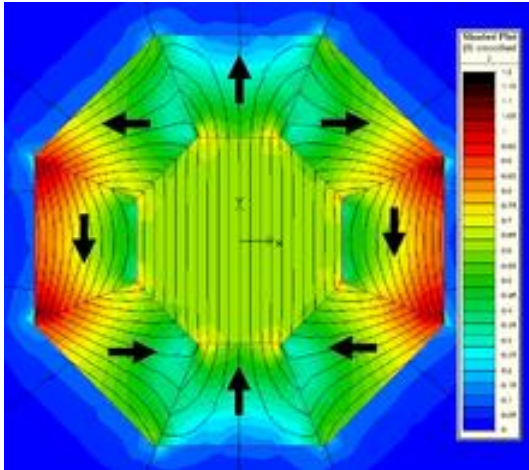
# Ultrarychlé čtení magnetických látek pomocí permanentních magnetů

Vedoucí: RNDr. Lukáš Nádvořík, Ph.D. (nadvořík@karlov.mff.cuni.cz), KCHFO  
Konzultant: Mgr. Peter Kubaščík, KCHFO

Magnetorezistivní jevy, závislost odporu materiálu na směru přiloženého magnetického pole, jsou známy už velmi dlouho. Okrem akademického zájmu o pochopenie mikroskopického mechanizmu zodpovedné za ich pôvod, sú využívané v technológií pevných diskov prostredníctvom čítacej hlavy. Mnoho z týchto javov zahŕňa integráciu vnútorného magnetického momentu elektrónov – *spinu* a viedlo k vzniku nového vedného oboru – *spintroniky*. Jednou z mnoho výhod, ktoré spintronicke súčiastky ponúkajú sú omnoho rýchlejšia elektronika. Cieľom tohoto projektu je štúdium magnetorezistívnych javov na ultrarychlej, *terahertzovej*, škále. Ultrakrátke pulzy ( $< 1$  ps) však nie je možné vytvoriť pomocou elektrických zdrojov a je nutné sa posunúť z elektrických ku optickým metódam – *časovo-rozlišenej terahertzovej spektroskopii*.

Štúdií, ktorých by sa venovali ultrarychlej odozve magnetorezistívnych javov, je zatiaľ navzdory atraktivite tohto projektu málo. Väčšina štúdií venujúca sa ultrarychlej odozve magnetorezistívnych javov vyžaduje moduláciu magnetickým polom pomocou veľkých vektorových elektromagnetov, kvôli možnostiam vygenerovať silné magnetické pole oscilujúce na vysokej frekvencii. Často sú pritom opomínané permanentné magnety, napr. pomocou *Hallbachovského usporiadania*.

Náplňou projektu je otestovanie meraní ultrarychlej magnetorezistencie pomocou rotačného magnetu s Hallbachovským usporiadaním a získanie prvých vedeckých výsledkov ultrarychlej magnetorezistencie na MFF UK. Z hľadiska skúmaných materiálov sa ponúka štúdium feromagnetickéj zliatiny NiFe alebo CoFe, prípadne dvojvrstiev CoFeB/Pt a YIG/Pt, pričom konkrétne skúmané materiály závisia na dohode a dostupnosti skúmaných vzoriek. Predmet nepredpokladá žiadne predchádzajúce technické skúsenosti ani hlboké fyzikálne vedomosti a je teda vhodný aj pre študentov prvého ročníku.



## Seznam literatury:

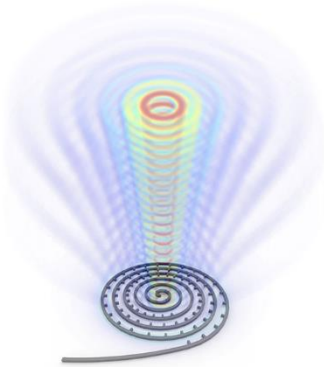
- [1] KUBAŠČÍK, Peter. Study of spintronic phenomena in magnetically ordered structures using terahertz spectroscopy. Praha, 2021. Diplomová práce.
- [2] BROCHERT, Martin. Magneto-resistive effects at THz frequencies. Praha, 2019. Diplomová práce.
- [3] Nádvořík, L. et al. Broadband terahertz probes of anisotropic magnetoresistance disentangle extrinsic and intrinsic contributions, *Physical Review X*, 11(2):021030, 2021.

## Šíření porušených vířivých optických svazků

Vedoucí: RNDr. Tomáš Ostatnický, Ph.D. (tomas.ostatnický@mff.cuni.cz)

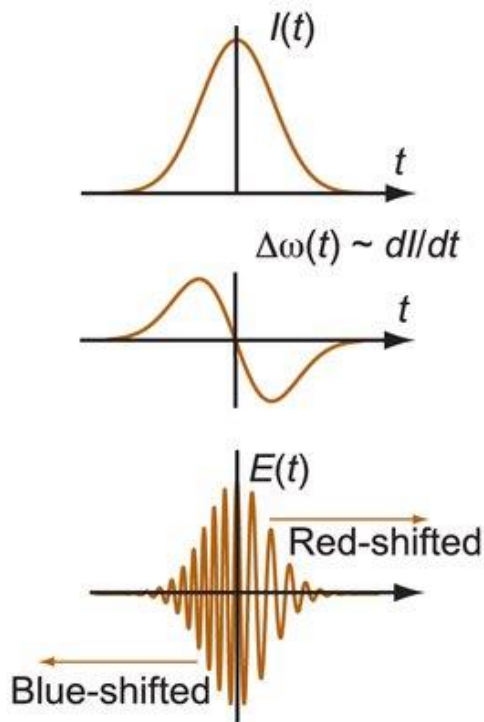
Světlo se může v prostoru šířit v podobě tzv. svazků tak, jak to známe např. u laserového záření. To, co ale opouští např. laserové ukazovátko, je tzv. základní mod záření, který má ve svém středu maximum intenzity, má malou rozbíhavost a vůbec se chová celkem způsobně. Existují ale i jiné možnosti, jak je svazek tvarovaný: když obejdeme dokola kolem středu svazku, může se spojitě měnit buďto polarizace, nebo fáze pole, nebo dokonce obojí o celistvý násobek  $360^\circ$  – daný parametr tak tvoří vír, a proto se svazkům říká svazky vířivé. Jedním z charakteristických rysů je minimum intenzity ve středu svazku stejně, jako u víru na hladině kapaliny vznikne v jeho středu jamka.

Nedávno se podařilo ukázat, že vířivé svazky je možné využít pro zabezpečení telekomunikačních spojů. Princip zabezpečení je založený na tom, že dokážeme detekovat deformaci svazku kdykoliv by mezi vysílačem a přijímačem někdo narušil dráhu svazku tak, aby dokázal odposlouchávat telekomunikaci. Cílem projektu bude nalézt ideální umístění odposlechu tak, aby byla co nejmenší pravděpodobnost, že bude útočník odhalen. Následně bude úkolem optimalizovat geometrii telekomunikační trasy tak, aby se pravděpodobnost útoku minimalizovala. Řešitel projektu bude numericky řešit vlnovou rovnici a výstupy statisticky zpracovávat.



## Modelování automodulace fáze ultrakrátkého laserového pulzu

Vedoucí: doc. RNDr. František Trojáněk, Ph.D. ([trojanek@karlov.mff.cuni.cz](mailto:trojanek@karlov.mff.cuni.cz)), KCHFO MFF UK



Důsledkem nelineárního, tj. intenzitně závislého indexu lomu je automodulace fáze. Jedná se o jev, který se projevuje při šíření ultrakrátkých, velmi silných laserových pulzů nelineárním prostředím. Dochází při něm ke změně spektra v časovém průběhu pulzu a díky disperzi prostředí (závislosti indexu lomu na frekvenci) k časovému a spektrálnímu rozšiřování pulzu.

Automodulace fáze se projevuje tím, že se přední a zadní část pulzu šíří různě rychle (mají různou okamžitou frekvenci, a tím i index lomu) a pulz se rozšiřuje v čase. Tento efekt může být větší než při klasické disperzi, kdy k rozšiřování pulzu dochází vlivem přirozené šířky spektra ultrakrátkého pulzu. Pokud nelineární index lomu je kladný, přední část pulzu (časově) má sníženou okamžitou frekvenci, tzn. frekvence je posunuta do *červené*. Kdežto zadní část pulzu má frekvenci zvýšenou, je posunuta do *modré*.

Cílem projektu bude odvození vztahů pro různé tvary pulzů a modelování jejich tvaru a spektra při šíření konkrétním nelineárním prostředím.

### Literatura:

R. Boyd, Nonlinear Optics, Academic Press 2003.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Self-phase\\_modulation](https://en.wikipedia.org/wiki/Self-phase_modulation)



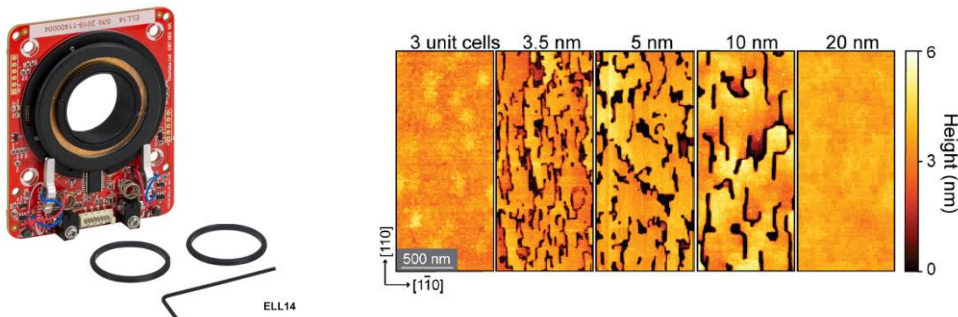
## Vývoj a programování automatického rotátoru vzorků pomocí 3D tisku

Vedoucí: RNDr. Lukáš Nádvořník, Ph.D. (nadvořnik@karlov.mff.cuni.cz), KCHFO  
Konzultant: Mgr. Peter Kubaščík, KCHFO

Spintronika je relativně nový a velmi perspektivní vedný obor, který si klade za cíl integrovat do běžné elektroniky jako ju poznáme mimo náboja nosičov aj ich vnútorný magnetický moment – *spin*. Výhodou tohoto přístupu je vývoj méně energeticky náročné a ultrarýchle elektroniky, *pracující na terahertzových frekvencích*. Tieto efekty sa často vyznačujú anizotropiou, napr. vodivosti a teda na ich štúdium je potrebné rotovať vzorkou.

Aby bolo možné z praktického hľadiska skúmať veľké množstvo vzoriek, je potrebné skonštruovať relatívne tenký a presný rotátor a naprogramovať ho za účelom následnej automatizácie. Cieľom projektu, je navrhnuť a skonštruovať rotačný držiak vrátane držiaku vzorky, ktorý bude umožňovať doplnkové charakterizačné merania a zároveň točiť vzorkou. Funkčnosť skonštruovaného držiaku bude následne otestovaná na anizotropii ultrarýchle vodivosti tenkých vrstiev antiferomagnetu.

Hoci je súčasťou projektu programovanie v prostredí LabVIEW, 3D tlače a THz spektroskopie, nepredpokladajú sa žiadne predchádzajúce vedomosti v tejto oblasti, iba chuť sa učiť novým veciam.



### Seznam literatury:

- [1] LabVIEW tutoriál
- [2] Manuál k rotačnému držiaku ELL14



## Vznik strukturálních barev na vrstvách uspořádaných krystalků

Vedoucí: RNDr. Tomáš Ostatnický, Ph.D. (tomas.ostanicky@mff.cuni.cz)

Termín strukturální barvy označuje vznik zbarvení zejm. živých organismů skrze rozptyl na pravidelně uspořádaných rozhraních mezi průhlednými materiály s různými indexy lomu. Je to jiný mechanismus než vznik barev odrazem světla na organických pigmentech: nedochází zde k absorpci světla, pouze k odrazu určitých vlnových délek, a díky tomu je i mnohem širší škála barevných odstínů, kterých lze dosáhnout. Jako příklad mohou sloužit motýlí křídla, krovky brouků nebo duhovka oka, ukazuje se ale, že strukturální barvy mají velký podíl i u zbarvení kůže savců a zejména ještěřů.

Problematika strukturálních barev je v současné době velmi dobře rozpracovaná na úrovni tzv. Bornovy aproximace, kdy při teoretickém popisu uvažujeme pouze jeden odraz světla během celé trajektorie od zdroje záření k pozorovateli: vícenásobný odraz je považován za zanedbatelný. U ještěřů se ale ukazuje, že zdrojem strukturálních barev je guanin (index lomu 1.83) v cytoplazmě (index lomu 1.33) a Bornova aproximace zde zjevně neplatí, neboť odrazivost jediného rozhraní je 2.5% (!).

Cílem projektu bude nalézt vhodnou metodu pro odhad odrazivosti částečně uspořádaného prostředí. Za tímto účelem bude řešitel projektu provádět numerické výpočty odrazivosti vrstevnatého prostředí, obsahujícího poruchy v uspořádání, a to úplnou metodou vycházející z vlnové optiky. Následně bude výsledky porovnávat s výsledky s Fourierovy transformace prostorového rozložení vrstev a také s výpočtem s pomocí raytracingu. Tento výsledek potom najde uplatnění při analýze zbarvení plazů na základě znalosti mikroskopické stavby jejich kůže.

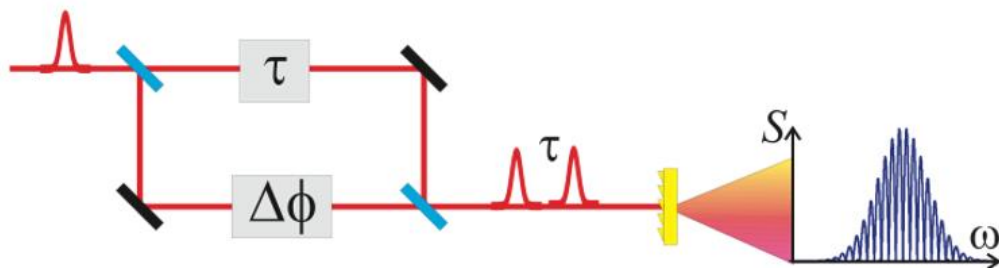


## Nelineární index lomu

Vedoucí: RNDr. Martin Kozák, Ph.D. (kozak@karlov.mff.cuni.cz), KCHFO MFF UK

V lineární optice slabých polí je index lomu konstantou, která závisí pouze na látce, jíž se světlo šíří. Pokud se ovšem amplituda elektrického pole světla blíží poli, které působí mezi jádry a elektrony, začnou se projevovat nelineárně-optické jevy. Jedním z těchto jevů je také závislost indexu lomu na intenzitě světla. V prvním přiblížení lze považovat index lomu za lineární funkci intenzity, ale při dosažení opravdu velkých špičkových polí (cca. 10 V/nm) závisí přírůstek indexu lomu na vyšších mocninách intenzity. V našich laboratořích máme k dispozici několik femtosekundových laserových systémů, které umožňují generovat laserové pulzy dosahující zmíněných amplitud pole, a které budou použity k řešení tohoto projektu.

Cílem projektu je studovat nelineární index lomu skla při extrémních špičkových intenzitách světla pomocí nové experimentální techniky založené na měření spektrální interference mezi dvěma replikami ultrakrátkých pulzů (délka pouhých 6 fs). Student se nejprve stručně seznámí s fyzikální podstatou nelineárního indexu lomu. Poté pomocí úpravy existujícího experimentu vytvoří dvě repliky těchto pulzů oddělené v čase a bude charakterizovat posun interferenčních proužků ve spektru dvojice pulzů jako funkci intenzity silného čerpacího pulzu. Z posunu interferenčních proužků lze přímo vypočítat změnu indexu lomu jako funkci intenzity světla.



### Literatura:

R. Boyd, Nonlinear Optics, Academic Press 2003.

Vybraná časopisecká literatura.

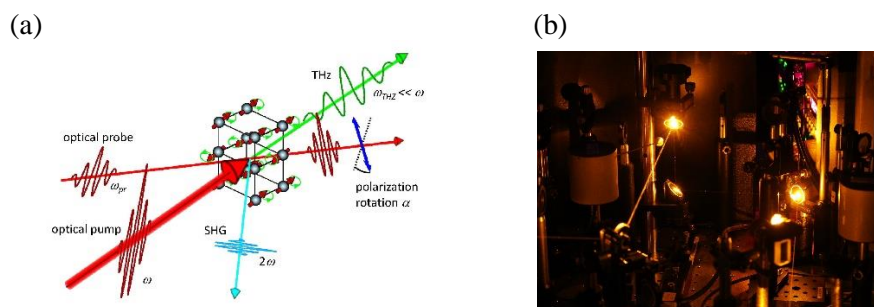
# Optimalizace magneto-optického experimentu pro spintronický výzkum

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

Současná elektronika, která je založená na přenosu náboje elektronu, brzy narazí na své technické limity, které jsou vyvolané nemožností neustále zmenšovat rozměry tranzistorů. Nejslibnější alternativou, která umožní i nadále zvyšovat výpočetní výkon elektronických zařízení je spintronika, což je podobor elektroniky využívající kromě náboje elektronu i jeho spin [1]. Nicméně, pro vývoj elektronických součástek nové generace je potřeba vyvinout a optimalizovat i nástroje pro jejich studium. Jednou z velice slibných experimentálních technik pro tento moderní výzkum je magneto-optika, kde se pro studium a vizualizaci magnetického uspořádání ve zkoumaných materiálech využívá stočení polarizace světla – viz. obr. 1(a) [2].

Náplní tohoto projektu je vyřešit jeden konkrétní dílčí problém, na který jsme v nedávné době narazili v Laboratoři Optospintroniky, která je společnou laboratoří MFF UK a Fyzikálního ústavu AVČR, kde se v současné době zaměřujeme zejména na vývoj paměťových součástek nové generace [3]. Součástí magneto-optických experimentálních uspořádání jsou často kryostaty, ve kterých je možné měnit teplotu studovaných součástek (v našem případě od 10 do 800 K). Pro zavedení laserového svazku do kryostatu, kde dochází k jeho odrazu od studované součástky, a jeho následného vyvedení z něj je často nezbytné používat zrcadla, která umožňují ovlivňovat směr šíření světla. Současně ale tato zrcadla také ovlivňují polarizační stav světla, kde jsou zakódované informace o studovaném materiálu. Cílem tohoto projektu je experimentálně optimalizovat způsob odstranění těchto polarizačních změn pomocí odrazu na dvojici zrcadel, kde dochází ke vzájemné kompenzaci efektů vyvolaných jednotlivými zrcadly.

Během řešení tohoto projektu bude uchazeč samostatně pracovat v laserové laboratoři pomocí ultramoderního superkontinuálního vláknového laseru. V praxi si vyzkouší stavbu experimentálního optického uspořádání a bude provádět přesná měření polarizačního stavu světla. Tento projekt je vhodný zejména pro studenty 2. ročníku, kteří budou mít možnost si v praxi ověřit některé poznatky získané na přednášce z Optiky. V případě zájmu jim tento projekt následně umožní pokračovat experimentálně orientovanou bakalářskou prací ve špičkově vybavené laserové laboratoři na velice aktuální vědecké problematice.



Obr. 1: (a) Schematické znázornění studia magneticky uspořádaných materiálů pomocí ultrakrátkých laserových pulzů [2]. (b) Fotografie části magneto-optického experimentu v Laboratoři OptoSpintroniky [3].

## Literatura

- [1] P. Němec: Cesta ke spinovému tranzistoru, Sdělovací technika 6, 5 (2012).
- [2] P. Němec, M. Fiebig, T. Kampfrath, and A. V. Kimel, Antiferromagnetic opto-spintronics, Nature Physics 14, 229 (2018).
- [3] <https://physics.mff.cuni.cz/kchfo/ooe/los/los.htm>

## Numerické výpočty vlnění na rozhraní prostředí

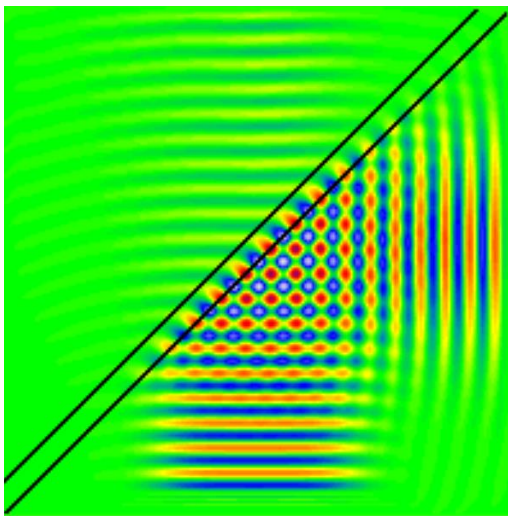
Vedoucí: RNDr. Martin Kozák, Ph.D. (kozak@karlov.mff.cuni.cz), KCHFO MFF UK

Konzultant: Mgr. Pavel Peterka (pppeterka@email.cz), KCHFO MFF UK

Při dopadu elektromagnetického záření na rozhraní dvou dielektrických prostředí s odlišnými indexy lomu dochází k jeho lomu. Pokud je úhel dopadu větší než mezní úhel, dochází k úplnému odrazu. V tom případě postupuje podél rozhraní v prostředí, kam nepronikne běžná vlna, jen tzv. evanescentní vlna, jejíž intenzita exponenciálně klesá se vzdáleností od rozhraní. Pokud do blízkosti k rozhraní dáme jiné médium, může část vlnění protunelovat bariéru. Tento jev se využívá například v optických vláknech.

Výpočty šíření elektromagnetického vlnění různými strukturami je možné provést pomocí metody finite-difference time-domain (FDTD). Metoda je založená na numerickém řešení diferenciálních rovnic v časové doméně, v tomto případě konkrétně Maxwellových rovnic. Metoda se využívá k řešení mnoha vědeckých a inženýrských problémů týkajících se interakce elektromagnetické vlny s materiály a umí se jednoduše vypořádat s různými typy materiálů, jako jsou dielektrika, disperzní, nelineární i anizotropní materiály.

Cílem projektu bude zejména, aby se student naučil pracovat s komerčním softwarem Lumerical FDTD. Dále budou provedeny výpočty šíření ultrakrátkých optických pulzů na rozhraní prostředí a bude studován vznik evanescentní vlny.



### Doporučená literatura:

E. Hecht, Optics, Addison Wesley, 2002.

Lumerical FDTD Solver Course

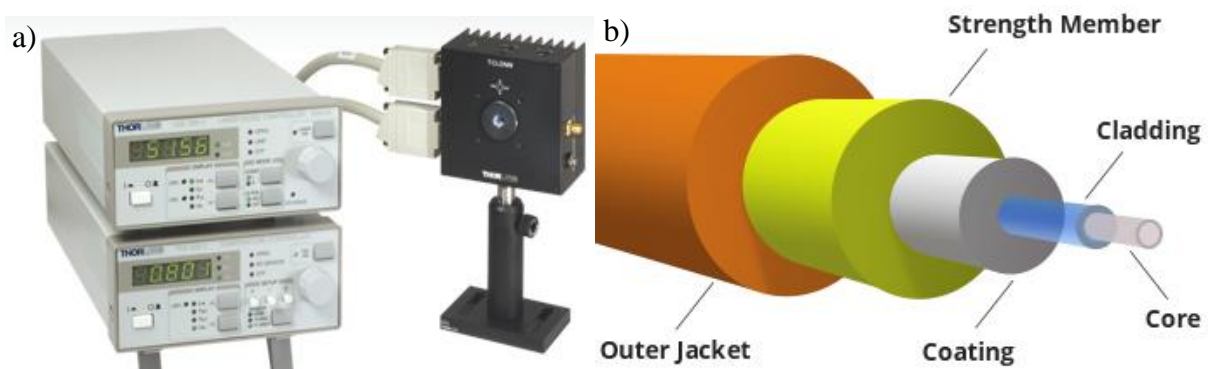
## Optické vlákna ako modulátory laserových zväzkov

Vedúca: RNDr. Eva Schmoranzarová, Ph.D. ([eva.schm@karlov.mff.cuni.cz](mailto:eva.schm@karlov.mff.cuni.cz)), KCHFO  
Konzultant: Mgr. Jozef Kimák ([jozef.kimak@mff.cuni.cz](mailto:jozef.kimak@mff.cuni.cz)), KCHFO

Optické vlákna majú vďaka svojim špeciálnym vlastnostiam využitie v mnohých oblastiach techniky a vedy. Zastávajú nenahraditeľnú rolu pri prenose informácií na veľké vzdialenosti, kde sú malé straty signálu kľúčovým faktorom. Ich menej známou vlastnosťou je možnosť modulácie privedeného svetla do podoby, ktorú možno využiť napr. v optickej a magneto-optickej spektroskopii.

Na našom oddelení disponujeme špeciálnym modulárnym diódovým systémom od firmy Thorlabs, ktorý umožňuje implementáciu laserových diód od rôznych výrobcov. Takáto funkcionálna predstavuje v rámci spektroskopie veľkú výhodu – jednoduchou výmenou diódy možno získať odlišné spektrum svetla. Na druhú stranu sa ukazuje, že vytvorenie jednej univerzálnej metódy k modulovaniu svetla z rôznych diód je relatívne zložitá úloha [1].

Hlavnou náplňou tohto projektu bude teda snaha o vytvorenie univerzálneho experimentálneho usporiadania, ktorým bude možné modulovať žiarenia z rôznych laserových diód. K tomu využijeme mnohomódové optické vlákno. Študent/ka tak získa skúsenosti s optickými komponentami a vláknami, čo bude môcť v budúcnosti využiť pri experimentálnej práci. Okrem štúdia základných parametrov zväzkov modulovaných vláknom (intenzita, divergencia, ...) využijeme v prípade záujmu vytvorené usporiadanie k štúdiu magnetických materiálov v rámci Kerrovskej mikroskopie [2].



Obr. 1: a) Modulárny diódový systém Thorlabs. b) Schéma optického vlákna.

### Zoznam literatúry:

[1]. P. Kubaščík, Modulární laserový systém pro širokou spektrální laditelnost, študentský projekt, KCHFO (2018).

[2]. A. K. Zvezdin, V. A. Kotov, Modern Magneto-optics and Magneto-optical Materials, Institute of Physics Publishing, Bristol/Philadelphia (1997).