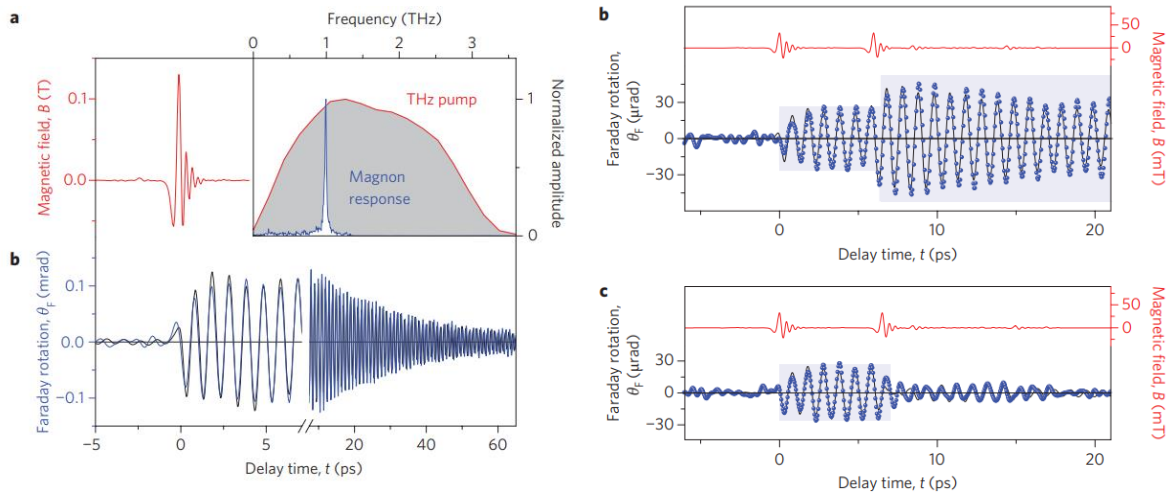


# Simulácie šírenia sub-ps elektromagnetických pulzov v THz spektroskope

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

Konzultant: Mgr. Peter Kubaščík, (peter.kubascik@matfyz.cuni.cz), KCHFO



**Obř. 1.** Vľavo excitácia spinových vĺn v antiferomagnetickom NiO pomocou THz pulzov s amplitúdou 200 mT a vpravo demonštrácia zosilovania alebo vypínania magnonov pomocou THz pulzov [1].

Potreba stále rýchlejšej elektroniky vedie k postupnému posunu operačných frekvencií z jednotiek až desiatok GHz do frekvenčnej oblasti 100 GHz až jednotiek THz. Táto spektrálna oblasť bola v dlho málo preskúmaná kvôli nedostatku vhodných zdrojov a spôsobom detekcie. Situácia sa zmenila s rozvojom laserovej technológie, čo dalo vzniku časovo-rozlišenej THz spektroskopie, umožňujúcej priamu detekciu jednotlivých kmitov elektrického poľa na THz frekvenciách, čím je veľmi podobná rádiovým vlnám, avšak vďaka veľmi vysokým frekvenciám sa šíri vo forme dobre definovaných laserových zväzkov. My sa v laboratóriu THz spintroniky venujeme ultrarýchlej odozve magnetických materiálov.

V poslednej dobe začína pozornosť vedeckej komunity pútať aplikácie intenzívnych THz polí ( $E \sim 100 \frac{kV}{cm}$ ,  $B \sim 0.1 T$ ) na excitáciu spinových vĺn v magnetických materiáloch, či dokonca prepínaniu magnetických momentov. K tomu je však potrebné generovať THz pulzy s relatívne veľkej plochy, umožňujúce tak lepšie rozloženie dopadajúcej energie a následnú ostrú fokusáciu vedúcu k silným elektromagnetickým poliám. Zároveň vieme, že v nami postavenom experimentálnom usporiadaní sme ďaleko od teoretického limitu zaostrenia a výrazné rozšírenie zväzkov nám v minulosti nepomohlo výrazne zväčšiť THz pole. Dôvodom je, že transformácia THz zväzkov je jednak veľmi kontraintuitívna a navyše do hry vstupujú ďalšie parametre ako efekt apertúry optických komponent, či geometrické vady.

Za týmto účelom sme zakúpili software Zeemax, ktorý je priemyselným štandardom v optickom priemysle a umožňuje simulovať jednoduché optické čočky, rozličné laboratórne experimentálne usporiadania, či automobilové svetlomety. Cieľom projektu je nasimulovať aktuálne experimentálne usporiadanie pomocou nášho jednoduchého modelu založeného na gaussovských zväzkoch s rigoróznym pomocou Zeemax a porovnať ich. Študent s prvej fáze nasimuluje stávajúci setup prostredníctvom našich modelov a porovná ho s prostredím Zeemax. V ďalšej fáze sa sústreďujeme na hľadanie závislostí generovaného elektrického poľa na vybraných parametroch (veľkosť apertúr, excitačnej plochy a pod.) na základe ktorého určíme optimálne usporiadanie. V prípade záujmu je možné projekt rozšíriť o porovnanie simulácií s experimentom. Tento projekt nám pomôže k vnútornému pochopeniu šírenia THz pulzov v experimentálnom usporiadaní a jeho optimalizácie za účelom zisku vyššej presnosti a intenzívnejších polí. Študent si pokročilé simulácie propagácie gaussovských zväzkov, simulácie šírenia svetla v priemyselnom software Zeemax a základy THz technológie.

## Referencie:

[1] Kampfrath et al. Nature 5, 31-34(2011)