

**Az EFOP-3.6.2-16-2017-00005 forrásból támogatott
2020/2021. I. félévre meghirdetett tudományos ösztöndíj
PÁLYÁZATI FELHÍVÁS - Melléklete**

Részletes témakiírás

Az SZTE TTIK Fizikai Intézete és Kémiai Intézete tudományos ösztöndíjpályázatához kapcsolódó témakiírások, illetve a pályázó szakmai feladatainak részletes bemutatása.

A projekt III. kutatási alprojektjének 1. Optikai és röntgenlézersémák elméleti és kísérleti vizsgálata kutatási témában:

• **Üveglemezek diszperziójának mérése**

A lézerrezonátorból kilépő impulzus áthalad a nyitótükör üveghordozóján, majd adott esetben a vákuumkamrában lévő céltárgyig a vákuumkamra ablakán keresztülhaladva jut el. Nagyon fontos az alkalmazott üveglemezek diszperziójának ismerete, mivel a rajtuk áthaladó impulzus időbeli alakját jelentősen torzíthatja, ha nem az elvárt diszperziós jellemzőkkel rendelkeznek. A spektrális interferometria széles körben használt technika különböző optikai elemek mérésére.

Az ösztöndíjas feladata Python-nyelven megírni egy programot, mely alkalmas spektrális interferogramok kiértékelésére. A programnak alkalmasnak kell lenni a jelenleg a szakirodalomban már leírt minimum-maximum, fázismodulált koszinusz-függvény és állandó fázisú pont módszerével történő kiértékelésre.

A kutatási témára fizika BSc szakos hallgatók jelentkezését várjuk.

Kutatásvezető: Dr. Kovács Attila *adjunktus* TTIK Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

• **Fotonikus szálak diszperziós jellemzőinek mérése**

A kettősen törő fotonikus szálakban terjedő ultrarövid lézermimpulzusok időbeli alakja a szálakban fellépő kromatikus illetve polarizációs módus diszperzió miatt megváltozik. A fotonikus szálak két polarizációs módusának diszperziós görbéi szimultán mérhetőek még a két módus időbeli átfedése esetén is az ablakolt Fourier-transzformációs spektrális interferometriával, ha az időbeli késés a módosuk között nagyobb 1 ps-nál.

Az ösztöndíjas feladata Python-nyelven megírni egy programot, mely alkalmas a felvett spektrális interferogramok ablakolt Fourier transzformációs módszerrel történő kiértékelésére.

A kutatási témára fizikus MSc szakos hallgatók jelentkezését várjuk.

Kutatásvezető: Dr. Kovács Attila
adjunktus TTIK Optikai és
Kvantumelektronikai Tanszék



A projekt III. kutatási alprojektjének 3. Intenzív fény és anyag kölcsönhatásának speciális problémái kutatási témában:

• **Pályaimpulzussal rendelkező lézernyalábok kölcsönhatása elektronokkal**

Az utóbbi években jelentős figyelmet kaptak azok a lézernyalábok, amelyekhez pályaimpulzusmomentum is rendelhető. Olyan anyagi rendszerrel való kölcsönhatás esetén, amelyben az elektronok szintén rendelkeznek a spin mellett perdülettel is, érdekes, a megmaradási egyenletek által meghatározott impulzuscsere várható. A pályázó feladata a korábbi munka során létrehozott numerikus modell tesztelése és általánosítás arra az esetre, amikor a vezetési tulajdonságok tükrözik ennek a kölcsönhatásnak az eredményét. Ez a munka analitikus közelítések és numerikusan egzakt modellek együttes kezelését, eredményeik, jóslataik összehasonlítását jelenti.

A kutatási témára fizikus PhD hallgatók jelentkezését várjuk.

Kutatásvezető: Dr. Földi Péter *egyetemi docens* TTIK Elméleti Fizikai Tanszék

• **Kvantált elektromágneses terek által keltett optikai felharmonikusok**

Az elektromágneses tér kvantált (a fotonképen alapuló) leírását jellemzően abban az esetben alkalmazzuk, ha a tér gyenge, kevés fotonot tartalmaz. Ugyanakkor az utóbbi évek kísérleti eredményei azt mutatják, hogy a nagyobb intenzitások tartományában is vannak olyan jelenségek, amelyek nem magyarázhatók meg másképpen, csak ezzel a módszerrel. A pályázó feladata – a korábbi analitikus illetve numerikus eredmények szintéziséként - az ezzel kapcsolatos elméleti modellek összefoglalása, azok érvényességi körének kritikus vizsgálata, főként a magasfelharmonikus-keltés jelenségére koncentrálna.

A kutatási témára fizikus PhD hallgatók jelentkezését várjuk.

Kutatásvezető: Dr. Földi Péter *egyetemi docens* TTIK Elméleti Fizikai Tanszék

A projekt III. kutatási alprojektjének 5. Anyagtudományi alkalmazások kutatási témában:

• **Plazmonikusan erősített jelenségek periodikus és komplex struktúrákon**

Erősítő közeget jellemző anyagok Lorentz oszcillátorokkal jellemzése, a hullámhossztól függő komplex törésmutató, dielektromos állandó és a pumpa intenzitástól függő polarizálhatóság meghatározása. Erős csatolás és lasing jelenség plazmonikus módus-szimmetriától függésének tanulmányozása periodikus mintázatokon. Lineárisan és cirkulárisan polarizált fényvel kivilágított komplex plazmonikus struktúrák meta-anyag jellegének valamint erősítő közeg jelenléte esetében a lasing jelenség karakterisztikájának vizsgálata retrieval módszerrel. Komplex fém-mintázatok tervezése, amelyekkel a fény nagy hatékonysággal a közel-térbe csatolható, a töltés és mező időbeli lefutása kontrollálható, azaz a fény-anyag kölcsönhatás adaptív kontrollja megvalósítható. Random elrendezésű plazmonikus nanorezonátorokkal dúsított targetekben az egyenletes felfűtést biztosító eloszlások meghatározása.

A kutatási témára fizikus PhD hallgatók jelentkezését várjuk.

Kutatásvezető:

Dr. Csete Mária *tudományos főmunkatárs*
TTIK Optikai és Kvantumelektronikai
Tanszék



- **Plazmonikus rezonátorokban az időbeli lefutás kontrollja, optimalizálás a geometria – polarizáció - CEP paraméterter felett**

Festékmolekulát tartalmazó dielektrikumba ágyazott individuális és periodikus plazmonikus objektumokon alapuló nanolézerek tervezése és optimalizálása. A geometria-polarizáció-CEP által a töltéeloszlás és a közel-tér időbeli lefutására gyakorolt hatás valamint a távotérben kinyerhető spektrális és térbeli intenzitás-eloszlás kontrolljának megvalósítása. Impulzus lefutástól függő töltésmegosztást mutató plazmonikus architektúrák (nanorezonátorokból felépülő nyitott lineáris és különböző szimmetriájú zárt láncok, spirálok) direkt optimalizálása a CEP érzékenység maximalizálása céljából. A kaszkád jelenséget produkáló architektúrák (plazmonikus lencsék, fraktálszerű elrendezések) optimalizálása a kevés ciklusú plazmonikus tér maximalizálására. Cirkulárisan polarizált fényel kivilágított plazmonikus struktúrák optimalizálása az erősített plazmonikus térbeli ciklusszám minimalizálására. A polarizáció kapuzás módszereinek kidolgozása plazmonikus architektúrákra. Az impulzus hosszával skálázott időpillanatig integrált abszorbeált energia egyenletességét biztosító nanorezonátor-eloszlások meghatározása a COMSOL transient modulban.

A kutatási témára fizikus PhD hallgatók jelentkezését várjuk.

Kutatásvezető: Dr. Csete Mária *tudományos főmunkatárs* TTIK Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

- **Plazmonikusan erősített jelenségek polarizációtól és nanorezonátor eloszlástól függése**

Szférikus és ellipszoidális nanorezonátorokban nem-szimmetrikus mintázatokban elrendezett emittereket tartalmazó szuperradiáns rendszerekben az átpolarizálódás távolságfüggésének analízise. A polarizációval jellemzett erősítő közegben a populáció inverzió és a térben átlagolt lézer-mező időbeli dinamikájában oszcillációt eredményező paraméterek meghatározása FEM és FDTD módszerrel. Szférikus és ellipszoidális konkáv nanorezonátorokba ágyazott festékmolekulát tartalmazó dielektrikumon alapuló nanolézerek tervezése és optimalizálása. A lineáris és cirkuláris polarizáció alkalmazása különböző szimmetriájú plazmonikus architektúrák esetében CEP függő közel-tér eloszlás és távotérbeli jel létrehozására. Mag-héj nanorezonátorok behangolása a rövidimpulzus centrális hullámhosszára, az abszorpció térbeli és időbeli fluktuációjának minimalizálására alkalmas eloszlások feltérképezése.

A kutatási témára fizikus PhD hallgatók jelentkezését várjuk.

Kutatásvezető: Dr. Csete Mária *tudományos főmunkatárs* TTIK Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

- **Lézer- és plazmaspektroszkópiai célú mikrofluidikai eszközök részegységeinek tervezése és készítése**

A nanoszekundumos lézerpulzusokkal keltett illetve induktív csatolású plazmák különböző nanorészecskék (nanokompozitok, sejtek, stb.) analitikai

célú vizsgálatának egy korszerű mintabeviteli és mintaelőkészítési megoldását jelenti a mikrofluidikai megoldások alkalmazása. Ezen eszközöket általában polimerekből, litográfiával kombinált mikroöntési vagy fotopolimerizációs, esetleg 3D nyomtatási megoldásokkal szokták előállítani. A mikrofluidikai csatornák, portok, szelepek, keverők, adagolók, stb. megvalósítását részletes, a geometriának, valamint a felhasznált anyagok tulajdonságai hatásának számítógépes modellezéssel segített tervezésének kell megelőznie, amelyek egyik célja azoknak a mintákhoz illetve a spektrométerekhez való illesztésének optimalizálása.

Az ösztöndíjat elnyerő hallgató feladata lesz közreműködni a mikrofluidikai eszközök számítógépes tervezésében, ezért az áramlástan és mechanikai szoftverek, illetve vektorgrafikus rajzoló programok ismerete előnyt jelent. A projekt jellegéből adódóan szükséges a műszeres analitikai kémiai, ezen belül is lézer és plazma bázisú spektroszkópiai vizsgálati módszerek legalább bevezető szintű ismerete is. Az ösztöndíjas időszak alatt néhány kritikus mikrofluidikai részegység tervezésére, valamint elkészítésére fog sor kerülni.

A kutatási témára kémia BSc szakos hallgatók jelentkezését várjuk.

Kutatásvezető: Dr. Galbács Gábor *egyetemi tanár* TTIK Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék

• Gázminták nanorészecskékkel jelerősített lézer indukált plazma spektroszkópiás analízise

A lézer indukált plazma spektroszkópia (LIBS) egy igen népszerű analitikai módszer, amellyel bármilyen halmazállapotú minta nyomelemösszetétele megállapítható kontaktus nélkül, távolról, akár terepen is, mikrodestruktív módon. A LIBS módszer ma intenzíven kutatott az analitikai spektroszkópiában és a fizikában is. Az egyik fontos kutatás irányzat az analitikai teljesítőképesség – főként a kimutatási határok és az ismételhetőség – javítása különböző plazma módosítási (pl. plazma kompresszió, plazma hevítés többszörös lézerimpulzusok alkalmazásával, stb.) és fénygyűjtési megoldásokkal. Az egyik mértékadó irányzat a fém nanorészecskék segítségével történő plazmonikai jelerősítés (nanoparticle enhanced LIBS, NELIBS), ami eredményesen alkalmazható szilárd vagy folyadék minták jelének erősítésére. Gázminták esetében azonban eddig még senki nem alkalmazta az eljárást - jelen kutatási projektünk éppen ezt célozza. Az előkísérleteink során azt találtuk, hogy alkalmas fizikai nanorészecske előállító módszer (pl. lézeres abláció vagy elektromos kisülések) segítségével előállított, a vizsgálandó gázközegben eloszlott fém nanorészecskék hatékonyan növelik a gáz alkotóinak LIBS spektrumának jel/zaj viszonyát.

Az ösztöndíjat elnyerő hallgató feladata lesz közreműködni olyan laboratóriumi kísérletekben, amely a plazmonikai jelerősítés körülményeinek részletes felderítését célozzák. A nanorészecskéket elektromos kisülésekkel fogjuk előállítani, argon illetve nitrogén gázban. A projekt jellegzetességei miatt előnyt jelent, ha a hallgatónak előzetes ismeretei vannak a nano- vagy mikroaeroszolok karakterizálásával és a LIBS mérésekkel kapcsolatban.



A kutatási témára vegyész MSc szakos hallgatók jelentkezését várjuk.

Kutatásvezető: Dr. Galbács Gábor *egyetemi tanár* TTIK Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék

• **Lézer indukált plazma spektroszkópiás célú méréseket segítő elektronikai és szoftveres fejlesztések**


A lézer indukált plazma spektroszkópiai (LIBS) kísérleti elrendezések a plazmakeltő lézer és a plazma fényemisszióját gyűjtő spektrométer ns időbeli pontosságú vezérlését, szinkronizálását és adatgyűjtését igényli, sok esetben gyors optoelektronikai elemek közreműködésével. A különböző analitikai kísérletek számára eltérő spektroszkópiai elrendezésekre van szükség, ami az összekötő elektronikai elemek, vezérlő és adatgyűjtő szoftverek folyamatos adaptálását igényli.

A jelen ösztöndíjas időszak alatt a hallgató feladata lesz közreműködni olyan elektronikai és szoftveres eszközök fejlesztésében, amelyek az aktuális LIBS kísérleti projektekhez szükséges elrendezések hatékony működését teszik lehetővé. Ide tartozik például többek között a lézer forrás fénygyengítőjének külső vezérlését, a spektroszkópiai adatbázisokban spektrumvonalak automatikus azonosítását és egyes optomechanikai elemek vezérlését végző eszközök fejlesztése és készítése. A projekt jellegzetességei miatt természetesen olyan hallgató jelentkezését várjuk, aki mind a lézer indukált plazmaspektroszkópia, mind az elektronika, mind a szoftverfejlesztés területén rendelkezik már rutinnal.

A kutatási témára vegyész MSc szakos hallgatók jelentkezését várjuk.


Kutatásvezető: Dr. Galbács Gábor *egyetemi tanár* TTIK Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék

Szeged, 2020. szeptember 3.


Prof. Dr. Szatmári Sándor
tudományos/kutatási projektvezető


Dajka Rita
szakmai vezető (adm)


Prof. Dr. Hopp Béla
Fizikai Intézet vezetője


Prof. Dr. Kónya Zoltán
tudományos és innovációs rektorhelyettes