

**Az EFOP-3.6.2-16-2017-00005 forrásból támogatott
tudományos ösztöndíj PÁLYÁZATI FELHÍVÁS - Melléklete**

Részletes témakiírás

Az SZTE Fizikai Intézet 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:

- **Nagy intenzitású, nagy kontrasztú ultraibolya lézerrendszer alkalmazása fény-anyag kölcsönhatási kísérletekhez**

A nagy intenzitású KrF excimer lézerrendszerek fejlesztésének fő iránya az előállított impulzusok időbeli kontrasztjának javítása és az elérhető csúcshintenzitás növelése. Az SZTE Kísérleti Fizikai Tanszékén működő HILL laboratóriumban egy speciális nagyintenzitású és nagy kontrasztú excimer lézerrendszer üzemel. Az ösztöndíj program ezen lézerrendszer működtetését és fény-anyag kölcsönhatási kísérletekben való alkalmazását célozza. A félév során tervezett kutatások magukba foglalják; speciális anyagszerkezeti vizsgálatokra alkalmas minták lézerimpulzusokkal történő megmunkálását, nagy felületű fotokonduktív antennákkal történő THz-es fényforrás előállítását, gyors részecskék előállítására szolgáló sémák vizsgálatát. Az ösztöndíjas feladata ezen kísérletek előkészítése és a kísérleti elrendezések kiépítése.

A kutatási témára fizikus MSc szakos hallgatók jelentkezését várjuk.

Kutatásvezető: Prof. Dr. Szatmári Sándor *egyetemi tanár* TTIK Kísérleti Fizikai Tanszék

- **Impulzusdeformációk csatolásának mérése térben bontott diszperzió-szkenneléssel**

A szilárdtest erősítőkből alkalmazott CPA erősítési sémának betudhatóan az erősített impulzus időbeli tulajdonságai (impulzusidő, időbeli intenzitás-kontraszt, stb.) kritikus függvényei a spektrumnak, az erősítő spektrális illetve időfüggő fázistolásainak. A nagy impulzusenergia és rövid impulzusidő egyre nagyobb nyalábátmérőt követel, ahol erőteljessé válhatnak az impulzus térbeli és időbeli alakjának egymáshoz csatolt „deformációi” (spatiotemporal couplings - STC). A fókuszálhatóság javítására ugyan léteznek adaptív optikai megoldások, de ezek rövid impulzusokra való alkalmazhatósága további numerikus vizsgálatokat igényel. Az ösztöndíjas hallgató feladata a szélessávú, nagy apertúrájú impulzusok térbeli és időbeli deformációinak vizsgálata. Ehhez kapcsolódóan egy térbeli felbontást lehetővé tevő diszperzió-



szkennelő eljárás kifejlesztése szükséges. A hallgató további feladata a 2D leképező spektrográf tervezése és megépítése a másodharmonikus hullámhossz-tartományra, próbamérések elvégzése a TeWaTi rendszerrel és a kiértékelési algoritmus fejlesztése.

A kutatási témára fizikus MSc szakos hallgatók jelentkezését várjuk.

Kutatásvezető: Dr. Börzsönyi Ádám *tudományos munkatárs* TTIK Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

- **Impulzusdeformációk csatolódásának mérése szuperkontinuum keltésével**

A szilárdtest erősítőkben alkalmazott CPA erősítési sémának betudhatóan az erősített impulzus időbeli tulajdonságai (impulzusidő, időbeli intenzitás-kontraszt, stb.) kritikus függvényei a spektrumnak, az erősítő spektrális illetve időfüggő fázistolásainak. A nagy impulzusenergia és rövid impulzusidő egyre nagyobb nyalábátmérőt követel, ahol erőteljessé válhatnak az impulzus térbeli és időbeli alakjának egymáshoz csatolt „deformációi” (spatiotemporal couplings - STC). A fókuszálhatóság javítására ugyan léteznek adaptív optikai megoldások, de ezek rövid impulzusokra való alkalmazhatósága további numerikus vizsgálatokat igényel. Az ösztöndíjas hallgató feladata a szélessávú, nagy apertúrájú impulzusok térbeli és időbeli deformációinak vizsgálata. Ehhez kapcsolódóan szükséges számítógépes szimulációk végzése az STC folyamatok modellezéséhez. A hallgató további feladata a numerikus eredmények alapján vékony lemezekkel történő szuperkontinuum-keltés, hullámfront szenzor és szkennelő Michelson-interferométer (TERMITES) kísérleti összehasonlítása.

A kutatási témára fizikus MSc szakos hallgatók jelentkezését várjuk.

Kutatásvezető: Dr. Börzsönyi Ádám *tudományos munkatárs* TTIK Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

- **Szélessávú félhullámlemez diszperziós tulajdonságainak vizsgálata**

Az ultrarövid lézerpulzusokat alkalmazó optikai elrendezésekben gyakran alkalmaznak szélessávú félhullámlemezeket az impulzusok polarizációs síkjának egy adott szögben történő elforgatására. Fontos ismerni az alkalmazott félhullámlemez diszperziós tulajdonságait mind a gyors, mind a lassú tengely mentén, mivel a lemez anyagi diszperziója miatt a rajta áthaladó impulzus időben kiszélesedhet, amelynek a mértéke, ha túl nagy, akkor már diszperziókompenzálásra is szükség van. A hallgató feladata, hogy spektrális interferometria segítségével meghatározza egy adott szélessávú félhullámlemez diszperziós jellemzőit minél nagyobb pontossággal. E cél eléréséhez a hallgátónak ki kell értékelnie az általa felvett spektrális interferogramokat különböző numerikus módszerekkel, és össze kell vetnie a kapott diszperziós értékeket illetve pontosságukat.

A kutatási témára fizika BSc szakos hallgatók jelentkezését várjuk.

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

- **Fotonikus szálak diszperziós tulajdonságainak vizsgálata**

A fotonikus szálak diszperziós tulajdonságai a szál szerkezetének megfelelő kialakításával széles határok

között változtathatóak. Azonban a szálak előállításánál alkalmazott szálhúzás során kisebb eltérések alakulhatnak ki a szál szerkezetében, ami a diszperziós jellemzőknek a tervezetthez képest akár jelentős mértékű megváltozását is okozhatják. Ezért fontos a legyártott szálak diszperziójának mérése, illetve minél pontosabb szálmérési módszerek kifejlesztése. A hallgató feladata, hogy spektrális interferometria segítségével meghatározza egy adott fotonikus szál diszperziós jellemzőit. E cél eléréséhez a hallgatónak ki kell értékelnie az általa felvett spektrális interferogramokat Fourier- illetve ablakolt Fourier-transzformációs módszerrel, és össze kell hasonlítania a két módszerrel kapott értékeket.

A kutatási témára fizika BSc 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:

• **Szilárdtestben ultragyors lézerimpulzusokkal keltett áramok elméleti vizsgálata**

Az ösztöndíjas feladata annak a tanulmányozása, hogy a keltett áramok tulajdonságai hogyan függenek az impulzus paraméteritől. Választ keresünk arra a kérdésre, hogy mely mérhető mennyiségek alkalmasak arra, hogy egyrészt az esetlegesen ismeretlen impulzusparamétereket a segítségükkel meghatározzuk, vagy ismert impulzusok esetén az anyag viselkedésére, tulajdonságaira következtethessünk. Az alkalmazandó módszerek analitikus és numerikus számítások kombinációit jelentik majd.

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

• **Csavart fázisfronttal rendelkező („twisted”) nyalábok hatása anyagi rendszerekre**

Az ösztöndíjas azt fogja vizsgálni, milyen új jelenségek várhatók abban az esetben, ha a kvantumosan leírt töltött részecskék (pl. elektronok) pálya-impulzusmomentumot is hordozó fényvel hatnak kölcsön. Külön figyelmet kapnak majd olyan elrendezések, amikor az elektronok spinje, pálya-impulzusmomentuma és a fény helicitása illetve pálya-impulzusmomentuma alkot együttesen egy négy impulzusmomentumból álló rendszert, és a megmaradási tételek analitikus megfontolásokat is lehetővé tesznek. Szükség esetén persze numerikus eljárásokat is fogunk alkalmazni.

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

A projekt III. kutatási alprojektjének 4. Impulzus lézerek orvosi és biológiai alkalmazása kutatási témában:

• **Lézeres filamentációk ionizáló hatásának onkoterápiás szempontból történő vizsgálata**

A nagy intenzitású femtoszekundmos lézerimpulzusok fókuszálásakor filamentációs csatornák keletkeznek az ionizáció következtében. A folyamat során olyan, erősen reaktív kémiai elemek keletkeznek (szabad gyökök, reaktív

oxigén fajták stb.) melyek képesek reakcióba lépni a DNS molekulákkal és ez által mutációkat, illetve sejthalált okozni. A lézerfilamentáció esetében az energialeadás helye szabályozható a lézer paraméterek változtatásával. Ez óriási előnyt jelent az ionizáló sugárzásokkal szemben, mivel gyakorlatilag se a filamentáció előtt se utána nincs ionizálással járó energialeadás, ezért ez egy ideális onkoterápiás módszernek tekinthető. Az eddig publikált eredmények alapján igen magas dózistrátának megfelelő energiaátadás érhető el, mely további előnyökkel jár a hagyományos ionizáló sugárzásokkal szemben.

Az ösztöndíjas hallgató feladata ultrarövid lézerimpulzusokkal vizes közegben létrehozott keltett filamentáció ionizáló hatásának vizsgálata. Kutatómunkája során tanulmányozni fogja a filamentáció-keltés lézerparaméterekkel történő szabályozásnak körülményeit. A hallgató részt vesz a kísérleti feladatokban és elvégzi besugárzott minták mérését és kiértékelését.

A kutatási témára fizikus MSc szakos hallgatók jelentkezését várjuk.

Kutatásvezető: Dr. Börzsönyi Ádám *tudományos munkatárs* TTIK Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

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

• **Analitikai módszerek fejlesztése lézer és plazma alapú spektroszkópiai módszerek anyagtudományi célú alkalmazásai számára**

A kutatási téma két korszerű spektroszkópiai módszer, nevezetesen a lézer indukált plazma spektroszkópia (LIBS) és az induktív csatolású plazma tömegspektrometria (ICP-MS) fejlesztésével kapcsolatos. A kutatások célja ezen módszerek jelképzésének és a kísérleti paraméterek hatásának tanulmányozása olyan mérések során, amelyek vagy nanorészecskék közvetlen elemzésére vagy kondenzált fázisú (folyadék vagy szilárd) minták nanorészecskék jelenlétében történő elemzésére irányulnak. A kiírt téma legfeljebb két hallgató (BSc vagy MSc) foglalkoztatását teszi lehetővé – az egyik hallgató a LIBS módszerrel, a másik az ICP-MS módszerrel végzi majd a kísérleteket.

A LIBS kutatási projekt célkitűzései, feladatai között szerepelnek: a.) fém nanorészecskék és külső elektromos tér alkalmazása az emissziós jelek növelésére, b.) analitikai módszer kidolgozása gázfázisban diszpergált nanorészecskék elemi összetételének és számkoncentrációjának vizsgálatára

Az ICP-MS kutatási projekt célkitűzései, feladatai között szerepelnek: a.) kétfémes nanorészecskék kémiai összetételének meghatározására alkalmas analitikai módszer fejlesztése és optimalizálása, b.) a kísérleti paraméterek hatásának tanulmányozása vízben diszpergeált nanorészecskék méreteloszlásának és szerkezetének meghatározására alkalmas új módszerek teljesítőképességére

A kutatási témára osztatlan kémia tanárszak (MSc), kémia BSc vagy vegyész MSc szakos hallgatók jelentkezését várjuk.

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



• **Jósági faktorok meghatározása, polarizáció kapuzás előkészítése**

Különböző plazmonikus nanorészecskékből felépülő architektúrák szisztematikus vizsgálata. Az ún. nyitott üreg esetére jósági faktor meghatározása FEM és FDTD módszerekkel. A csúcsokat tartalmazó struktúrák korrekt modellezésére adaptív mesh eljárás kidolgozása és tesztelése. Háromdimenziós struktúrák tervezése a fény be és kicsatolási hatások, a közeltér intenzitás vagy a CEP érzékenység maximalizálása céljából. A polarizáció kapuzás módszereinek kidolgozása plazmonikus architektúrákra.

A kutatási témára fizikus PhD hallgatók jelentkezését várjuk.

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

• **Hot-spotok maximalizálása, konfigurációval jósági faktor kontroll**

Dielektrikum-fém mag-héj nanorészecskékből felépülő szerkezetek tervezése a fény erősítésére. A nanorészecskék szerkezetének, számának, az elrendezés szimmetriájának hatása a töltéeloszlás és erősített tér időbeli lefutására. A kontrollált/maximalizált számú hot-spot létrehozására alkalmas konfigurációk meghatározása. Üreg jósági tényező kontrollálására alkalmas konfigurációk tervezése. A cirkulárisan polarizált fényel kivilágítás esetében az impulzus rövidítésére alkalmas konfigurációk tervezése.

A kutatási témára fizikus MSc szakos hallgatók jelentkezését várjuk.

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

• **Plazmonikus spektrumszerkesztés szabadsági fokainak maximalizálása**

A polarizált fényel kivilágított komplex plazmonikus mintázatok töltéeloszlásának, közeltérbeli hatásának vizsgálata az idő függvényében. Az alkotóelemek és periodikus mintázatok geometriai paraméterei által a spektrumra és polarizációra gyakorolt hatás feltérképezése. A plazmonikus spektrumszerkesztés szabadsági fokainak maximalizálása. A geometriai késleltetés miatt megjelenő fázis-késleltetés spektrális hatásának analízise. A rövidimpulzusok adaptív kontrolljához esszenciális szabadsági fokok feltérképezése.

A kutatási témára fizikus MSc szakos hallgatók jelentkezését várjuk.

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

Szeged, 2018. december 19.

Prof. Dr. Szatmári Sándor

tudományos/kutatási projektvezető

Fizikai Intézet vezetője 26010/R

Dajka Rita

szakmai vezető (adm)

Prof. Dr. Kónya Zoltán

tudományos és innovációs rektorhelyettes