

**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 kimenő energiájának növelése**

A nagy intenzitású KrF excimer lézerrendszerek fejlesztésének fő iránya az előállított impulzusok időbeli kontrasztjának javítása és az elérhető csúcshintenzitás növelése. Az időbeli kontraszt javítására a nemlineáris Fourier-szűrési technika alkalmazásával nyílik lehetőség, a fókuszált intenzitás növelésére pedig a nyaláb térbeli minőségének javításán túl az energia növelése ad módot. Rövidimpulzusú KrF erősítők esetén az energia növelésére a nyaláb interferometrikus multiplexelése útján történhet. A pályázatban elvárt feladat, hogy a pályázó felépítsen egy nagykontrasztú impulzusok erősítésére alkalmas két résznyalábos multiplexelési elrendezést, amely későbbiekben alapjául szolgálhat egy négy résznyalábos elrendezésnek.

A kutatási témára fizika BSc hallgatók jelentkezését várjuk.

Kutatásvezető: Prof. Dr. Szatmári Sándor *egyetemi tanár* TTIK Kísérleti Fizikai 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 nyalábméretet 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 hallgatók jelentkezését várjuk.

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

• **Impulzusdeformációk csatolódásának 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 hallgatók jelentkezését várjuk.

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

• **Fotonikus szál diszperziójának mérése spektrális interferometriával**

A fotonikus szálak diszperziós jellemzői megváltozhatnak a szál geometriai struktúrájában bekövetkező kismértékű változás hatására is. Mivel napjaink gyártástechnológiája nem tudja garantálni a szál megtervezett struktúrájának tökéletes megvalósítását, ezért a legyártott szálak diszperziós jellemzői eltérhetnek a tervezettől. Ebből következően szükséges, hogy a gyártás után minél pontosabban meg tudjuk mérni a szál diszperzióját. A spektrális interferometriát már alkalmazták fotonikus optikai szálak diszperziójának mérésére. Azonban a mérés pontosságát jelentősen befolyásolja a szál spektrális fázisfüggvényének menete, valamint az interferogram kiértékelésére alkalmazott numerikus eljárás. Jelen kutatás esetében a hallgató feladata megvizsgálni az ablakolt Fourier-transzformációs módszer alkalmazhatóságát egy 1 m hosszú, HC-800 típusú fotonikus szál esetén kapott spektrális interferogramok kiértékelése esetében.

A kutatási témára fizikus MSc hallgatók jelentkezését várjuk.

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



A projekt III. kutatási alprojektjének 2. THz-es impulzusgenerálás kutatási témában:

- **Levegőplazmában keltett THz-es impulzusokeltés numerikus modellezése**

A két hullámhosszon végzett levegőplazma-keltésen alapuló THz-es impulzusok előállítását egyre szélesebb körben alkalmazzák különböző THz spektroszkópiai célokra. Célunk olyan szélessávú THz-es impulzusforrás fejlesztése, mellyel a keltő lézer paramétereinek változtatásán keresztül a THz-es jel spektruma szinte tetszőlegesen alakítható, amely így számos alkalmazás számára ideális fényforrásként szolgálhat. Az ösztöndíjas hallgató feladata a levegőplazmában keltett THz-es jel keltési folyamatának minél részletesebb számítógépes modellezése, majd a szimulációk alapján a THz-es jel optimalizálásához beállítandó kísérleti körülmények megállapítása. A hallgató további feladata a közeli infravörös hullámhossztartomány mellett a közép-infravörös tartományban végzendő kísérletek numerikus előkészítése, majd részvétel a THz-es kísérletek laborbeli megvalósításában és végrehajtásában.

A kutatási témára fizikus MSc hallgatók jelentkezését várjuk.

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

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

- **Rövid lézermimpulzusok kölcsönhatása az anyaggal: kvantummechanikai modellek**

Nanométerű szilárdtest rendszerek esetén a fényimpulzusok hatására létrejövő elektronsűrűség változásokat kvantumosan kell leírni, mert ebben a mérettartományban, különösen rövid impulzussal történő gerjesztés esetén, a relaxációs folyamatok szerepe elhanyagolható. Az erős gerjesztés hatására az atomokat elhagyó elektronok (illetve szilárdtest minták esetén esetlegesen nehezebb részecskék) dinamikájában is fontos szerepet játszik a kvantumos interferencia. A pályázatot elnyerő hallgató elsődleges feladata ezeknek a jelenségeknek a megismerése, majd később analitikus és numerikus modellezése. A feladat megértéséhez és végrehajtásához alapvető kvantummechanikai ismeretek szükségesek, a konkrét problémák leírásához szükséges technikai tudás (differenciálegyenletek numerikus megoldása, sorfejtések megismerése) a félév folyamán megszerezhető.

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 lézermimpulzusok 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 hallgatók jelentkezését várjuk.

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

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

- **Individuális és komplex plazmonikus mintázatok optimalizálása néhány ciklusú erősített plazmonikus mező létrehozásához, CEP szenzitivitás analízise speciális konfigurációkban.**

A hordozó-burkoló fázis numerikus hangolásának megoldása tetszőleges időbeli lefutású rövidimpulzus definiálásához. Individuális plazmonikus nanorod és mag-héj nano-objektumok, az ezen nano-objektumokból felépülő dimer és plazmonikus lencse típusú valamint fraktálszerű nanorezonátorok tervezése és optimalizálása nagy közel-térbeli intenzitás elérése céljából. A hordozó-burkoló fázis által az elektromágneses közeltér időbeli lefutására gyakorolt hatás szisztematikus vizsgálata komplex fém-mintázatokon. Komplex fém-mintázatok optimalizálása CEP szenzitivitást mutató struktúrák tervezéséhez.

A kutatási témára fizika PhD hallgatók jelentkezését várjuk.

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

- **Individuális és különböző szimmetriájú komplex plazmonikus mintázatok tervezése, az egy és két impulzussal kivilágítás során a CEP és a relatív fázisok hatásának analízise a közel- és távol-térben.**

Individuális plazmonikus nanorod és mag-héj nano-objektumok, valamint ezen objektumokból felépülő dimer és plazmonikus lencse típusú nanorezonátorok tervezése, a kivilágítási konfiguráció hatásának feltérképezése. Dimer, quadrumer és egyszerűbb szimmetrikus/aszimmetrikus mintázatok esetében a két impulzussal kivilágítás során a relatív fázisok által a töltéseloszlás szimmetriájára gyakorolt hatás kimutatása. A hordozó-burkoló fázis által a töltéseloszlásra, az elektromágneses közeltér időbeli lefutására és a távotérben detektálható



szórásra gyakorolt hatás szisztematikus vizsgálata dimereken, quadrumereken és különböző szimmetriájú mintázatokon.

A kutatási témára fizikus MSc hallgatók jelentkezését várjuk.

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

- **Individuális és komplex mintázatok erősített közel-terének szisztematikus vizsgálata a négydimenziós paraméterterben, a CEP hatásának szisztematikus vizsgálata 1D lineáris és 2D periodikus mintázatok közel- és távolterében.**

Plazmonikus aggregátum és mini-mintázat típusú nanorezonátorok tervezése, amelyekkel nagy közel-térbeli intenzitások érhetőek el az alkotóelemek megolvadásának elkerülésével. A fém-mintázatok körül kialakuló elektromágneses közeltér inhomogenitásának és időbeli lefutásának szisztematikus vizsgálata a négydimenziós paraméterterben. A hordozó-burkoló fázis által a töltéseloszlásra, az elektromágneses közeltér időbeli lefutására valamint a távolterben detektálható szórásra gyakorolt hatás szisztematikus vizsgálata aggregátumokon és mini-mintázatokon.

A kutatási témára fizikus MSc hallgatók jelentkezését várjuk.

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


- **Adaptív koherens kontrol megvalósításhoz komplex mintázatok tervezése, parametrikus vizsgálatok a 4D paraméterterben, optimalizálás előkészítése.**

Plazmonikus struktúrákon a rövidimpulzussal kivilágítás során kialakuló töltés- és közeltér-eloszlás szisztematikus tér- és időbeli vizsgálata, a távolterben detektálható szórt jel konfiguráció függésének feltérképezése. Olyan komplex mintázatok tervezése, amelyekkel megvalósítható az optimális E-field oszcilláció-határfelület relatív orientáció. Adaptív koherens kontrol megvalósításához valamint a polarizáció-kapuzás beintegrálásához szükséges parametrikus vizsgálatok.


A kutatási témára fizikus MSc hallgatók jelentkezését várjuk.

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

Szeged, 2017. december 15.


 Prof. Dr. Szatmári Sándor
tudományos/kutatási projektvezető
Fizikai Intézet vezetője


 Dajka Rita
szakmai vezető (adm)


 Prof. Dr. Kemény Lajos
tudományos és innovációs rektorhelyettes

