

**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 impulzusainak karakterizálása.**

A nagy intenzitású KrF excimer lézerrendszerek fejlesztésének fő iránya az előállított impulzusok időbeli kontrasztjának javítása és az elérhető csúcsintenzitás növelése. Az SZTE Kísérleti Fizikai Tanszékén működő HILL laboratóriumban egy speciális nagyintenzitású és nagy kontrasztú excimer lézerrendszer üzemel. Az ösztöndíj program keretében ezen lézerrendszer meglévő paramétereinek karakterizálása és fejlesztése történik. A feladatkör kiterjed az energia stabilitás javítására, az impulzushossz változtatásához szükséges nyalábút kiépítésére. Továbbá a nyaláb térbeli karakterizálására és az energia növelését célzó 4 résznyalábos interferometrikus multiplexelés előkészítésére.

A kutatási témára fizikus MSc hallgatók jelentkezését várjuk.

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

• **Haladó hullám keltése femtoszekundumos, ultraibolya impulzusokkal.**

Rövidimpulzusok keltésének egyik perspektivikus módja a femtoszekundumos (fs) impulzusokkal történő haladó hullám keltés. Döntött pumpaimpulzusfront esetén lehetőség nyílik a pompa és a keltett impulzus szinkronizációjának fenntartására és ezáltal minél rövidebb impulzusidő és minél hatékonyabb energiakonverzió elérésére. Az elmélet szerint a keltett impulzus is döntött impulzusfronttal fog rendelkezni. A kutatás célja egy rövid impulzusú KrF lézerrendszer által pumpált, haladó hullám keltésen alapuló fényút felépítése és az így előállt rövid impulzus karakterizálása.

A kutatási témára fizikus MSc hallgatók jelentkezését várjuk.

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

- **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 tengelye 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 hallgatónak 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 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 változtathatók. 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 hasonlítani a két módszerrel kapott értékeket.

A kutatási témára fizika BSc 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:

• **Rövid lézerimpulzusok kölcsönhatása az anyaggal: kvantummechanikai modellek**

Nanoméretű 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 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 dózisirátának 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 töltéloszlás szimmetriájára gyakorolt hatás kimutatása. A hordozó-burkoló fázis által a töltéloszlásra, az elektromágneses közeltér időbeli lefutására és a távolterben 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 paraméterterében, 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 megoldásának 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 távotérben 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 távotérben 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, 2018. július 26.

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

.....
Dajka Rita
szakmai vezető (adm)

.....
Prof. Dr. Kónya Zoltán
tudományos és innovációs rektorhelyettes

