

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

**Részletes témakiírás**

Az SZTE Fizikai Intézete, Kémiai Intézete, valamint a Bőrgyógyászati és Allergiológiai Klinika 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:

• **Numerikus modell fejlesztése ultrarövid lézerimpulzusok nemlineáris kompressziójának optimalizálására**

A femtoszekundumos lézerek csúcsteljesítményének növelése további erősítő fokozatok alkalmazása nélkül az általuk előállított impulzusok időbeli hosszának nemlineáris optikai effektusokon keresztül történő összenyomásával is megvalósítható. A szilárdtestekben, illetve nemesgázokban megvalósított nemlineáris impulzusterjedés segítségével új frekvenciakomponenseket hozhatunk létre, amely révén az elérhető legrövidebb impulzusidő jelentősen csökkenthető. Az impulzusok közegben való terjedése során a fókuszálási feltételek, a közegben felhalmozott diszperzió, illetve az akkumulálódott nemlineáris fázis optimalizálásával elérhető, hogy a bemenő impulzusok csúcsteljesítményét megsokszorozzuk, ha a megfelelő spektrális kiszélesedést követően a diszperziót hatékonyan kompenzáljuk. A lineáris és nemlineáris optikai effektusok és a nyalábterjedés numerikus modellezése lehetővé teszi, hogy az impulzusparaméterek és a közeg, valamint az optikai elrendezést optimalizálva új poszt-kompressziósra alkalmas berendezéseket fejlesszünk, akár eddig nem elért impulzusenergiák esetén is.

Az ösztöndíjat elnyerő hallgató az ösztöndíjas időszakban a lineáris és nemlineáris optikai effektusokat, valamint a nyalábterjedést leíró numerikus modell fejlesztését fogja végezni Python programozási környezetben. A félév során elsőként 1+1 dimenziós, végül 3+1 dimenziós modellt kell kifejlesztenie, amely segítségével a vékonylemezes elrendezések szimulációját tudja elvégezni tetszőleges impulzusparaméterek esetén. Végül, a hallgatónak validálnia kell a modelljét a szakirodalomban elérhető kísérleti és szimulációs eredmények alapján.

A kutatási témára fizika BSc szakos hallgatók jelentkezését várjuk.

Kutatásvezető: Dr. Nagymihály Roland  
tudományos munkatárs TTIK Optikai és  
Kvantumelektronikai Tanszék



- **Lézervezérlő rendszer tervezése és megvalósítása**

A ma működő legkorszerűbb lézerrendszerekben elengedhetetlen a motorizált vezérlő egységek implementálása. Ennek oka, hogy működés közben elkerülhetetlen a külső források által keltett rezgések és hőforrások kiszűrése. Például maga a lézerrendszer is hőt generál, a rendszeren dolgozó emberek is hőt sugároznak, illetve a környezetből különféle rezgések érkeznek (pl. vákuumpumpák vagy emberek mozgása által keltett rezgések). Motorizált vezérlő egységekkel ezek a véletlenszerű hatások kiszűrhetők. Ilyen egység például a nyalábok iránystabilizálására szolgáló motorizált tükkörtartók, melyek a nyaláb pozícióját és irányát egy kamera által szolgáltatott jel függvényében aktívan stabilizálják. Hasonló módon, CPA erősítő rendszerekben a jel és pumpa nyalábok kristályon belüli átfedését lehet aktívan stabilizálni egy fotodióda vagy energiamérő jelének függvényében. Ezen technikák nélkül lehetetlen lenne stabil paraméterekkel rendelkező lézernyalábot előállítani, így ezek működésének ismerete és implementálása elengedhetetlen feladat nagy energiájú lézerrendszerekben.

Az ösztöndíjat elnyerő hallgató az ösztöndíjas időszakban egy néhány mJ energiájú, CPA lézerrendszer vezérlésének tervezése és kivitelezése. A lézerrendszeren belül a nyalábok irányát motorizált tükkörtartókkal kell szoftveresen vezérelni, a nyalábok pozícióját figyelő kamerák és fotodiódák jelének függvényében. A vezérlő szoftvert LabView vagy Python programnyelvekben kell fejleszteni. A cél, hogy a lézerrendszer kimenetén mérhető energia stabilizálása.

A kutatási témára fizika BSc szakos hallgatók jelentkezését várjuk.

Kutatásvezető: Tóth Szabolcs *tudományos segédmunkatárs* TTIK Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

- **Fotonikus szálak diszperziós görbéinek szimultán mérése tandem interferométerrel**

Az egymódusú, kettősen törő fotonikus szálakban terjedő ultrarövid lézerimpulzusok időbeli alakja a szálakban fellépő kromatikus illetve polarizációs módus diszperzió miatt megváltozik. A fotonikus szálak két polarizációs módusának diszperziós görbéi szimultán mérhető még a két módus időbeli átfedése esetén is az ablakolt Fourier-transzformációs spektrális interferometriával, ha az időbeli késés a módusok között nagyobb 1 ps-nál. Azonban több fotonikus száltípus esetén is ez a késés kisebb értékű, ami a szimultán mérést megakadályozza.

Az ösztöndíjas feladata, hogy megépítsen egy tandem interferometrius konfigurációt, és mérésekkel igazolja, hogy ez a konfiguráció alkalmas tetszőlegesen kicsiny móduskésések esetén is a szimultán diszperziómérésre.

A kutatási témára fizikus MSc szakos hallgatók jelentkezését várjuk.

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

- **Csőrpölt lézertükrök diszperziójának mérése**

Csőrpölt tükröket széles körben használnak az ultrarövid lézerimpulzusok előállításánál a lézerrezonátorban, illetve a rezonátoron kívül. Nagyon fontos az alkalmazott tükrök diszperziójának ismerete, mivel a róla visszaverődő impulzus időbeli alakját jelentősen torzíthatja, ha nem az elvárt diszperziós jellemzőkkel rendelkezik. A spektrális interferometria széles körben használt technika különböző optikai elemek, így lézertükrök diszperziójának 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, Fourier-transzformációs és ablakolt Fourier-transzformációs módszerekkel történő kiértékelésre. Az ösztöndíjasnak mérések elvégzése során tesztelnie kell a programját, és összevetni a különböző módszereket.

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:*

- **Szilárdtestekben lézerimpulzussal keltett áramok függése a lézerimpulzus tulajdonságaitól**

Az ösztöndíjas feladata a szilárdtestekben lézerimpulzussal keltett áramok elméleti vizsgálata során ezidáig kidolgozott módszerek alkalmazása konkrét, kísérleti vonatkozásokkal bíró problémákra. Ezek közül kiemelkedik a gerjesztő impulzus tulajdonságainak a meghatározása az impulzus által elmozdított töltések mérésével. Itt a fő kérdés az, hogy hogyan tükröződik az intenzitás és esetlegesen a vivő-burkoló fázis az áramok dinamikájában, illetve az áram időintegráljának a mérése milyen információt szolgáltat ezekkel az impulzusparaméterekkel kapcsolatban. Ez tisztán szilárdtest alapú impulzuskarakterizálást tenne lehetővé. Az alkalmazandó módszerek olyan analitikus és numerikus eljárások kombinációját jelentik, amelyek a pályázat keretében kerültek kidolgozásra. Ennek megfelelően hasznos, ha az ösztöndíjas mindkét területen otthonosan mozog.

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

- **Spin-pálya kölcsönhatás és csavart fázisfrontú impulzusok együttesének vizsgálata**

A csavart fázisfronttal rendelkező lézernyalábok és szilárdtestbeli elektronok kölcsönhatása a pályázat céljaihoz szorosan kapcsolódó, gyakorlati alkalmazásokkal is bíró kutatási terület. Ezek a lézernyalábok pálya-impulzusmomentummal rendelkeznek, és a kölcsönhatás során a megmaradási tétel miatt ez az impulzusmomentum átadódik az anyag elektronjainak. A kérdéskör még érdekesebbé válik, ha az elektronok esetén nem csak a mozgásból adódó a pálya-impulzusmomentumot, hanem a spint is figyelembe kell vennünk, illetve a fény is rendelkezik a helicitásból adódó perdülettel. Így négyféle impulzusmomentum cseréjét vizsgálhatjuk. Az ösztöndíjas feladata az, hogy olyan szilárdtest mintákban

vizsgálja egy fénynyaláb és az elektronok közötti impulzusmomentum-átadást, ahol a spin-pálya kölcsönhatás jelentős.

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

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

• **Axilláris hiperhidrózis kezelésére új kezelési módszer kidolgozása, a verejtékezés szerepének vizsgálata és befolyásolási lehetőségei psoriasisban**

Az axilláris hiperhidrózis (kórosan fokozott verejtékezés) diagnosztikája és kezelése nem megoldott. A fokozott verejtékezés objektív mérésére jelenleg alkalmazott diagnosztikai eljárás kivitelezése időigényes, továbbá a bőrt és a ruhát beszennyezi, megfesti, emiatt a verejtékezés mértékének követése a kezelés során szintén nehézségekbe ütközik. A jelenleg elérhető terápiák közül a botulinum toxinnal végzett kezelés adja a legjobb eredményt, de ez a terápia igen költséges, és nem hoz végleges eredményt. A jelen kutatási programban egy új, potenciálisan hatékony, radiofrekvenciás kezeléssel alapuló új terápia kidolgozása is a cél.

*A pályázótól elvárt feladatok:* A hiperhidrózis diagnosztikájára és kezelésére vonatkozó irodalmi áttekintése, ezek alapján a kutatási terv összeállítása, etikai engedélyhez szükséges dokumentumok összeállítása, és a vizsgálati terv benyújtása az illetékes etikai bizottsághoz.

A kutatási témára PhD hallgatók jelentkezését várjuk.

Kutatásvezető: Prof. Dr. Kemény Lajos *egyetemi tanár* SZTE Bőrgyógyászati és Allergológiai Klinika

• **Frakcionált lézerkezelés és PT53 génmutáció bioinformatikai analízise**

Frakcionált lézerkezelések nagyon népszerű eljárások a korosodó bőr fiatalítására. Jelen kutatási program célja annak vizsgálata, hogy a frakcionált lézerkezelés a bőrfiatalító hatáson túlmenően befolyásolja-e a bőrdaganatok kialakulása szempontjából fontos tumor szuppresszor fehérje, a mutált p53 mennyiségét immunhisztológiai vizsgálattal, valamint a fehérjét kódoló gén (PT53 gén) mutációit. A lézerkezelés előtt és azt követően egy hónappal 10 egészséges egyén bőrből izoláljuk a hámsejteket, és azok p53 statuszát vizsgáljuk.

*A pályázótól elvárt feladatok:* A TP53 szekvenálását kutatási partner végzi, a nyers adatok bioinformatikai analízise, azok értelmezéséhez szükséges irodalmi áttekintése, ezek alapján a kutatási jelentés összeállítása a pályázó feladata.

A kutatási témára PhD hallgatók jelentkezését várjuk.

Kutatásvezető: Prof. Dr. Kemény Lajos *egyetemi tanár* SZTE Bőrgyógyászati és Allergológiai Klinika

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

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

A geometria-polarizáció-CEP által a töltéseloszlás 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 fényvel kivilágított plazmonikus struktúrák optimalizálása az erősített plazmonikus térbeli ciklusszám minimalizálására. A polarizáció kapuzás módszereinek kidolgozása plazmonikus architektúrákra. Stacionárius modellek analógiájának az időbeli lefutás modellezésére alkalmas COMSOL transient modulban történő megalkotása.

A kutatási témára fizikus PhD hallgatók jelentkezését várjuk.

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

• **Plazmonikus nano-rezonátorokban a polarizáció és intenzitás-eloszlás kontrollja, Q faktor kontroll**

Adott időbeli lefutású és polarizációjú impulzus esetében a mező lokalizációjának szisztematikus vizsgálata különböző nanorezonátor architektúrák esetében. A paraméterfüggések feltérképezése majd az impulzus-alak, polarizáció valamint a plazmonikus architektúra optimalizálása nagy lokális közel-terek és előre meghatározott polarizáció és intenzitás-eloszlás biztosítása céljából. A cirkulárisan polarizált impulzus esetében nanorezonátor architektúrák optimalizálása predefiniált CEP-től függő hot-spot eloszlások létrehozásához. A nanorezonátor Q faktora hatásának feltérképezése a közel-térben elérhető intenzitás és a mező időbeli lecsengésének vizsgálatával. Üreg jósági tényező kontrollálására alkalmas konfigurációk tervezése. A szuperradiáns rendszerekben a degeneráció felhasadását okozó polarizációs hatások tanulmányozása és minimalizálása.

A kutatási témára fizikus MSc szakos hallgatók jelentkezését várjuk.

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

• **Az individuális nanorezonátorok geometriai tulajdonságai és a mintázat szimmetriája és periódusa által determinált csatolt rezonanciákat kísérő mező és töltéseloszlás vizsgálata és optimalizálása a négydimenziós paraméterterben**

Az individuális nanorezonátorok geometriai tulajdonságai által determinált lokalizált módusok valamint a mintázatok szimmetriája és periódusa által determinált csatolt módusok kölcsönhatásának optimalizálása. A rövidimpulzusok koherens adaptív

kontrolljához esszenciális szabadsági fokok feltérképezése. Komplex fém-mintázatok tervezése, amelyekkel a fény nagy hatékonysággal a közél-térbe csatolható, a töltés és mező időbeli lefutása kontrollálható, azaz a fény-anyag kölcsönhatás adaptív kontrollja megvalósítható. Konvex és konkáv plazmonikus mintázatokon a cirkulárisan polarizált fény által a töltés- és közeltér-eloszlásra, valamint a távotérben detektálható reflektált és transzmittált jelre gyakorolt hatás optimalizálása.

A kutatási témára fizikus MSc szakos hallgatók jelentkezését várjuk.

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

Szeged, 2019. december 20.

.....  
 Prof. Dr. Szatmári Sándor Dajka Rita  
*tudományos/kutatási projektvezető szakmai vezető (adm)*  
*Fizikai Intézet vezetője*

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


