

## SZAKDOLGOZATI TÉMÁK 2019/2020. tanév

<b>Téma:</b>	<b>Kvantumfizika attoszekundumos időskálán</b>
<b>Témavezető:</b>	<i>Dr. Czirják Attila</i>
<b>Tanszék:</b>	<i>SZTE TTIK Fizikai Intézet, Elméleti Fizikai Tanszék</i>
<b>Téma leírása:</b>	<p>Megfelelően nagy intenzitású fs-os lézermimpulzusok és atomok kölcsönhatását felhasználva attoszekundumos XUV-impulzusok állíthatóak elő, amelyek új távlatokat nyitottak a fény-anyag kölcsönhatás vizsgálatában, pl. a szegedi ELI-ben is fog üzemelni ilyen „fényforrás”. A szakdolgozat vagy diplomamunka célja megismertetni a hallgatót az erős lézertérrel kölcsönható atomi rendszerek kvantumfizikai leírásával, és elindítani saját elméleti vagy numerikus kutatási témáját.</p> <p>Szükséges előismeretek: Jó elméleti vagy numerikus alapismeretek, szakcikkek olvasásához szükséges angol nyelvtudás.</p>

<b>Téma:</b>	<b>Attoszekundumos impulzusok létrehozása nemlineáris Thomson-szórással</b>
<b>Témavezető:</b>	<i>Dr. Czirják Attila, Hack Szabolcs</i>
<b>Tanszék:</b>	<i>SZTE TTIK Fizikai Intézet, Elméleti Fizikai Tanszék</i>
<b>Téma leírása:</b>	<p>A nemlineáris Thomson-szórás a klasszikus elektrodinamika által is jól leírható jelenség, amikor relativisztikus sebességre gyorsított elektron nagy intenzitású lézermimpulzussal „ütközve” maga is sugárzást bocsát ki. Számításaink szerint ez a folyamat használhatónak látszik attoszekundumos „fényimpulzus” előállítására is. A szakdolgozat vagy diplomamunka célja megismertetni a hallgatót a téma alapjaival, és elindítani a hallgató saját elméleti vagy numerikus kutatási témáját.</p> <p>Szükséges előismeretek: Jó elméleti vagy numerikus alapismeretek, szakcikkek olvasásához szükséges angol nyelvtudás.</p>

<b>Téma:</b>	<b>Ultrarövid lézerimpulzusok terében mozgó töltött részecskék</b>
<b>Témavezető:</b>	<i>Dr. Földi Péter</i>
<b>Tanszék:</b>	<i>SZTE TTIK Fizikai Intézet, Elméleti Fizikai Tanszék</i>
<b>Téma leírása:</b>	<p>Az utóbbi években nagy érdeklődést váltott ki az a lehetőség, hogy intenzív lézerek tere részecskegyorsításra is felhasználható. Bár így a hagyományos részecskegyorsítóknál lényegesen kompaktabb eszközökkel lehetne nagyenergiás részecskenyalábot létrehozni, magának a nyalábnak a tulajdonságai egyelőre még elmaradnak a hagyományos gyorsítóknál produkálható paramétereiktől. A diplomamunka során a lézertérben mozgó töltött részecskék elméleti leírását lehet elsajátítani, továbbá konkrét kísérleti elrendezések elemzése a feladat.</p> <p>Szükséges előismeretek: Angol szövegek olvasásának készsége.</p>

<b>Téma:</b>	<b>Fény-anyag kölcsönhatás a femtoszekundumos időskálán: félklasszikus és teljesen kvantum leírás</b>
<b>Témavezető:</b>	<i>Dr. Földi Péter</i>
<b>Tanszék:</b>	<i>SZTE TTIK Fizikai Intézet, Elméleti Fizikai Tanszék</i>
<b>Téma leírása:</b>	<p>Napjainkban egyre gyakoribbak azok a lézerrendszerek, amelyek ultrarövid, femtoszekundumos időtartamú elektromágneses impulzusokat képesek szolgáltatni. Így vizsgálhatóvá, sőt esetlegesen kontrollálhatóvá váltak hasonló időskálán lezajló atomi-molekuláris vagy szilárdtestekben lezajló folyamatok. A fény-anyag kölcsönhatás elméleti leírása szempontjából ez az időskála, illetve az ide kapcsolódó kevés ciklusú lézerimpulzusok hatása túlmutat a problémakör hagyományos tárgyalásán. A diplomaunka témája a fent leírt lézerimpulzusok és anyagi rendszerek kölcsönhatásának vizsgálata, jellemzően időtartományban.</p> <p>Szükséges előismeretek: Angol szövegek olvasásának készsége.</p>

<b>Téma:</b>	<b>Analitikus és numerikus számítások ultrarövid fényimpulzusokkal gerjesztett atomi és szilárdtest rendszerek modellezésére</b>
<b>Témavezető:</b>	<i>Dr. Földi Péter</i>
<b>Tanszék:</b>	<i>SZTE TTIK Fizikai Intézet, Elméleti Fizikai Tanszék</i>
<b>Téma leírása:</b>	<p>Ultrarövid fényimpulzusok anyaggal való kölcsönhatásának elméletében az alapvető egyenletek jól ismertek, ugyanakkor megoldásuk gyakran komoly numerikus számításokat igényel. A diplomamunka készítése során először lehetőség adódik az elméleti alapok megismerésére, majd a szükséges numerikus készségek is elsajátíthatók. A számítógéppel kapott eredményeket ezután összevetjük a nem nagy számban létező, így a területen kiemelkedően fontos analitikusan megoldható modell jóslataival, és meghatározzuk e modellek alkalmazhatóságának határait.</p> <p>Szükséges előismeretek: Angol szövegek olvasásának készsége.</p>

<b>Téma:</b>	<b>Diszperzió kompenzált pumpa-próba mérések</b>
<b>Témavezető:</b>	<i>Dr. Szatmári Sándor</i>
<b>Tanszék:</b>	<i>SZTE TTIK Fizikai Intézet, Kísérleti Fizikai Tanszék</i>
<b>Téma leírása:</b>	<p>Rövid-impulzusok alkalmazásának egyik perspektivikus módja a pumpa-próba típusú (pl.: haladó-hullám keltés) kísérletek végrehajtása. Döntött pumpa-impulzusfront esetén lehetőség nyílik a pumpa és a keltett impulzus szinkronizációjának (továbbá mind a pumpa, mind a keltett impulzust alkotó spektrális komponensek szinkronizációjának) fenntartására, és ezáltal minél rövidebb impulzusidő és minél hatékonyabb energiakonverzió elérésére. Az elmélet szerint a keltett impulzus is döntött impulzusfronttal fog rendelkezni. A hallgató feladata egy transzverzális elrendezésben történő haladó hullám keltés megvalósítása és a gerjesztési paraméterek kimenetre való hatásának vizsgálata.</p> <p>Szükséges előismeretek: Legalább 4 körüli átlag, kísérleti készség.</p>

<b>Téma:</b>	<b>Nemlineáris Fourier-szűrésen alapuló kontrasztjavítás vizsgálat</b>
<b>Témavezető:</b>	<i>Dr. Szatmári Sándor</i>
<b>Tanszék:</b>	<i>SZTE TTIK Fizikai Intézet, Kísérleti Fizikai Tanszék</i>
<b>Téma leírása:</b>	<p>A festék-excimer hibrid lézerrendszer által előállított impulzusok időbeli kontrasztját a KrF erősítőben keletkező erősített spontán emisszió (ASE) szabja meg. Az időbeli kontraszt javítására a HILL-ben kifejlesztett, ún. Nemlineáris Fourier-szűrő technikát (NFF) alkalmazzuk. Mivel az ASE erősödése a kísérleti tapasztalatok és elméleti megfontolások alapján jóval nagyobb, mint a rövid impulzusé, az NFF után csak kis erősítés engedhető meg anélkül, hogy a kontraszt drasztikusan leromlana. A kutatás célja az NFF működésének nagyobb energiára és nagyobb nyalábméretre való felskálázása, kísérleti demonstrálása.</p> <p>Szükséges előismeretek: Legalább 4 körüli átlag, kísérleti készség.</p>

<b>Téma:</b>	<b>KrF kisülés paramétereire illesztett Röntgen preionizáció paramétereinek optimalizálása</b>
<b>Témavezető:</b>	<i>Dr. Szatmári Sándor</i>
<b>Tanszék:</b>	<i>SZTE TTIK Fizikai Intézet, Kísérleti Fizikai Tanszék</i>
<b>Téma leírása:</b>	<p>KrF molekula keletkezéséhez szükséges gázkeverékben keltett ionok gyors (néhányszor 10 ns-os) relaxációjára való tekintettel a technikailag mindenképp szükséges preionizáció gyorsaságának ugyanebben a nagyságrendben kell lennie. A nagy térfogat preionizálására a nagy abszorpciós úthosszal rendelkező röntgen sugárzás a legalkalmasabb. Ezek egy gyors és intenzív, a kisülés elnyújtott geometriájához igazodó elrendezést feltételeznek. Mind a tápegység, mind a röntgenforrás realizálása nagy kihívást jelent. A diplomamunka témája ezen paraméterekkel bíró röntgen forráshoz kötődő, fizikai, technikai problémák azonosítása és megoldása.</p> <p>Szükséges előismeretek: Legalább 4 körüli átlag, kísérleti készség.</p>

<b>Téma:</b>	<b>Nemesgáz klaszterek Coulomb robbanása</b>
<b>Témavezető:</b>	<i>Dr. Földes István</i>
<b>Tanszék:</b>	<i>SZTE TTIK Fizikai Intézet, Kísérleti Fizikai Tanszék</i>
<b>Téma leírása:</b>	<p>Megfelelő háttérnyomással befecskendezett molekulák-részecskék képesek ideiglenesen speciális szerkezetű agglomerátumokat, ún. klasztereket képezni. Ezen klaszterek egyedi optikai tulajdonságainak vizsgálata jelenleg nagy érdeklődésre tart számon, mint megbízható lézer-plazma ionforrás. A hallgató moderált intenzitású (<math>&lt;10^{16}</math> W/cm<sup>2</sup>) lézerrel besugárzott klaszterekben bekövetkező, Coulomb robbanás következtében szétrepülő ionokat vizsgál a lézer hullámhossza és polarizációja függvényében.</p> <p>Szükséges előismeretek: Legalább 4 körüli átlag, kísérleti készség.</p>

<b>Téma:</b>	<b>Makroszkópikus részecskék gyorsítása speciális KrF lézerekkel</b>
<b>Témavezető:</b>	<i>Dr. Földes István</i>
<b>Tanszék:</b>	<i>SZTE TTIK Fizikai Intézet, Kísérleti Fizikai Tanszék</i>
<b>Téma leírása:</b>	<p>Közepes és nagy lézerintenzitások esetén egy felülettel kölcsönhatva az anyag plazmaállapotba kerül. Ezen plazmáról reflektálódó lézerfény és egyéb keltett sugárzások fontos diagnosztikai értékkel bírnak. A hallgató egy kísérletben vesz részt, ahol egy ilyen plazma adott rétegének nagy (<math>&gt;10^{19}</math>G) gyorsulását vizsgálja, és megismerkedik annak lehetséges (pl lézerfúziós) alkalmazásaival.</p> <p>Szükséges előismeretek: Legalább 4 körüli átlag, kísérleti készség.</p>

<b>Téma:</b>	<b>Terahertzes impulzusok generálása közeli és közép infravörös impulzusokkal</b>
<b>Témavezető:</b>	<i>Dr. Börzsönyi Ádám, Flender Roland</i>
<b>Tanszék:</b>	<i>SZTE TTIK Fizikai Intézet, Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék</i>
<b>Téma leírása:</b>	<p>A terahertzes impulzusok keltése közeli és közép-infravörös lézerimpulzusokkal egy nagyjából húsz éves kutatási téma, ami a mai napig aktívan kutatott terület. Az általunk alkalmazott módszer az úgynevezett „két színű lézer impulzusokkal keltett gáz plazma” sémán alapszik. Ennek során a lézerimpulzust és annak másodharmonikusát közösen fókuszálják le levegőbe vagy tetszőleges gázközegbe. A plazmában keletkezett szabad elektronok gyorsulnak a külső elektromágneses térben és ennek hatására maguk is elektromágneses sugárzást bocsátanak ki, ami a terahertzes impulzus forrása. A hallgató munkája során a szakirodalmat felhasználva megismerkedik a szükséges elméleti háttérrel, aminek birtokában már részt vehet az aktuálisan folyamatban lévő modellezési és kísérleti munkában.</p> <p>Szükséges előismeretek: programozás (MATLAB) és angol nyelvtudás</p>

<b>Téma:</b>	<b>OPCPA modellezés és fejlesztés</b>
<b>Témavezető:</b>	<i>Dr. Börzsönyi Ádám, Tóth Szabolcs</i>
<b>Tanszék:</b>	<i>SZTE TTIK Fizikai Intézet, Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék</i>
<b>Téma leírása:</b>	<p>A ma működő, le korszerűbb lézerrendszerekben a csörpölt impulzusú optikai parametrikus erősítés (Optical Parametric Chirped Pulse Amplification- OPCPA) technikáját alkalmazzák. Ez egy másodrendű nemlineáris optikai folyamat melyben egy pumpa foton egy nemlineáris kriktályban két alacsonyabb energiájú fotonná konvertálódik melyeket signal-nak és idler-nek hív a szakirodalm. Ezt a jelenséget használják fel erősítésre, melynek számos előnye van a hagyományos erősítési módszerekhez képest. A munka során a hallgató a szakirodalmából elsajátítja a szükséges elméleti ismereteket, matlab vagy python segítségével különböző fázisillesztési problémákat old meg, megismerkedik egy létező OPCPA kód használatával, valamint laboratóriumban gyakorlat céljából egy femtoszekundumos OPA-t kell összeállítania.</p> <p>Szükséges előismeretek: programozás (MATLAB) és angol nyelvtudás</p>

<b>Téma:</b>	<b>Pumpa-próba ellipszométer fejlesztése</b>
<b>Témavezető:</b>	<i>Dr. Csontos János, Dr. Budai Judit</i>
<b>Tanszék:</b>	<i>SZTE TTIK Fizikai Intézet, Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék</i>
<b>Téma leírása:</b>	<p>A TeWaTi laborban található egy spektrális pumpa-próba ellipszométer, amely segítségével lézeres besugárzás során lehet különféle anyagok optikai tulajdonságaiban bekövetkező tranzien változásokat követni időbontott mérésekkel. A diplomamunka célja a mérés technika automatizálása, amely szoftveres, illetve hardveres fejlesztést igényel. További feladat a pumpa-próba mérések megvalósítása szilícium, valamint félvezető mintákon, melyek kiértékelése a kapott eredmények modellezését is magával vonja.</p> <p>Szükséges előismeretek: LabView illetve Matlab vagy Python ismeretek. Angol nyelvtudás.</p>

<b>Téma:</b>	<b>Lézertükrök diszperziójának mérése spektrális interferometriával</b>
<b>Témavezető:</b>	<i>Dr. Kovács Attila Pál</i>
<b>Tanszék:</b>	<i>SZTE TTIK Fizikai Intézet, Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék</i>
<b>Téma leírása:</b>	<p>A spektrális interferometria egy egyszerű és pontos diszperzió mérési módszer különböző optikai elemek, így a lézernyalábok terelésére vagy csörpölésére használt tükrök esetében is. A mérés pontosságát azonban jelentősen befolyásolja az interferogramok kiértékelésére használt algoritmus. A hallgató feladata egyrészt megírni néhány egyszerűbb kiértékelési eljárást Python-nyelven, másrészt lézertükrökkel mérést végezni és a mért interferogramokon tesztelni a megírt kiértékelő programokat.</p> <p>Szükséges előismeretek: Python nyelv ismerete</p>

<b>Téma:</b>	Nagy átlagteljesítményű impulzusok poszt-kompresszállása során fellépő termikus effektusok vizsgálata
<b>Témavezető:</b>	Dr. Nagymihály Roland
<b>Tanszék:</b>	SZTE TTIK Fizikai Intézet, Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék
<b>Téma leírása:</b>	<p>A lézerezés spektrális sávszélessége bármely lézerközeg esetében limitált. Ennek következtében számos alkalmazáshoz a lézerrendszerek kimenetén megjelenő impulzusok túl nagy időbeli hosszal, illetve nem elegendő csúcsintenzitással rendelkeznek. Az erősített lézerimpulzusok nemlineáris optikai folyamatokon keresztül történő poszt-kompresszállása rendkívül aktív kutatási terület, amely legfőképpen az átlagteljesítményben felskálázható, nagy ismétlési frekvenciájú lézereket érinti napjainkban. A nagy átlagteljesítmény jellemzően termikus problémákat eredményez a nemlineáris közegben, illetve a terelő optikákban, amely lerontja a különböző elrendezésekkel elérhető impulzusparamétereket. A termikus eredetű effektusok numerikus modellezése, későbbiekben kísérleti kimutatása adja a javasolt kutatási téma gerincét.</p> <p>Szükséges előismeretek: programozás (MATLAB, COMSOL) és angol nyelvtudás</p>

