



NTP-HHTDK-21-0025 projekt
Az SZTE TTIK tudományos diákköri munkájának fejlesztése

A projekt a Nemzeti Technológiai Program és a Miniszterelnökség támogatásával valósul meg

36. ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA - 2023

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM

Természettudományi és Informatikai Kar

HELYI KONFERENCIA
2022. TAVASZ

ABSZTRAKTOK



Szeged, 2022



MINISZTERELNÖKSÉG
CSALÁDOKÉRT FELELŐS TÁRCA NÉLKÜLI MINISZTER



Nemzeti
Tehetség Program



NTP-HHTDK-21-0025 projekt
Az SZTE TTIK tudományos diákköri munkájának fejlesztése

A projekt a Nemzeti Technológiai Program és a Miniszterelnökség támogatásával valósul meg

Membránpotenciál és membránáram komponensek tér-időbeli rekonstrukciója szimultán intra- és extracelluláris mérések alapján

Barlay Anna, Molekuláris bionika mérnöki alapszak

Szegedi Tudományegyetem - Természettudományi és Informatikai Kar - Kémiai Intézet

Témavezető: Dr. Somogyvári Zoltán

tudományos főmunkatárs, Wigner Fizikai Kutatóközpont

Belső témavezető: Boldog Péter Tamás

tudományos segédmunkatárs, Szegedi Tudományegyetem

Kidolgoztunk egy rekonstrukciós megközelítést, mely mind egy innovatív mérési módszert és egy matematikai modell fejlesztését is magába foglalja. Vizsgálataink során sejtközi állományban elhelyezett többsatornás multielektrodával mértük egy idegsejt mentén detektálható feszültséget, illetve ezzel egyidőben az adott sejt belső feszültségváltozását is nyomon követtük. A sejt és környezetének aktivitásából kapott adatokból egy általunk továbbfejlesztett matematikai modell segítségével képesek voltunk reprezentálni a sejt teljes áramforrás sűrűségét, mely egysejt szintű következtetés a tudomány jelenlegi állása szerint elismert elektrofiziológiai eredményekhez képest egyedülálló. A mérések és az elemzés következménye, hogy meg lehet ismerni a célsejt környezetéből érkező populációs aktivitás minőségét, illetve saját áramforrás sűrűségéből pedig információ tartalmú aktív áramait lehet megadni, amit számos további elektrofiziológiai területen lehet alkalmazni. Az áramforrás sűrűség nem más, mint a sejten tovaterjedő áram eloszlásának változása időben. Az áramforrás sűrűség két fő, eddig meg nem különböztetett áramkomponensre osztható: rezisztív és kapacitív áramokra. Rezisztív áramnak tekinthető a sejten folyó, populációs aktivitásból érkező, aktív feszültségérzékeny csatornákon folyó csatornaáram, kapacitív áramhoz hasonlító jelleggel pedig azok a töltések jelennek meg, melyek passzívan terjednek tovább, illetve a membrán mentén halmozódnak fel. Általában egy sejtközi – azaz extracelluláris – állományban elhelyezett többsatornás elektródával a rezisztív és kapacitív áramok által együttesen okozott feszültségváltozást lehet csak mérni, amivel az a probléma, hogy a kapacitív áramok olyan feszültségmintázatot adnak, mintha a kapacitív áramot képező ionok szintén áthaladnának a membránon – ez azonban pusztán látszólagos. Továbbá a sejtek közötti térben mért potenciál megbízhatóan reprezentálja a környezetében található több neuron okozta populációs aktivitást, azonban kérdéses, hogy a populációs átlag membrán potenciált mennyire reprezentálja egy adott idegsejt. Tehát ha emellett a sejten belüli – más néven intracelluláris – potenciálváltozást is lekövetjük egy intracellulárisan mérő elektródával, akkor már egyértelműen megadható a membránáram, más szóval az áramforrás sűrűség változása és terjedése térben és időben. Mivel az áramforrás sűrűség maga a nettó





NTP-HHTDK-21-0025 projekt
Az SZTE TTIK tudományos diákköri munkájának fejlesztése

A projekt a Nemzeti Technológiai Program és a Miniszterelnökség támogatásával valósul meg
membránáram, a töltésmegmaradási törvény szerint az áramforrás sűrűség összegének egy teljes idegsejt mentén minden egyes időpillanatban nullának kell lennie. Ezzel szemben a rezisztív áram összege nem feltétlenül nulla, és ez határozza meg a membránpotenciál dinamikáját. Rekonstrukciós megközelítésünket először számítógépes szimulációkon igazoltuk, majd gyakorlati alátámasztásként demonstráltuk párhuzamos intracelluláris és extracelluláris mérésünket közönséges patkány agyszelet preparátumainak egy részén, azon belül a hippokampusz CA1 és CA3 régiójában elhelyezkedő piramissejteken. A matematikai modell egysejt szintű alkalmazásakor bizonyos paraméterek meghatározásában elengedhetetlen szerepet játszik a pontos sejtalkalak digitális térbeli reprezentációja. A sejtek alakja igen változatos, minden esetben eltérő, azonban vannak elterjedt módszerek arra, hogy a mért sejt preparátumáról pontos koordinátákat és egyéb morfológiai paramétereket lehessen beolvasni. Ezek alapján fejleszthető ki egy olyan program, melyben felépítve a sejtet a mért feszültségeket digitális környezetben, ámde a valós sejt-elektroda távolságoknak megfelelően minden időpillanatra reprezentálni tudjuk. Tehát a sejt összes elágazásának és teljes felszínének pontos ismeretével lehet ezt a fajta időbeli és térbeli áramforrás sűrűség változást számolni a Poisson-egyenlet inverz megoldásával, feltételezve a sejtek közötti tér izotrópiáját és homogenitását. A számolások során – a sejtközi térből illetve sejten belülről származó feszültségértékek alapján – először meghatároztuk a membránpotenciált, majd a felgyülemlett kapacitív áramot, végül utóbbi kettő különbségéből kaptunk eredményt. A megoldásból következő rezisztív áramok térbeli eloszlásának ilyen fajta becslése lehetővé teszi áramforrás sűrűség térképen aktív és passzív források és nyelők megkülönböztetését, valamint a szinaptikus bemeneti áramok lokalizációját, melyek az adott idegsejt aktivitását váltották ki.





NTP-HHTDK-21-0025 projekt
Az SZTE TTIK tudományos diákköri munkájának fejlesztése

A projekt a Nemzeti Technológiai Program és a Miniszterelnökség támogatásával valósul meg

Földön kívüli élet: fantázia vagy valóság?

Biró Viktória

Tömörkény István Gimnázium, Szeged

Témavezető: Miltner Tímea, középiskolai tanár, Tömörkény István Gimnázium, Szeged

Esszémben sorra veszem a földön kívüli élet kutatásának lehetséges módszereit, azokat a naprendszerbeli égitesteket, melyeken alakulhatott ki élet. Bemutatom, hogy a Naprendszeren túli bolygók, holdak esetén hogy lehet életre következtetni. Kitekintek a sci-fi irodalom és filmek világába, bemutatom, hogy a művészeti ábrázolásoknak milyen valóság alapja van.





NTP-HHTDK-21-0025 projekt
Az SZTE TTIK tudományos diákköri munkájának fejlesztése

A projekt a Nemzeti Technológiai Program és a Miniszterelnökség támogatásával valósul meg

Nagyfrekvenciás gravitációs hullámok és visszahatásuk erős gravitációs térben

Fóris Attila, Fizika Msc hallgató

Témavezető: Prof. Dr. Gergely Árpád László

Az általános relativitáselmélet fontos szerepet játszik a modern fizikában és a csillagászatban. Jólatait igen pontosan igazolja az égitestek mozgásának és az Univerzum fejlődésének megfigyelése. Megjósolta a fekete lyukak és a gravitációs hullámok létezését is. A galaxisunk központjában található Sagittarius A* nevű, szupernagy tömegű fekete lyuk körüli csillagmozgások pontos feltérképezéséért Andea Ghez és Reinhard Genzel kapott 2020-ban Fizikai Nobel-díjat [1]. Az M87 galaxis középpontjában található M87* nevű, szupernagy tömegű fekete lyukról pedig az Event Horizon Teleszkóp kollaboráció készített rádióhullámok interferenciáján alapuló képet. A gravitációs hullámokat 2015-ben mutatta ki a két LIGO interferometrikus elven működő detektor és jelenleg legkorszerűbb GWTC-3 katalógus már 90 detektálást tart számon. Rainer Weiss, Barry C. Barish és Kip S. Thorne 2017-ben kapott Fizikai Nobel-díjat gravitációs hullámok kimutatásáért [2][3][4].

A gravitációs hullámok a téridő görbületének hullámszerűen terjedő zavarai. Forrásai olyan rendszerek, melyekben a tömeg-kvadrupólmomentum második és harmadik deriváltja nem tűnik el. Ilyenek a fekete lyukak vagy neutroncsillagok kettős rendszerei (a 90 detektálás forrásai közül 86 vagy 87 feketelyuk-kettős, 3 vagy 2 neutroncsillag - fekete lyuk rendszer és egy neutroncsillag-kettős) [5]. Einstein már 1937-ben belátta, hogy a gravitációs hullámok gyenge térben fénysebességgel terjednek. Ezt a GW170817, neutroncsillagok összeolvadása által keltett gravitációs hullám és a kísérő elektromágneses sugárzás 2017-ben történt egyidejű megfigyelése igazolta.

Felmerül a kérdés, hogy erős gravitációs környezetben, például a fekete lyukak közelségében vagy a korai univerzumban milyenek a gravitációs hullámok. Ezt a kérdést Richard A. Isaacson 1968-ban válaszolta meg [6]. Munkájában azt a feltevést használta, hogy a gravitációs hullámok hullámhossza elhanyagolható a téridő görbületi sugarához képest. Ezt geometriai optikai vagy nagyfrekvenciás közelítésnek nevezik. Gyenge gravitációban a téridő görbületi sugara a végtelent közelíti, így ott a feltevés mindig teljesül. Erős gravitációban azonban csak egy adott energiánál nagyobb energiájú zavarok nevezhetők gravitációs hullámnak. A perturbációk nulladrendje a háttér-téridőre vonatkozó Einstein-egyenleteket adja. Isaacson belátta, hogy erős gravitációs térben is a perturbációk első rendje hullámegyenlethez vezet, azonban a szokásos d'Alembert operátor helyét az ún. Lichnerowicz-féle d'Alembert operátor veszi át. A hullámokat WKB-közelítésben tárgyalta. Azt is belátta, hogy a perturbációk második rendje a gravitációs hullámok háttérre való visszahatását adja meg. TDK dolgozatomban reprodukáltam Isaacson számolásainak általa meg nem adott rendkívül munkaigényes részleteit. Belátom, hogy a





NTP-HHTDK-21-0025 projekt
Az SZTE TTIK tudományos diákköri munkájának fejlesztése

A projekt a Nemzeti Technológiai Program és a Miniszterelnökség támogatásával valósul meg
Lichnerowicz-féle d'Alembert operátort tartalmazó hullámegyenlet szerint fejlődő gravitációs hullámok is null geodetikusokat követnek. Vagyis erős gravitációs tér jelenlétében is fénysebességgel terjednek a gravitációs hullámok. A gravitációs hullámok polarizációjának vizsgálatát Isaacson elemzésénél részletesebben végeztem el. Beláttam, hogy a polarizációs tenzor ugyanúgy két polarizációt tartalmaz (a + és x polarizációkat) erős gravitációs térben is, mint sík háttérben. Annak bizonyítása, hogy a háttérgömbület nem generál új polarizációkat, új eredmény.

Hivatkozások

- [1] R. Genzel, F. Eisenhauer, and S. Gillessen: "*The Galactic Center massive black hole and nuclear star cluster*". Rev. Mod. Phys. 82, 3121(2010).
- [2] Kip S. Thorne: "*A toroidal solution of the vacuum Einstein field equations*". J. Math. Phys. 16, 1860 (1975)
- [3] Barry C. Barish and Rainer Weiss: "*LIGO and the Detection of Gravitational Waves*". Phys. Today 52, 44 (1999)
- [4] Barry C. Barish: "*First generation interferometers*". AIP Conf. Proc. 575, 3 (2001)
- [5] <https://www.ligo.org/science/Publication-O3bCatalog/>
- [6] R. A. Isaacson: "*Gravitational Radiation in the Limit of High Frequency. I. The Linear Approximation and Geometrical Optics.*" University of Maryland, 1967.





NTP-HHTDK-21-0025 projekt
Az SZTE TTIK tudományos diákköri munkájának fejlesztése

A projekt a Nemzeti Technológiai Program és a Miniszterelnökség támogatásával valósul meg

Szakra plazmákban előállított egy- és kétkomponensű nanorészecskéken alapuló SERS szubsztrátok előállítása és összehasonlítása

Horváth Viktória, fizikus MSc szakos hallgató

Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar, Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

Témavezető: Dr. Kohut Attila, tudományos munkatárs, SZTE TTIK Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

A szakra plazmákon alapuló nanorészecske-előállítás során két vezető elektród között hoznak létre ismétlődő kisüléseket. A szakra magas hőmérséklete miatt az elektródok anyaga lokálisan párolog, majd a vivőgázzal keveredve és gyorsan lehűlve részecskéket képez. Különböző anyagú elektródok alkalmazásával az előállított nanorészecskék anyagi minősége és összetétele egyszerűen módosítható. A módszer lehetőséget ad eltérő összetételű egy- és kétkomponensű nanorészecskék azonos körülmények között történő létrehozására, így a különböző anyagú részecskék leválasztásával készített szubsztrátok felületerősített Raman spektroszkópiai (SERS) mérésekben mutatott erősítési tulajdonságaik szempontjából egymással összehasonlíthatók.

Munkám során szikrakisüléses nanorészecske generátorban állítottam elő ezüst, arany és réz, valamint arany-ezüst és arany-réz ötvözet nanorészecskéket. A részecskéket kvarclapokra leválasztva nanostruktúrákat hoztam létre, amelyek SERS-erősítést Rodamin 6G oldat Raman spektrumának mérésével vizsgáltam 532 nm és 780 nm hullámhosszú gerjesztések mellett. A SERS szubsztrátok összehasonlítását rögzített leválasztási idő és felületi részecskekoncentráció mellett készített nanostruktúrák alkalmazásával is elvégeztem. Meghatároztuk az előállított nanorészecskék méreteloszlását is, valamint a nanostruktúrákat összetételük és abszorpciós spektrumuk szerint karakterizáltuk.

Összehasonlítva az eltérő összetételű SERS szubsztrátok erősítéseit mindkét gerjesztés esetén, a legmagasabb értékek a tiszta ezüst nanorészecskék felhasználásával készített szubsztrátokra adódtak, míg a legalacsonyabb értékeket a tiszta réz nanostruktúrákra kaptuk. A legnagyobb erősítést 780 nm hullámhosszú gerjesztés mellett mértük, ennek értéke a 10^5 -es nagyságrendbe esett. Az 532 nm hullámhosszú gerjesztés esetén számolt erősítések akár három nagyságrenddel alacsonyabbak voltak, mint 780 nm esetén. Ezen felül a mért erősítések összetétel-függése is jelentősen eltért a két gerjesztő hullámhossz mellett, vagyis az egyes összetételekhez tartozó erősítések aránya is változott.





NTP-HHTDK-21-0025 projekt
Az SZTE TTIK tudományos diákköri munkájának fejlesztése

A projekt a Nemzeti Technológiai Program és a Miniszterelnökség támogatásával valósul meg

Központi égitestünk, a Nap

Kis-Jovák Luca

Tömörkény István Gimnázium, Szeged

Témavezető: Miltner Tímea, középiskolai tanár, Tömörkény István Gimnázium, Szeged

Dolgozatomban bemutatom központi csillagunkat, a Napot. Bemutatok számításos feladatokat, melyeket akár matematika órán is el lehet végezni a Nappal kapcsolatosan. Saját készítésű lyukkamera segítségével méréseket végeztem, a Nap átmérőjét határoztam meg, feltéve, hogy ismerjük a Nap-Föld távolságot.



Gömbszimmetrikus téridők nagyfrekvenciás sugárzás jelenlétében

Kovács Ádám, Fizika BSc

Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar, Fizikai Intézet, Elméleti Fizika Tanszék

Témavezető: Prof. Dr. Gergely Árpád László, Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar, Fizikai Intézet, egyetemi tanár

Az általános relativitáselmélet a gravitációt téridő-görbületként kezeli. A gravitáció forrása minden anyag és energiaforma, melyek energia-impulzus tenzora az Einstein-egyenleten keresztül határozzák meg a gravitációt. A gömbszimmetria feltevése nagyban egyszerűsíti a tárgyalást. Az egyik legegyszerűbb energia-impulzus tenzor a null por, mely sugárzást ír le nagyfrekvenciás vagy geometriai optikai közelítésben. Ebben a közelítésben a sugárzás hullámhossza jóval kisebb a téridő görbületi sugaránál, így a sugárzási mező belső fejlődése nincs hatással a gravitáció dinamikájára. A null por tehát tetszőleges polarizációjú, egyirányú hullámok inkohérens szuperpozíciójának tekinthető, mely geometriai optikai közelítésben modellez elektromágneses vagy gravitációs hullámokat.

A null por által generált gömbszimmetrikus téridőt Prahalad Chunnilal Vaidya találta 1943-ben. Alakja emlékeztet az Eddington-Finkelstein koordinátákban felírt Schwarzschild-téridőre, azzal a különbséggel, hogy a tömeg helyét egy advanszált vagy retardált időtől függő függvény veszi át. Előbbi esetben a tömegfüggvény monoton növekszik, amit befele haladó sugárzás okoz. Utóbbi esetben a tömegfüggvény csökkenő, a sugárzás kifelé halad, ez egy sugárzó égitest külső tartományát írja le.

Míg a Schwarzschild-téridő egyaránt felírható idő- és térkoordináta, null- és térkoordináta vagy két null koordináta segítségével, a Vaidya-téridő dupla null koordinátás alakja csak speciális (lineáris vagy exponenciális) tömegfüggvény esetén ismert. A dupla null alak fontossága a téridő kauzális szerkezetének vizsgálatában fontos.

TDK dolgozatomban reprodukáltam a Vaidya-téridő dupla null koordinátákba transzformálásának menetét, melynek részletei nem találhatók meg a szakirodalomban. Ennek célja kettős volt. Egyrészt szeretném megvizsgálni, hogy vannak-e más tömegfüggvények is, melyek esetén lehetséges a transzformáció. Másrészt szeretnék olyan tömegfüggvényt találni, aminél a transzformáció végrehajtható a Vaidya-téridő legegyszerűbb általánosításában, az elektromosan töltött Vaidya-téridőben. Ezek a vizsgálatok folyamatban vannak.





NTP-HHTDK-21-0025 projekt
Az SZTE TTIK tudományos diákköri munkájának fejlesztése

A projekt a Nemzeti Technológiai Program és a Miniszterelnökség támogatásával valósul meg

Nagyenergiájú lézerimpulzusok nemlineáris poszt-kompressziójának 3+1D szimulációja vékony dielektrikum lemezekben

Lehotai Levente, Fizikus MSc

Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar, Fizikai Intézet, Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

Témavezető: Dr. Nagymihály Roland Sándor, SZTE Nemzeti Lézeres Transzmutációs Laboratórium, Tudományos munkatárs

A nagyenergiájú néhány optikai ciklusból álló lézerimpulzusok elengedhetetlen eszközökké váltak az attosekundumos impulzusok létrehozásában felületi magasharmonikus keltés révén [1]. A lézeres iongyorsítási kutatások alapján a két- és egyciklusú lézerimpulzusok megfelelő energiával nagy hatásfokú neutron generálása is alkalmasak, amely révén radioaktív hulladékok transzurán transzmutáláshoz is felhasználhatóak lehetnek [2]. A lézererősítő rendszerek spektrális limitációi miatt a néhány optikai ciklusból álló impulzusok általában nem érhetőek el. Nemlineáris optikai folyamatok felhasználásával a lézerimpulzusok spektruma azonban kiszélesíthető, és a folyamat során akkumulálódott spektrális fázist utólag kompenzálva akár egy optikai ciklusú impulzushossz is elérhető [3]. Eddig három főbb módszert javasoltak a lézerimpulzusok poszt-kompressziójára [3-5], ezek közül a nagyenergiájú impulzusok esetén a legígéretesebb a vékony lemezek sorozatán alapuló elrendezés. A vékonylemezes módszer magas transzmissziója mellett viszonylag kompakt, illetve rugalmasan változtatható a spektrális szélesedés a lemezen alkalmazott csúcsintenzitás hangolásával. A módszer hátránya, hogy a nyalábprofil inhomogenitása közvetlenül megjelenik a spektrum térbeli eloszlásában, vagyis jelentős tér-időbeli csatolódások jelenhetnek meg. A tér-időbeli torzulások elemzésére kifejlesztettem egy 3+1 dimenziós numerikus szimulációs környezetet, amely segítségével elvégezhető a vékonylemezes elrendezések optimalizációja. A szimuláció legnagyobb előnye más megvásárolható vagy open-source [6] kódokhoz képest, hogy a lineáris terjedések során a fejlett Fourier-transzformációt [7] használja, amellyel matematikailag egzakt módon tud korlátlan nagyságú terjedést szimulálni akár egy asztali számítógépen is.

Dolgozatomban tárgyalom a numerikus szimuláció matematikai és fizikai alapjait, bemutatom annak működését. Emellett validálom a szimulációt az irodalomban fellelhető kísérleti eredményekkel történő összehasonlítással. Végül pedig megvizsgálom egy kísérletileg megvalósítható elrendezés működését az ELI-ALPS SYLOS Experimental Alignment lézerének kimeneti paramétereire nézve.





NTP-HHTDK-21-0025 projekt
Az SZTE TTIK tudományos diákköri munkájának fejlesztése

A projekt a Nemzeti Technológiai Program és a Miniszterelnökség támogatásával valósul meg

Források:

- [1] S. Mondal, M. Shirozhan, N. Ahmed, M. Bocoum, F. Boehle, A. Vernier, S. Haessler, R. Lopez-Martens, F. Sylla, C. Sire, F. Quéré, K. Nelissen, K. Varjú, D. Charalambidis, and S. Kahaly, "Surface plasma attosource beamlines at ELI-ALPS," J. Opt. Soc. Am. B 35, A93-A102 (2018)
- [2] K. Osvay, G. Szabó, „Lézeres Neutronforrás Fejlesztése,” Magyar Tudomány 181, 1586-1602 (2020).
- [3] M. Seo, K. Tsendsuren, S. Mitra, M. Kling, and D. Kim, "High-contrast, intense single-cycle pulses from an all thin-solid-plate setup," Opt. Lett. 45, 367-370 (2020)
- [4] T. Nagy, M. Kretschmar, M. J. J. Vrakking, and A. Rouzée, "Generation of above-terawatt 1.5-cycle visible pulses at 1 kHz by post-compression in a hollow fiber," Opt. Lett. 45, 3313-3316 (2020)
- [5] S. Hädrich, E. Shestaev, M. Tschernajew, F. Stutzki, N. Walther, F. Just, M. Kienel, I. Seres, P. Jójárt, Zs. Bengery, B. Gilicze, Z. Várallyay, Á. Börzsönyi, M. Müller, C. Grebing, A. Klenke, D. Hoff, G. G. Paulus, T. Eidam, and J. Limpert, "Carrier-envelope phase stable few-cycle laser system delivering more than 100 W, 1 mJ, sub-2-cycle pulses," Opt. Lett. 47, 1537-1540 (2022)
- [6] G. Ycas, D. Maser, and D. Hickstein, "PyNLO: Nonlinear optics modelling for python," <https://pynlo.readthedocs.io/en/latest/> (2015).
- [7] Sz. Tóth, "Optimization of high peak power few-cycle optical parametric chirped pulse amplifier systems" PhD thesis, University of Szeged (2022)





NTP-HHTDK-21-0025 projekt
Az SZTE TTIK tudományos diákköri munkájának fejlesztése

A projekt a Nemzeti Technológiai Program és a Miniszterelnökség támogatásával valósul meg

3D nyomtatott műanyag mikrostruktúrák geometriai hűsége

Makány András, molekuláris bionika mérnöki BSc szakos hallgató, II. évf.

Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar

Témavezető: Dr. Geretovszky Zsolt, egyetemi docens, SZTE TTIK Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék, SZTE IKIKK 3D Központ

A 3D nyomtatás kutatása közel 40 éve kezdődött, s fejlődése mindmáig töretlen. A fejlesztések egyik iránya a miniaturizálás, amelynek célja, hogy minél kisebb méretben legyünk képesek létrehozni digitálisan megtervezett testeket. Erre a sztereolitografikus nyomtatás a legalkalmasabb, amelynek alapanyaga egy fényre polimerizálódó folyékony műgyanta, amelyet egy UV lézer fénye szilárdít meg a nyalábot mozgató tükrörrendszer által precízen kijelölt területeken.

Munkám során egy sztereolitografikus 3D nyomtatóval (3D Systems ProJet 6000 HD) olyan téglatest alakú kiemelkedéseket, illetve üregeket készítettem, amelyek egyik mérete 50 mikrométer. A nyomtatott testek domborzatát 3D optikai mikroszkóppal (Olympus DSX 510-MR) határoztam meg, s vizsgáltam milyen eltérések jelentek meg a tervezett geometriától. Azt tapasztaltam, hogy a mikrométeres tartományban mind a kiemelkedő, mind pedig a besüllyesztett téglatestek több régióban eltérést mutatnak névleges alakjuktól. A geometriai eltérések hat típusát írtam le, azok méretét jellemeztem, az eltérést mutató régiókat pedig az őket kialakító feltételezett hatások szerint csoportokba soroltam. A régiók keletkezését, az eltérések jellegét és azok egyes függéseit egy fotopolimerizációs modellel is megkíséreltem leírni és magyarázni.

A munka az ITM NKFIA TKP2021-NVA-19 projekt támogatásával készült. Köszönöm Vajda Balázsnak a nyomtatásokban és a mérésekben nyújtott segítségét.





NTP-HHTDK-21-0025 projekt
Az SZTE TTIK tudományos diákköri munkájának fejlesztése

A projekt a Nemzeti Technológiai Program és a Miniszterelnökség támogatásával valósul meg

Egydimenziós atomi modellpotenciálok az attoszekundumos fizikában: optimalizálás a HHG-spektrum számítására

Sallai Krisztina, fizikus MSc

Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar, Fizikai Intézet, Elméleti Fizikai Tanszék

Témavezetők: Dr. Czirják Attila, Szegedi Tudományegyetem Elméleti Fizikai Tanszék, Dr. Hack Szabolcs, ELI-ALPS, Szeged

Megfelelően nagy intenzitású lézerpulzus hatására egy atom alagúteffektus révén is ionizálódhat, az így kiszabadult elektron a lézerpulzusból energiát nyerve visszatérhet az ionhoz és rekombinálódhat, ekkor az ionizációs energiájánál jóval nagyobb energiájú fotont bocsát ki. Ez a folyamat az alapja a nemegázokban történő magas harmonikus keltésnek (HHG), pontos kvantumfizikai szimulációja az attoszekundumos fizika fontos és komoly kihívást jelentő területe, ugyanis ekkor az atomi elektron kvantum dinamikájának leírására a perturbációszámítás már nem alkalmazható.

Több-elektronos atomokra a legpontosabb számítások is csak közelítő modellekkel lehetségesek, de egy-elektronos esetben is nagy numerikus igényűvé válhat a szimuláció, például ha a lézerpulzus központi hullámhossza az infravörös tartományba esik. Ezért fontosak az olyan redukált dimenziós modellek, amelyek hatékonyan csökkentik a numerikus költséget, de megőrzik a valódi folyamat lényeges sajátosságait. Lineárisan polarizált lézerpulzus esetén a dinamika igazán fontos része a lézerpulzus elektromos terének irányával párhuzamosan történik. Ebben az esetben különböző egydimenziós atomi modellpotenciálokot szoktak alkalmazni, amelyek hasznos eredményeket adnak, de ehhez gyakran van szükség empirikus skálázásokra.

A dolgozatomban a hidrogénatom egydimenziós modellezésére ismert modellpotenciálok továbbfejlesztésével keresek olyan modellpotenciált, amely segítségével a kapott HHG-spektrum minél jobban közelíti a háromdimenziós numerikus eredményt, a legfontosabb paraméterek minél szélesebb tartományában. Megvizsgálom, hogyan változik a HHG-spektrum két különböző paraméterezésű soft-Coulomb potenciál Dirac-delta potenciállal képzett lineáris kombinációi esetén. Az így szerzett tapasztalataim alapján, a két soft-Coulomb potenciál kedvező tulajdonságainak segítségével új modellpotenciált definiálok és bemutatom, hogy ez a kísérletek szempontjából releváns paraméter-tartományban pontosabb HHG-spektrumok kiszámítását teszi lehetővé.





NTP-HHTDK-21-0025 projekt
Az SZTE TTIK tudományos diákköri munkájának fejlesztése

A projekt a Nemzeti Technológiai Program és a Miniszterelnökség támogatásával valósul meg

Exobolygó felfedezési módszerek, fedési exobolygó fénycsökkenő hatásának szimulációja

Szél Luca

Tömörkény István Gimnázium, Szeged

Témavezető: Miltner Tímea, középiskolai tanár, Tömörkény István Gimnázium, Szeged

Dolgozatomban a Naprendszeren kívüli, más csillagok körül keringő bolygók felfedezési lehetőségeit mutatom be. Az egyik módszer a bolygó kimutatására, ha elhalad a központi csillaga előtt, lecsökkenti a csillag fényességét, és detektorral ezt a fényességcsökkenést mérjük. Mérésemben a csillagot egy ping-pong labdával helyettesítettem, mely belülről meg volt világítva, és előtte egy kisméretű műanyag gömb vonult el. A keringést lemezjátészó segítségével biztosítottam. Tracker-program segítségével felvettem a fénygörbét, majd számításokat végeztem a bolygó méretével kapcsolatban.





NTP-HHTDK-21-0025 projekt
Az SZTE TTIK tudományos diákköri munkájának fejlesztése

A projekt a Nemzeti Technológiai Program és a Miniszterelnökség támogatásával valósul meg

A DBSCAN klaszteranalízis paraméterfüggésének karakterizálása

Trauer János MSc I. évfolyam, Fizika MSc nappali

SZTE TTIK Fizikai Intézet, Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

Témavezetők: Dr. Erdélyi Miklós, Varga Dániel, SZTE TTIK Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

Napjainkban a biológiai kutatások fontos eszköze a fluoreszcens mikroszkópia, melynek segítségével nagy kontraszttal tudunk láthatóvá tenni különböző sejtalkotókat. A kutatásoknak lendületet adott a nagyfeloldású technikák megjelenése, melyek lehetővé tették a diffrakció limit alatti struktúrák leképezését. Ezen technikák közül a lokalizációs (SMLM: single-molecule localization microscopy) technikákkal lehet elérni a legnagyobb feloldást (~10-20 nm). A lokalizációs technikákkal viszont a hagyományos pixelizált képektől eltérően a nyers adat a fluoreszcens molekulák koordinátái. Ezek a koordináták jó pontossággal megadják az általuk megjelölt fehérjék pozícióját. Mivel a sejtfunkciókat gyakran ezen fehérjék térbeli elrendeződése szabályozza, ezért az általuk létrehozott klaszterek jellemzése egy fontos feladat. Azokat az algoritmusokat, melyek során összecsoportosítjuk a lokalizációkat, klaszteranalízisnek nevezzük és erre több módszer is létezik. Dolgozatomban a DBSCAN algoritmussal foglalkoztam, ami egy széles körben használt módszer. Előnye, hogy a klasztereket egyedileg lehet vele jellemezni és tudja kezelni a zajt. Hátránya viszont, hogy a felhasználótól kéri be a szükséges paramétereket, és ezek pontos beállítása lényegesen befolyásolja az eredmények helyességét. Dolgozatomban biológiailag releváns, több skálán klasztereződést mutató minták elemzésével foglalkoztam. Megvizsgáltam, hogy a DBSCAN klaszteranalízis eredménye hogyan függ a kezdeti paraméterek beállításától.

