

VÁLOGATÁS AZ SZTE FIZIKAI INTÉZET KUTATÁSI EREDMÉNYEIBŐL 2024



SZTE Fizikai Intézet

SZTE
SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM

Tartalom

INTÉZETVEZETŐI KÖSZÖNTŐ	2
ATTOSZEKUNDUMOS FIZIKA	3
A fotonok szerepe a magasrendű felharmonikusok keltése során.....	3
Magasharmonikus-keltés számítógépes szimulációja új egydimenziós atomi modellpotenciállal.	4
LÉZERES NEUTRONFORRÁS FEJLESZTÉSE	6
Világcsúcs neutronhozam a Nemzeti Lézeres Transzmutációs Laboratóriumban	6
FOTONIKA	9
Egyedülálló, hangolható kimeneti paraméterekkel rendelkező lézerrendszert fejlesztettek a TeWaTi kutatói.....	9
Optikai mikroszkópiai kutatások az AdOptIm kutatócsoportban.....	10
Nagy pontosságú károsanyag-kibocsátást mérő műszert fejlesztettek a Fotoakusztikus Kutatócsoport tagjai	11
A Nanoplazmonika és Meta-anyagok Kutatócsoport eredményei	13
Arany-ezüst ötvözet nanorészecskék előállítása gáz fázisban: a részecske-összetételt befolyásoló tényezőket újszerű megközelítéssel vizsgálták a NaMiLab kutatói	14
Akkumulátorsaruk lézeres forrasztását kutatják a NaMiLab Kutatócsoportban	15
CSILLAGÁSZAT/ASZTROFIZIKA.....	16
Rekorder hármascillag: NASA-sajtóközlemény az SZTE csillagászai részvételével zajló kutatásról	16
Megmérték a Nap születésének időskáláját - szegedi kutató is közreműködött a Nature-cikket érő kutatásban.....	17
Három rangos, szupernóvás szakcikk egy hónapon belül	18
Szegedi kutatók is vizsgálják a közeli galaxisban robbant vörös szuperóriás csillag titkait.....	19
Szupernóva-kutatás a James Webb-űrtávcsővel: nyertes pályázat szegedi vezetéssel, adatrobbanás és rangos publikációk.....	20
GRAVITÁCIÓELMÉLET	21
ORVOSI FIZIKA.....	22
PÁLYÁZATI SIKEREK, SZAKMAI DÍJAK	23

INTÉZETVEZETŐI KÖSZÖNTŐ

Kedves Olvasó!

Nagy örömmel nyújtjuk át Önnek Intézetünk legfrissebb kiadványát, amely tematikus válogatásként ad ízelítőt a 2024-es év kutatási eredményeiből, szakmai sikereiből. Az SZTE TTK Fizikai Intézetében folyó munka a fizika és rokon tudományterületek széles spektrumát öleli fel – az alapkutatásoktól kezdve az ipari és társadalmi hasznosításra is alkalmas alkalmazott kutatásokig.

Kollégáink számos olyan területen dolgoznak, amelyek nemcsak a nemzetközi tudományos élet élvonalába tartoznak, de hosszú távon hatással lehetnek a mindennapi életünkre is. Ezeket a kutatásokat kiterjedt hazai és nemzetközi együttműködésekben végezzük, szoros kapcsolatban többek között az SZTE más egységeivel, a HUN-REN intézményeivel, valamint rangos külföldi egyetemekkel és kutatóközpontokkal.

Bízunk benne, hogy ez az összeállítás nemcsak informatív, hanem inspiráló olvasmányként is szolgál. Reméljük, hogy a kiadványon keresztül sikerül érzékeltetnünk a fizikai kutatások sokszínűségét és azt az elhivatottságot, amely kollégáink munkáját jellemzi.

Prof. Dr. Hopp Béla intézetvezető egyetemi tanár

Szeged, 2025. május 20.



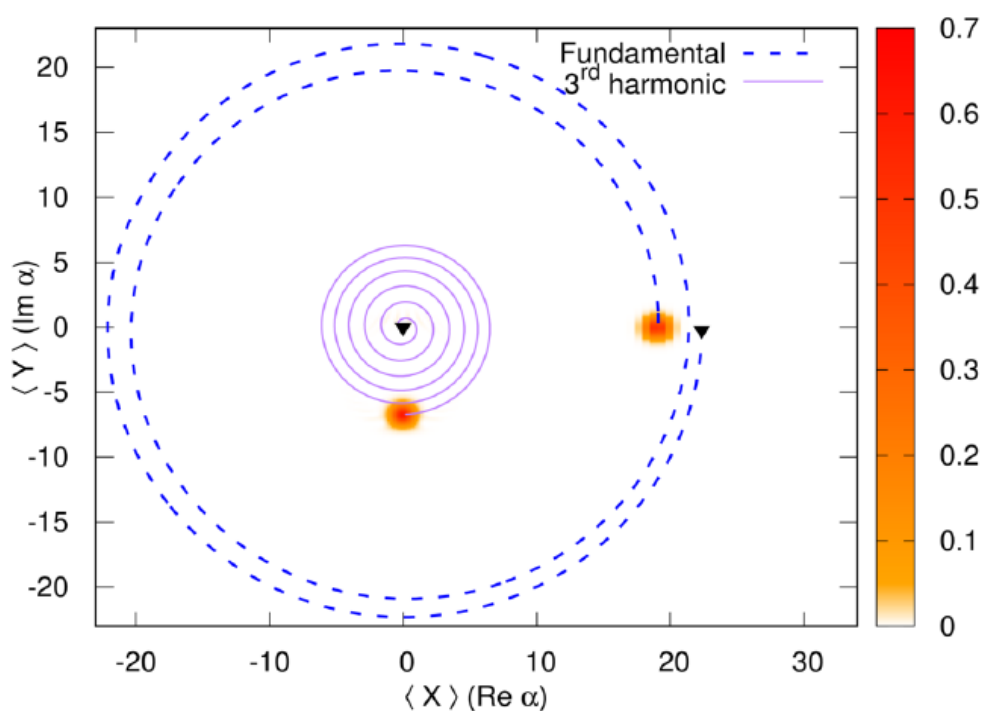
ATTOSZEKUNDUMOS FIZIKA

A fotonok szerepe a magasrendű felharmonikusok keltése során

Ma már a világ vezető lézerlaboratóriumaiban, így a szegedi ELI ALPS-ban is, rutinszerűen állíthatók elő olyan lézerimpulzusok, amelyek csúcstérerőssége nagyobb, mint amit az atomi elektronok számára a mag vonzása jelent. Ebben az erősteres tartományban az egyik legfontosabb jelenség a magasrendű felharmonikusok keltése (high-order harmonic generation: HHG). Ez a folyamat – amellet, hogy a nemlineáris fény-anyag kölcsönhatás alapvető részletibe nyújt betekintést – központi szerepet játszik az attoszekundumos impulzusok előállításában is.

Hagyományosan a HHG jelenségének elméleti leírása a félklasszikus megközelítésen alapul, azaz azon a feltételezésen, hogy a gerjesztő sugárzást klasszikus, időfüggő térként lehet kezelni. Ennek a fő oka az, hogy az erős lézerterek nagyon sok (impulzusonként akár 10^{15}) foton együttes hatásából épülnek fel, így egy-egy foton elnyelődése vagy kibocsátása arányaiban kis hatással bír. Ezzel szemben a felharmonikusok (amelyek központi frekvenciája egész számú többszöröse a gerjesztésének) már több nagyságrenddel gyengébbek, így kvantált, azaz fotonképet alkalmazó leírásuk elvi jelentőséggel bír, de pl. új típusú fényforrások kifejlesztésének a lehetőségét is felveti.

Az SZTE Fizikai Intézet Elméleti fény-anyag kölcsönhatási kutatócsoport munkatársai évek óta vizsgálják ezt a kérdéskört, legutóbbi eredményük a magasfelharmonikus-keltés egy igen általános, anyagfüggetlen modelljének a [megalkotása](#). A modellt alkalmazva meghatározták a gerjesztő tér és a harmadik felharmonikus időfüggését, amit fázisteres leírással szemléltettek. Ezt mutatja az ábra, ahol lényegében az elektromos és a mágneses térerősségek várható értéke látható (folytonos vonalak) a gerjesztés két optikai ciklusának megfelelő időintervallum során. Narancssárgával a terekhez tartozó Wigner-függvényeket ábrázolták.

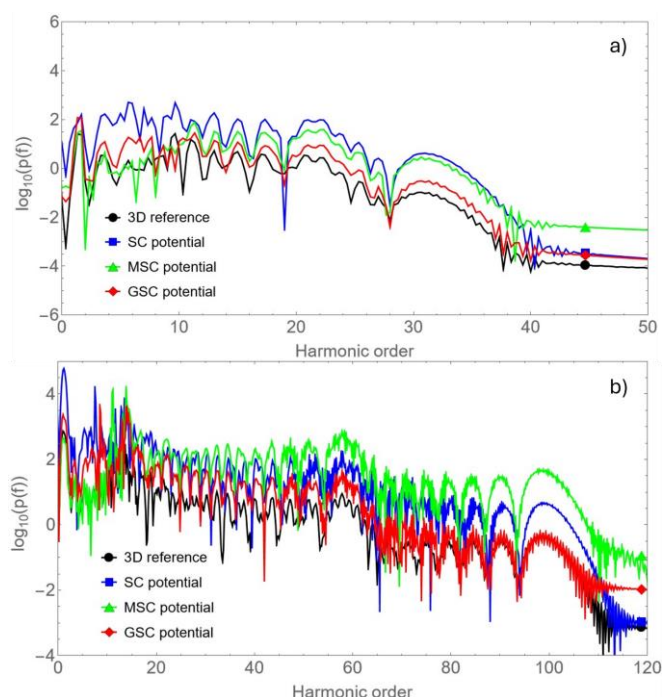


A gerjesztő tér és a harmadik felharmonikus időfüggése fázisteres leírással

Magasharmonikus-keltés számítógépes szimulációja új egydimenziós atomi modellpotenciállal

A magasharmonikus-keltés nemesgázokban (gas high-harmonic generation: gHHG), jellemzően 100 TW/cm² körüli csúcsintenzitású, femtoszekundumos, közeli infravörös lézerimpulzusokkal, az attoszekundumos fizika egyik legfontosabb eszköze. Ez egy nagyon alacsony hatásfokú folyamat ($\sim 10^{-6}$), ezért optimalizálása kiemelt jelentőségű, és ebben alapvető fontosságúak a számítógépes szimulációk is. Az atomi szintű folyamat minél pontosabb modellezését csatolni kell a makroszkopikus közeg optikai szimulációjához, ami óriási számítógépes igényt jelent, ha előbbit az időfüggő Schrödinger-egyenlet (time-dependent Schrödinger equation: TDSE) alapján végezzük. Ez a számítási igény jelentősen csökkenthető, ha sikerül az atomi folyamat modellezését hatékonyabbá tenni, pl. 3 térdimenzió helyett csak 1 térdimenziót használva. Erre lineárisan polarizált lézerimpulzusok esetén van reális lehetőség, amikor a polarizáció iránya mentén zajlik le a HHG szempontjából fontos atomi elektron mozgás. A valódi 3-dimenziós atomi potenciál 1-dimenziós közelítése azonban nem triviális feladat, de az Elméleti fény-anyag kölcsönhatási kutatócsoportnak az elmúlt években sikerült egy minden eddiginél jelentősen pontosabb eredményeket adó új 1D modellpotenciált kidolgoznia, az ezzel kapcsolatos [publikációjuk](#) 2024-ben jelent meg.

Az előrelépés alapja a korábbi (SC és MSC) 1D modellpotenciálokkal kapott TDSE megoldások újszerű elemzése volt, ami rávilágított a probléma okára: az MSC modellpotenciál túl erősen, az SC túl gyengén kötötte meg az atomi elektront a valódi kölcsönhatással összevetve. Ez alapján sikerült egy olyan új (GSC) 1D modellpotenciált definiálniuk, amivel az 1D TDSE numerikus megoldásából számított HHG spektrum az igazán lényeges nagyfrekvenciás részében már nagyon jól közelíti a pontos 3D TDSE megoldásából kapott HHG spektrumot. Az ábrán látható, hogy az (a) argon- illetve (b) neonatomra vonatkozó, GSC modellpotenciált alkalmazó szimulációval kapott HHG spektrum jó egyezése a 3D szimuláció eredményeként kapott spektrummal fennáll a kísérletekben alkalmazott lézerimpulzus-paraméterek szokásos tartományában is.



Szimulációs eredmények argon (a) és neon (b) atomra

Az attoszekundumos fizika Nobel-díjasai jártak Szegeden



Szabó Gábor, Anne L'Huillier, Varjú Katalin és Krausz Ferenc az új mérföldkő előtt. Fotó: Kovács-Jerney Ádám

Anne L'Huillier és Krausz Ferenc Nobel-díjas fizikusok új mérföldkövet avattak fel az ELI ALPS Lézeres Kutatóközpont szegedi „tudománytörténeti sétányán”. Az eseményen a 2023-as Nobel-díjjal elismert attoszekundumos kutatások előtt tisztelegtek. L'Huillier előadásában hangsúlyozta, hogy bár a gyakorlati hasznosítás még várat magára, az alapkutatások nagy jelentőséggel bírnak. Krausz Ferenc kiemelte: a Nobel-díj az egész tudományos közösség érdeme, és bízik benne, hogy a kutatások idővel az emberiség javát is szolgálják. Az eseményhez kapcsolódóan két másik Nobel-díjas kutató, Karikó Katalin és Gérard Mourou is előadásokat tartottak a Szegedi Tudományegyetemen. A részletes tudósítás [itt](#) olvasható.

Anne L'Huillier látogatása során a fiatal generáció motiválására is szánt időt: [mintegy 170 középiskolásnak tartott előadást](#), amelyet a hallgatók számos kérdéssel és vastappsal jutalmaztak. A lundi egyetem professzorasszonya egy vele készített [interjúban](#) elmesélte, hogyan fedezte fel 1987-ben a magas felharmonikusok jelenségét, amellyel megalapozta az attoszekundumos fizikát. Ma a kutatások gyakorlati alkalmazásaiban, például a félvezetőipar fejlődésében látja a tudományterület legnagyobb lehetőségét, és büszke az ELI ALPS központtal való együttműködésükre. Jelenleg egy szakkönyvet ír a felharmonikusok és az attoszekundumos impulzusok fizikájáról.

LÉZERES NEUTRONFORRÁS FEJLESZTÉSE

Világcsúcs neutronhozam a Nemzeti Lézeres Transzmutációs Laboratóriumban

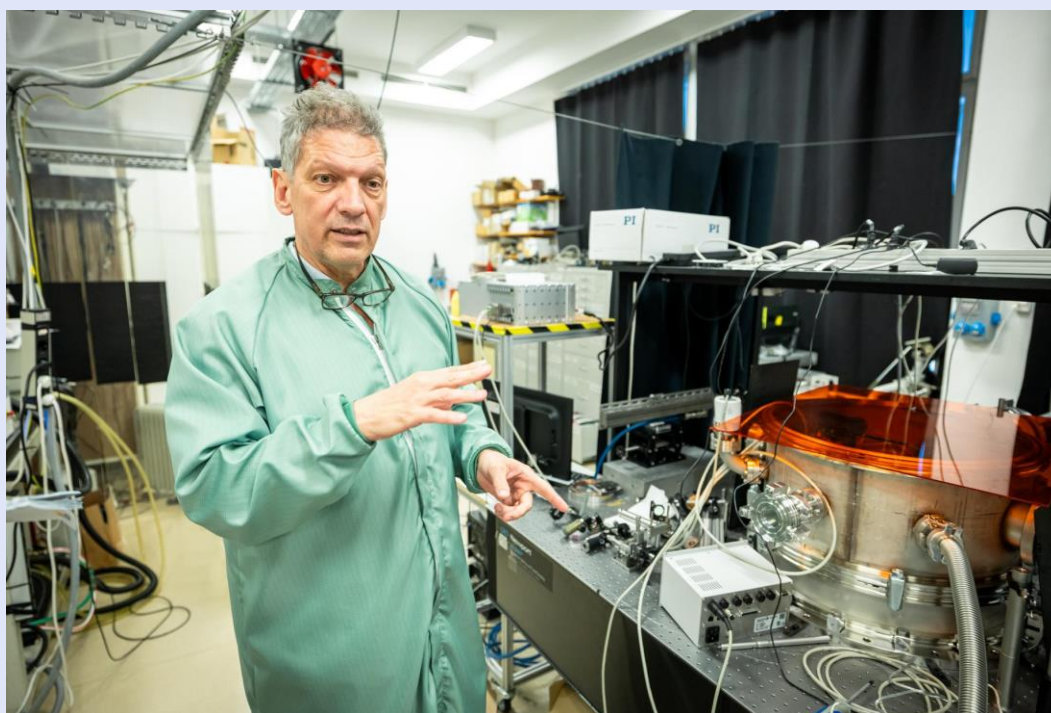
Első öt évének végéhez ért az Intézetünk docense, Dr. Osvay Károly által vezetett Nemzeti Lézeres Transzmutációs Laboratórium munkája, amelynek keretein belül az ELI-ALPS Lézeres Kutatóintézetben felépített kísérleti rendszerrel sikerrel hoztak létre folytonos üzemű neutronforrást. Az eljárás alapjául ultrarövid lézerimpulzusokkal gyorsított deutérium ionok szolgálnak, amelyek egy megfelelő céltárggyal ütközve neutronokat keltenek. Miután a projektben elsőként igazolták, hogy a folyamatos lézeres neutronkeltés viszonylag kis energiák és ultrarövid impulzusok felhasználásával is megvalósítható, az új tudományos eredmények és folyamatos műszaki fejlesztések révén elérték a jelenleg világrekordnak számító 10^8 neutron/másodperc-es hozamot. A kísérleti rendszer már a mostani formájában is alkalmas számos sugárbiológiai-, orvosi- vagy potenciálisan úripari kutatás támogatására, de a tervek között szerepel a neutronhozam további skálázhatóságának vizsgálata. A projekt egyik fontos távlati célja azon kérdés megválaszolása, hogy kísérletileg elérhető-e az a neutronhozam, ami egy szubkritikus reaktor működtetéséhez, és benne a nukleáris hulladékok transzmutációjához, azaz stabilabb anyagokká való átalakításához elegendő. A projekt első öt éve alatt született számos [tudományos eredmény](#) egy részéről, valamint a kapcsolódó társadalmi és gazdasági hatásokról egy [projektzáró konferencián](#) beszéltek a kutatás résztvevői, valamint az SZTE, ELI ERIC és a magyar tudományfinanszírozás legfontosabb képviselői.



Osvay Károly, az SZTE-n megalakult Lézeres Transzmutációs Nemzeti Laboratórium vezetője. Fotó: Kovács-Jerney Ádám

Transzmutáció, anyagtudomány, rákkutatás – mire lehet jó a lézerrel generált neutron-forrás?

Dr. Osvay Károly, a Nemzeti Lézeres Transzmutációs Laboratórium vezetője a közelmúltban egy interjúban beszélt hosszabban a lézeres neutron-előállítás lehetőségeiről, kihívásairól és a potenciális alkalmazási területekről. Ebben a projekt első öt éves támogatási periódusa alatt született sikeres eredményekre alapozott terveikről is beszélt: „A következő ciklusra azt tűztük ki, hogy 5 éven belül a 10^8 számú neutron felvisszük 10^{10} fölé, és ezt a hozamot napokon át tartó folyamatos működéssel tudjuk majd biztosítani. Ez már a különböző ipari, biológiai, orvosi alkalmazások szempontjából értelmezhető neutronszámot jelent majd. Jelenleg Magyarországon nincs ilyen hozamú neutronforrás. A neutronhozamban ezzel összemérhető, de jelentősen alacsonyabb neutronintenzitást kínáló, lineáris gyorsítón alapuló, hagyományos neutronforrás engedélyezése még mindig folyamatban van; erre számos anyagtudományi projekt vár már régóta.” A teljes interjú [itt](#) olvasható.



Dr. Osvay Károly az SZTE Fizikai Intézet TeWaTi lézeres laborjában. Fotó: Kovács-Jerney Ádám

Gérard Mourou személyében fizikai Nobel-díjas kutatóprofesszor csatlakozott a Szegedi Tudományegyetemhez



Gérard Mourou Nobel-díjas fizikus az ELI ALPS kutatóintézetben. Fotó: Kovács-Jerney Ádám.

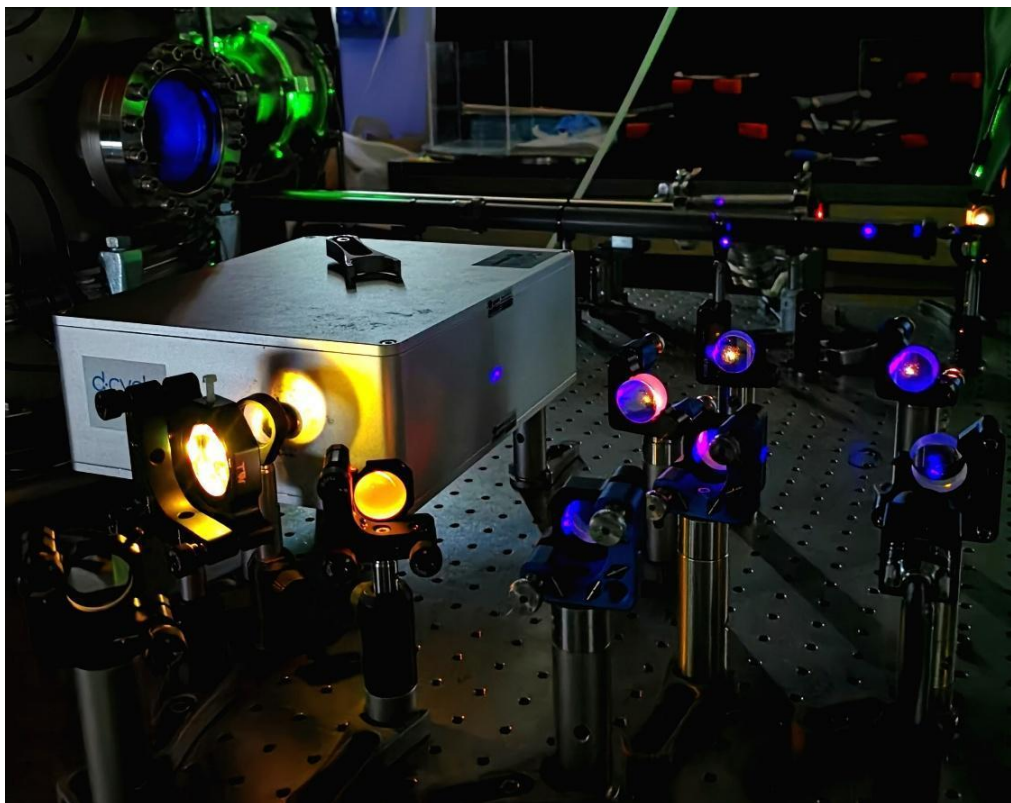
Karikó Katalin után újabb Nobel-díjas professzora van a Szegedi Tudományegyetemnek, Gérard Mourou professzor, aki 2018-ban a lézerfizika területén, az impulzuserősítési felfedezéséért kapta meg a fizikai Nobel-díjat. 2024. április 11-én, egy konferencia keretében, Rovó László professzor, az SZTE rektora és Csák János kulturális és innovációs miniszter jelenlétében, Mourou professzor [aláírta](#) a Szegedi Tudományegyetemmel kötött kutatóprofesszori szerződését. A Nobel-díjas fizikus a Panek Sándornak adott [interjújában](#) beszélt a lézeres transzmutáció és a nagy intenzitású lézeres kutatások lehetséges jövőjéről is.

FOTONIKA**Egyedülálló, hangolható kimeneti paraméterekkel rendelkező lézerrendszert fejlesztettek a TeWaTi kutatói**

Gaál Péter, a TeWaTi Kutatócsoport ultrarövid impulzusok erősítésével és felhasználásával foglalkozó PhD-hallgatójának és szerzőtársainak „A Versatile 100 Hz Laser System with Few-Cycle and TeraWatt Pulses for Applications” című [tanulmánya](#) nemrég jelent meg az Applied Sciences nemzetközi folyóiratban. Az írás témája egy – egyedülálló – hangolható kimenettel rendelkező lézerrendszer fejlesztésének és széleskörű kísérletekben való alkalmazási lehetőségeinek bemutatása.

Gaál Péter – a tanulmány első szerzője – elmondta, hogy a kutatócsoportjuk kifejlesztett egy olyan egyedülálló, hangolható kimeneti paraméterekkel rendelkező lézerrendszert, amely széleskörű alkalmazási lehetőségeket nyújt. A szerző hozzátette, hogy a 100 Hz ismétlési frekvencián üzemelő, változtatható kimenetű rendszer az ún. negatívan-pozitívan fázismodulált impulzuserősítés elvén működik. A rendszer két kimenettel rendelkezik. Az egyik az ún. néhány-ciklusú kimenet, amely 7,1 fs időbeli hosszúságú és 0,25 mJ energiájú impulzusokat szolgáltat, míg a másikon, a nagyintenzitású kimeneten 26 fs hosszúságú és 50 mJ energiájú impulzusokat lehet előállítani, elérve a közel 2 TW csúcshintenzitást. Mindemellett a lézerrendszer különlegességét az adja, hogy annak energia- és impulzusidő stabilitása kimagasló, 1% alatti.

A publikációban számos kísérleti eredményt és felhasználást is bemutatnak a kutatók, ezzel is igazolva a fejlesztett lézerrendszer jelentőségét. A közölt eredmények között megjelenik például nagy ismétlési frekvenciájú céltárgyrendszer-fejlesztés, illetve előkészületek lézer-indukált röntgen generálás területén is, amelyet ipari képalakításra használnak majd a kutatócsoport tagjai.



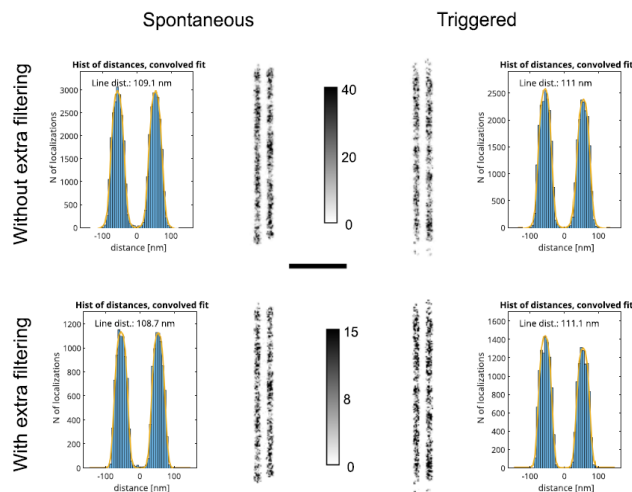
Az SZTE TeWaTi laborjában fejlesztett egyedülálló, hangolható kimenettel rendelkező lézerrendszer

Optikai mikroszkópai kutatások az AdOptIm kutatócsoportban

A kutatócsoport a nagy térbeli feloldású dSTORM lokalizációs módszer fejlesztésében és alkalmazásában ért el számos tudományos eredményt.

Triggerelt cagedSTORM mikroszkópia

A standard egymolekula-lokalizációs módszerekben az egyes fluoreszcens molekulák fénykapcsolása és az adatgyűjtési folyamatok függetlenek egymástól. Ennek következtében az egyedi molekulákhoz köthető felvillanások gyakran nem egy képkockán lesznek rögzítve. Ez az eltérés több adatpontot eredményez, amelyek lokalizációs pontossága csökken, és növeli az átfedések lehetőségét is. A kutatócsoport a glasgow-i Strathclyde Egyetemen együttműködve egy olyan módszert fejlesztett ki és tesztelt le, ami az egyes fluoreszcens molekulák időbeli kapcsolását a kamera expozíciójához szinkronizálta, javítva a lokalizációs pontosságot. A szimulációk és



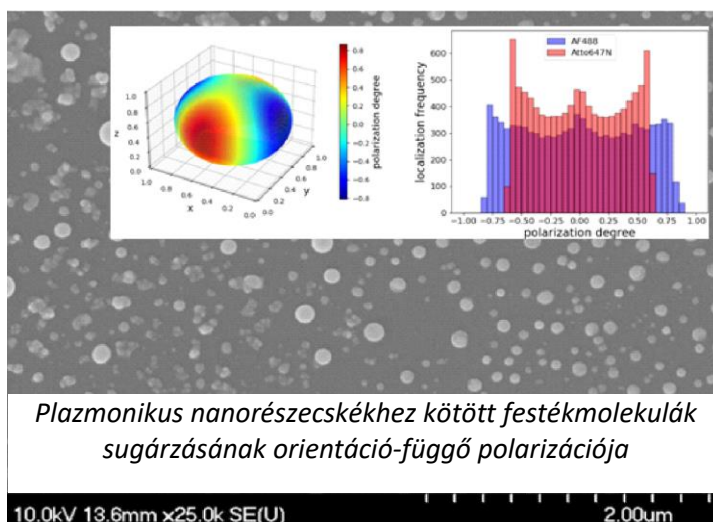
Spontán és időben szinkronizált molekulakapcsolás

az elméleti eredmények azt mutatták, hogy az ilyen szinkronizálás átlagosan 15%-kal magasabb összegjelű lokalizációhoz vezet, miközben 10%-kal csökkent az átfedések valószínűségét.

Szabadon forgó molekulák és plazmonikus nanorészecskék kölcsönhatása

Kutatóink elméleti modellezéssel és egyedi molekula-lokalizációs mikroszkópai technikával karakterizálták fém nanogömbökhöz kötött szerves festékmolekulák sugárzásának polarizáció-fokát.

A jelenség alapja, hogy a plazmonikus nanorészecskék kölcsönhatnak a fluoreszkáló molekulákkal, jelentősen befolyásolva azok sugárzását. Azonban ez a kölcsönhatás erősen függ a festékmolekula orientációjától, és számos kísérleti alkalmazásnál (például folyadék közegben) a molekula forgása jóval rövidebb időskálán történik (nanoszekundum), mint a detektálás (milliszekundum). Ennek leírására egy összetett számítógépes modellszámítást dolgoztak ki a kutatócsoport munkatársai. Az elméleti eredmények jó egyezést mutattak a kísérletek során



Plazmonikus nanorészecskékhez kötött festékmolekulák sugárzásának orientáció-függő polarizációja

kapott adatokkal. Bizonyítást nyert, hogy ezen rendszerben még szabadon és gyorsan forgó molekulák esetén is magas polarizáció fokú lesz a sugárzás. A kutatásnak és a kifejlesztett metodikáknak köszönhetően jobban érthetővé vált a szabadon forgó molekulák és plazmonikus nanorészecskék kölcsönhatása, amivel akár a plazmonika gyakorlati alkalmazásaihoz – mint például biomolekula-detektálás – is hozzájárulhatnak.

Nagy pontosságú károsanyag-kibocsátást mérő műszert fejlesztettek a Fotoakusztikus Kutatócsoport tagjai

Az SZTE Fizikai Intézet Fotoakusztikus Kutatócsoportjának kutatói a Budapesti Műszaki Egyetemmel együttműködve publikáltak a Results in Engineering folyóiratban „High-resolution pollutant emission monitoring of turbulent combustion using the photoacoustic technique” címmel.

A kutatók a [tanulmányban](#) bemutatták, hogy az általuk kifejlesztett mérőrendszer a gázturbinák, ipari kazánok és állandósult állapotban üzemelő tüzelőrendszerek szempontjából releváns, turbulens perđületes égők esetén hatékonyan alkalmazható.

Az ExPA (External exhaust Photoacoustic Analyzer) rendszer kimagasló időbeli felbontása lehetővé teszi a szennyezőanyagok közvetlen dinamikus mérését, ami hozzájárul a tisztább égési rendszerek fejlesztéséhez és jobb megértéséhez. Így az eddig jellemzően képalkotás útján minőségileg vizsgált dinamikus változások ma már mennyiségileg is mérhetővé váltak az ExPA rendszer segítségével.

A mérőműszer fejlesztését a klímaváltozást előidéző károsanyagok koncentrációjának pontos mérésének szüksége indokolja. A klímaváltozást nagyban elősegíti az égés során keletkező szén-dioxid kibocsátása, amely a tüzelőrendszereink füstgázával a légkörbe jut. Szénhidrogének tökéletes égése során a szén-dioxid mellett vízgőz is keletkezik, ami a klímaváltozást minimálisan befolyásolja, a kismértékű hatás, hogy pozitív vagy negatív, ma is kutatás tárgyát képezi. A nemideális égés szennyezőanyagait ma ritkán említik. A szén-monoxid lokálisan oxigénhiányos égés során keletkezik, a kéményben a koncentrációja elenyésző, amennyiben megfelelően működik a tüzelőberendezés. Ennek a szennyezőanyagnak a jelenlétét a füstgázban megfelelő tervezéssel praktikusán eliminálni lehet. Gáz- és folyadéktüzelés esetén a mai modern égők, amelyekben előkevert tüzelőanyag-levegő elegyet égetünk, praktikusán zérus korom- és részecskekibocsátással bírnak. Így a tökéletlen égés legfontosabb légszennyező anyagai a nitrogén-oxidok (NO_x), amelyek savas esőt és fotokémiai szmogot képesek előidézni, valamint légzőszervi megbetegedéseket is előidézhetnek. Éppen ezért világszerte szigorú rendeletek korlátozzák ezeknek a gázoknak maximálisan megengedhető koncentrációját a füstgázban. A szén-monoxiddal ellentétben a NO_x kibocsátás áramlástechnikai fejlesztésekkel nem mérsékelhető, csak a láng szerkezetének a módosításával, ami a reakcióutak befolyásolásán keresztül hozhat javulást. A NO_x kitüntetett szerepe miatt nagyobb ipari létesítmények kibocsátását online mérni és jelenteni szükséges, így az ipar is érdekelt a hatékonyabb tüzelőrendszerek használatában. Mivel az ipari berendezések általában változó terheléssel, illetve turbulens lánggal üzemelnek, ezért a kibocsátás időben jelentős változást mutathat. A jelenleg használt műszerek válaszüsideje a 10 másodperces nagyságrendbe esik, míg az SZTE Fizikai Intézet Fotoakusztikus Kutatócsoportjának kutatói által kifejlesztett fotoakusztikus elven működő nitrogén-oxid és nitrogén-dioxid koncentrációmérő készülék (ExPA) effektíven tizedmásodperces felbontást tesz lehetővé.

3 milliárd forintnyi kutatási támogatást nyert az SZTE – fizikus kutatók is a nyertes pályázatok résztvevői között

Intézetünk Optikai és Kvantumelektronikai Tanszékének kutatócsoportjai is érintettek a támogatásban részesülő [HU-rizont pályázatok](#) napokban kihirdetett listája kapcsán. Prof. Dr. Bozóki Zoltán vezetésével közel 400 millió Ft-os támogatásban részesül a „Metaanyagokkal felskálázott fotoakusztikus spektroszkópia környezetmonitorozási célokra” című projekt; emellett ugyanezen kutatócsoport a „Biológiai gázok (metán és dinitrogén oxid) valós idejű mérésén alapuló, nem invazív diagnosztikai módszer fejlesztése oxigénhiányos állapotok vizsgálatához” c. pályázatban, míg Prof. Dr. Erdélyi Miklós kutatócsoportja az „Új ismeretek a műanyag nano- és mikrorészecskék biológiai rendszerekre gyakorolt hatásában” c. projektben szerepel közreműködőként.

Drónpilóta-jogosítványt szereztek a Fotoakusztikus Kutatócsoport kutatói

Az SZTE TTIK Fotoakusztikus Kutatócsoport munkatársai egyik kutatási projektjükben a légköri károsanyag-koncentráció méréséhez fejlesztenek műszert és végeznek méréseket. A mérésekhez egy napjainkban igazán innovatív módszert használnak: drónra szerelik a műszerüket. A drónhasználat viszont szigorú szabályokhoz kötött, ezért drónpilóta-oktatáson vett részt a csoport öt kutatója. A képzés során szerzett tapasztalataikról és a kutatásukról ebben [a cikkben](#) mesélnek a résztvevők.



Kollégáink tesztmérés közben

A Nanoplaszmonika és Meta-anyagok Kutatócsoport eredményei

A Nanoplaszmonika és Meta-anyagok Kutatócsoport legfontosabb eredménye, hogy a 10-15 éve eredményesen zajló nanofotonika és plazmonika kutatás folytatásaként átléptek a meta-anyagok tudományának területére.

A meta-anyagok olyan különleges anyagok, amelyek a hullámhossznál kisebb (nanométeres tartományba eső) objektumok hullámhossznál tipikusan kisebb periódusú mintázataiból, vagy random eloszlásaiból képezhetők. A különlegességük abban rejlik, hogy olyan nanofotonikai jelenségeket mutatnak, amelyeket a különálló komponenseik nem produkálnak. Az általuk korábban szabadalmaztatott integrált litográfiai eljárással létrehozható komplex mintázatok multi-rétegein demonstráltak negatív törésmutatót, aszimmetrikus optikai választ és forgatást, ezen jelenségekről cikket a Nature Scientific Reports folyóiratban [publikáltak](#). Az aszimmetriát kísérő szintetikus mágneses mező létezésére utaló jelenségek topológiai analógiákra utalnak, amelyek nemreciprok válaszokat is [lehetővé tesznek](#).

Másik fontos lehetőség, hogy a kompozit anyag effektív törésmutatója zérust, így az effektív hullámhossz a végtelent közelítheti, ami azt eredményezi, hogy a lokális hatás, pl. a nagyságrendekkel megnövelt közeltér erősítése, azonos fázisban nagy tartományokban [létrejöhét](#). Olyan kompozitok is létrehozhatók, amelyekkel a teljes bepumpált és felerősített intenzitás abszorbeálható (koherens tökéletes abszorber), vagy a kompozit közeg és a benne foglalt tárgy jelenlétének hatása a kisugárzott elektromágneses mezőből [eliminálható](#) (cloaking – árnyékoló elem).

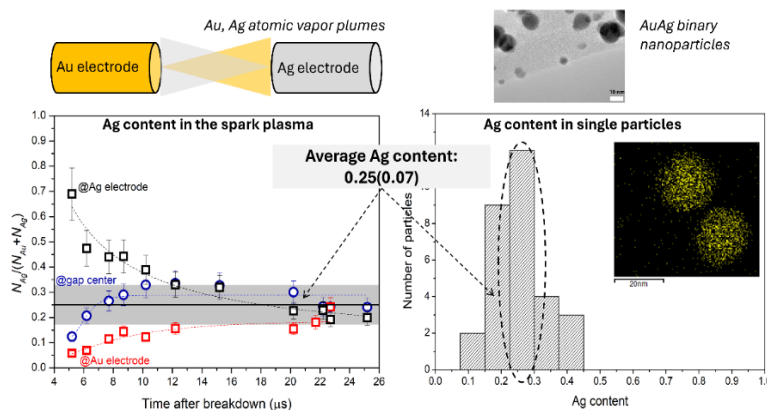
Utóbbi három publikációjukat a Metamaterials 2024 konferencián mutatták be egy előadás és két poszter formájában. A metatudósok nemzetközi tudományos közössége elfogadta a csatlakozásukat, és több neves kutató is részt vett a 2024-ben benyújtott HU-rizont pályázatukban, amelyet szakmailag pozitívan minősítettek, de forráshiány miatt nem támogattak. A plazmonikus objektumok vizsgálatát is folytatják, a meta-anyagok közül a veszteséges rendszerekben elérhető, a kvantumoptikai fázisátalakulásokkal és topológiai effektusokkal analóg jelenségekről nyújtottak be pályázatot az NKFIH ADVANCED kutatási pályázati felhívására.

A plazmonikus nano-antennák rövidimpulzusokra adott válaszának hordozó-burkoló fázisszerkezetére való érzékenységről írott cikküket az Optical Materials Express „*Nonlinear Nanophotonics feature issue*” első cikként [hivatkozza](#). A nagyintenzitású lézerimpulzusokkal kivilágításkor megnövelt közeltér fény-anyag kölcsönhatást erősítő hatását további, a NAPLIFE kooperációban publikált [cikkeik](#) tartalmazzák.

Csoportjukhoz három új BSc hallgató is csatlakozott, és középiskolások szakköri tevékenységét is támogatják.

Arany-ezüst ötvözet nanorészecskék előállítása gáz fázisban: a részecske-összetételt befolyásoló tényezőket újszerű megközelítéssel vizsgálták a NaMiLab kutatói

A folyamatos technológiai fejlődés iránti vágy számos kutatás hajtóerejéül szolgál, ezek közé tartoznak az anyagtudományi kutatások és fejlesztések is. Ezek része az ún. anyaginnováció is, amely magában foglalja például olyan új nanoanyagok kifejlesztését, amelyek adott alkalmazások szempontjából kulcsfontosságú, előre definiált, optimális tulajdonságokkal rendelkeznek. Ilyenek lehetnek például a különböző nanofotonikai alkalmazások, amelyek a fény manipulációján alapulnak a hullámhossznál jelentősen kisebb mérettartományba eső anyagi struktúrák segítségével. Az anyagfejlesztés ugyanakkor alapvetően egy meglehetősen lassú folyamat, amely számos iteratív szintézis- és tesztelési lépést igényel. Ez a folyamat jelentősen felgyorsítható egy gázfázisú, fizikai szintézisen alapuló módszer, az úgynevezett szikraabláció alkalmazásával. A módszer két vezető (vagy félvezető) elektród nagy-energiájú elektromos kisülések révén történő ablációján alapul, amely szabályozott, légköri nyomású gázkörnyezetben megy végbe. Az eredmény egy áramló aeroszol, amely az elektródák anyagából képződött nanostruktúrákat tartalmaz. Ez az eljárás kvázi-folytonos és skálázható részecskehozamot biztosít, gyakorlatilag korlátlan kombinációs lehetőségekkel a létrehozott nanoanyagok összetételét illetően. Ez a jelentős előny – amely komolyan felgyorsíthatja az új anyagok fejlesztését – a szikraplaszma oszcilláló tulajdonságának köszönhető, amely lehetővé teszi, hogy az elektródok anyaga váltakozva jusson a vívógáz egy meghatározott térfogatába. Azonban a különböző anyag gőzök együttes jelenléte csupán előfeltétele a többkomponensű nanorészecskék kialakulásának; a végső tulajdonságok – például az összetétel és a kristályszerkezet – az atomfelhők térbeli és időbeli eloszlásától is függenek. A NaMiLab csoport legfrissebb kapcsolódó eredményeiben elsőként határozta meg pontosan azt az időablakot, amelyben tiszta arany és ezüst elektródból származó atomfelhők keveredése lezajlik a szikraplaszmában. Ehhez időben és térben bontott optikai emissziós spektroszkópiát alkalmazott egy saját-fejlesztésű plazmadiagnosztikai kiértékelési módszer mellett. Kapcsolódó [tanulmányukban](#) – amely a Nanoscale Advances folyóiratban jelent meg – egy, a kialakuló részecskék összetételének eloszlását befolyásoló főbb tényezőket leíró elméleti keretet is megadtak, amelynek segítségével a szikra-plazmában lezajló folyamatokat és a keletkező részecskék tulajdonságait egyaránt értelmezni tudták.



AuAg ötvözet részecskék kialakulásának vizsgálata az arany és ezüst atomfelhők keveredési dinamikájának tanulmányozásán keresztül. A plazma- és részecsketulajdonságok összehasonlítása.

Szintén a közelmúltban jelent meg szorosan kapcsolódó [eredményük](#) a Lundi Egyetem

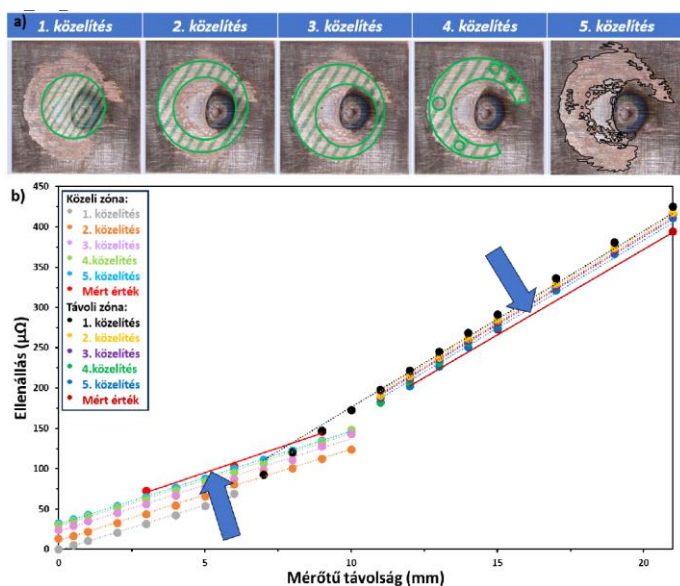
Szilárdtestfizikai Tanszékével folytatott együttműködésben, amelyben az arany-ezüst ötvözet részecskék gáz fázisú előállításának egy speciális esetét vizsgálták. Ekkor a részecskéket már eleve ötvözet elektródok felhasználásával állították elő és azt vizsgálták, hogy a keletkező részecskepopuláció milyen mértékben „örzi meg” az elektródok összetételét. Több különböző analitikai módszer – köztük a részecskék mért és számolt abszorpciójának összevetésének – alkalmazásával megállapították, hogy az arany-ezüst rendszer esetén az előállított nanorészecskék és a kiindulási anyagként használt elektródok összetétele megegyezik, amely rendkívül fontos megállapítás a szikra abláció anyagtudományi alkalmazásai szempontjából.

Akkumulátorsaruk lézeres forrasztását kutatják a NaMiLab Kutatócsoportban

Elektromos eszközeink folyamatosan bővülő tárházában az elmúlt években egyre gyarapodnak a járművekkel kapcsolatos alkalmazások. Így a teljesen elektromos, illetve hibrid hajtású járművek köre ma már az elektromos biciklittől kezdve, a rollereken, drónokon, elektromos autókra keresztül a fejlesztés alatt álló hibrid teherszállító repülőgépekig terjed. Ezen járművek elektromotorjai üzemeltetésének elengedhetetlen feltétele, hogy biztonságosan és megbízhatóan üzemeltethető, nagy kapacitású és hatékony akkumulátorok is rendelkezésünkre álljanak.

A NaMiLab Kutatócsoport lézeres anyagmegmunkálással foglalkozó csoportja két tématerületre fókuszálva kutatja a kis veszteségű akkucsomagok cellákból történő előállításának tudományos és technológiai kihívásait. A lézeres hegesztés területét körüljáró – doktori értekezését 2024-ben sikeresen megvédő – Horváth Gábor után 2025 tavaszán Körmöczy Andor PhD-hallgatónk kiváló minősítéssel védte meg doktori munkáját, amelyben a lézerrel segített forrasztással kialakítható kötések egyes tudományos kérdéseit vizsgálta. Alább az ezen munka részeként megjelent legfrissebb [publikációjuk](#) legfontosabb eredményét mutatjuk be.

A lézernyalábbal átfűtött átlapolt lemezpár forrasztásának kísérleti [tanulmányozása](#) után a csoport kutatóinak érdeklődése a forrasztanyaggal kötött lemezpár elektromos viselkedésének numerikus szimulációjára irányult, amelyet Comsol Multiphysics környezetben modelleznek. Kísérletileg egy ilyen rendszer ellenállását az ún. négypontos ellenállásmérési módszerrel szokás vizsgálni, amelynek lényege, hogy két külső pontra kapcsolt áramgenerátor segítségével áramot bocsátanak keresztül két, a középső, átlapolt régióban összeforrasztott lemezcsíkon, miközben két belső pont között – tehát a forrasztási zóna közelében – egy voltmérő segítségével méri a kötésen eső feszültséget. Ekkor a feszültség és az áram hányadosaként származtatható a forrasztott kötés elektromos ellenállása. A 2024-ben a Materials folyóiratban megjelent [cikkükben](#) javaslatot tesznek arra, hogy a kötési ellenállást több tűtávolságnál mérik, valamint bemutatják eredményeiket, amelyek révén feltárták, hogy a lézerforrasztott kötések ellenállása milyen módon függ a négypontos ellenállásmérés feszültségmérő tűpárjainak távolságától, a lemezek és a forrasztanyag fajlagos ellenállásaitól, illetve a kötésért felelős visszasilárdult forraszt, valamint a lemez geometriai jellemzőitől. Azt találták, hogy az ellenállás értéke a belső tűpár távolságának változtatása során két szakaszra – egy közeli, illetve távoli zónára – bontható, melyeken belül az $R(d)$ függvények egyaránt lineáris kapcsolattal közelíthetők. A ábra azt is szemlélteti, numerikus modellük annál jobb illeszkedést mutat, minél jobb geometriai hűséggel írják le a kötésért felelős visszasilárdult forraszt geometriai jellemzőit. A geometriai és anyagi jellemzők hatásának kísérleti és szimulációs vizsgálatával feltárták a közeli és távoli zónákban az $R(d)$ egyenesek meredekségeit és tengelymetszeteit leíró összefüggéseket.



a) Optikai mikroszkópos képek a visszasilárdult forrasztanyag geometriájáról, a kötési keresztmetszet 5 féle közelítésével. b) A lézerkötött lemezpár kötési ellenállása a mérőtűk távolságának függvényében.

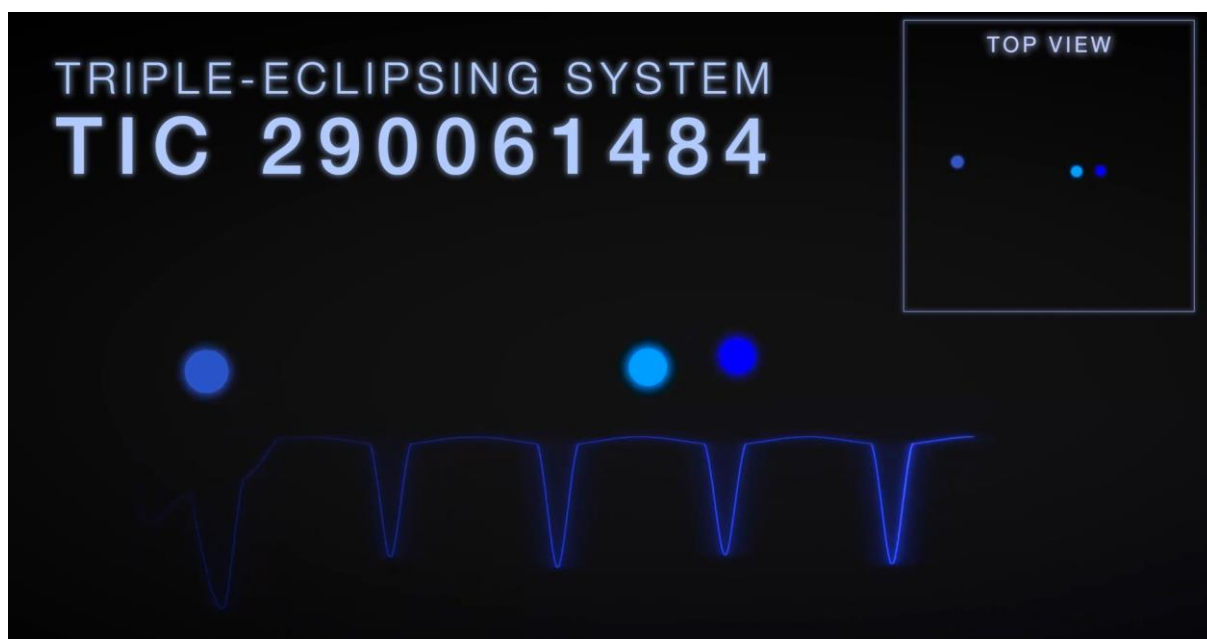
Ez az eredmény értékes muníciót ad a lézernyalábos forrasztás elektromos és mechanikai tulajdonságainak megértéséhez, mind a területet kutatók, mind pedig a konkrét alkalmazásokhoz optimált akkupakkokat fejlesztő mérnökök számára.

CSILLAGÁSZAT/ASZTROFIZIKA**Rekorder hármascsillag: NASA-sajtóközlemény az SZTE csillagászai részvételével zajló kutatásról**

A kutatók a NASA TESS űrtávcsövének adataiban találtak egy rekordernek számító hármascsillagrendszert: a rendszer tagjai ugyanis rendkívül közel keringenek egymáshoz, jócskán közelebb, mint a Naprendszer legbelső bolygója, a Merkúr a Naphoz.

A többescsillag-rendszerek kutatásának nemzetközi szaktekintélye, Dr. Borkovits Tamás, illetve Dr. Bíró Imre Barna és Dr. Mitnyan Tibor (mindannyian az SZTE Bajai Observatórium, ill. a HUN-REN-SZTE Sztelláris Asztrofizikai Kutatócsoport munkatársai) részvételével zajló kutatás eredményeként sikerült felfedni a TIC 290061484 nevet viselő csillaghármas tulajdonságait.

Az SZTE kutatói és munkatársai a NASA TESS űrtávcsövének adatait elemezve találták meg a rekordernek számító csillaghármas. A hármascsillagrendszer egy, a tömegközéppontot 1,8 nap alatt körüljáró csillag-ikerpárból, valamint egy, a két csillagtól egy kicsit távolabb elhelyezkedő, harmadik csillagból áll, amely 25 nap alatt kerüli meg a rendszer tömegközéppontját. A rendszer tőlünk 5000 fényévre található, a Hattyú csillagképben.



Vágókép a TIC 290061484 jelű hármascsillag 75 naponként bekövetkező, kölcsönös fedéseit illusztráló NASA-videóból (www.nasa.gov)

Az eredmények a rangos Astrophysical Journal folyóiratban [kerültek közlésre](#).

Az új csillaghármas felfedezéséről a NASA is beszámolt [sajtóközlemény formájában](#), további részletekről pedig a csillagaszat.hu országos szakportálon [olvashatunk](#).

Megmérték a Nap születésének időskáláját - szegedi kutató is közreműködött a Nature-cikket érő kutatásban

Szányi Balázs, az SZTE Fizika Doktori Iskola hallgatója és témavezetője, Maria Lugaro is részt vett a Nap kialakulásának időskálájának kiderítésére irányuló kutatásban. A nukleáris asztrofizikai módszereken alapuló eredményeket a Nature folyóirat közölte le.

Egy nemzetközi kutatói együttműködés, köztük a HUN-REN Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont (CSFK) Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet és a Szegedi Tudományegyetem asztrofizikusai megmérték a Nap születésének időskáláját. [Eredményeik szerint](#) a Nap viszonylag gyorsan, 10-20 millió év alatt alakult csillaggá a keletkezési területének gázanyagából és nem egymagában született, hanem egy nagy csillagcsaládban.

A vizsgálat során a kutatók először megmérték a teljesen ionizált tallium ionok bomlását a németországi GSI/FAIR laboratórium speciális részecskegyorsítójának segítségével, majd a kísérlet eredményei alapján ki tudták számítani, mennyi radioaktív ólom (^{205}Pb) keletkezik a csillagok belsejében.

A Földön a radioaktív ólomatomok (^{205}Pb) ^{205}Tl (tallium) atommá bomlanak egy atomi elektron befogásával, ami által az egyik protonjuk neutronná alakul át. A csillagokban, ahol a hőmérséklet sokkal magasabb (akár több százmillió Celsius-fok) és az atomokból az összes elektron kiszakadt, a fordított folyamat is végbe tud menni: a ^{205}Tl bomlik ^{205}Pb -re. Ez egy [kivételesen](#) ritka bomlási mód.

„A két atommag komplex viselkedése miatt a csillagokban keletkező radioaktív ólom mennyiségét csak akkor tudjuk megbecsülni, ha ismerjük, hogy a két atommag egymássá bomlásának sebessége hogyan változik a hőmérséklettel a csillag belsejében. Problémát jelent, hogy ezeket a bomlásokat normál laboratóriumi körülmények között nem lehet mérni, mivel a Földön a tallium stabil” – magyarázzák a kutatók. Ennek az akadálnak az áthidalására egy 12 ország 37 intézményének kutatóiból álló csoport megmérte a teljesen ionizált tallium ionok bomlását a németországi GSI/FAIR laboratórium speciális részecskegyorsítójának segítségével. Ehhez a talliumot meg kellett fosztani az összes elektronjától és ebben a különleges állapotban kellett tartani több órán keresztül.

A munkát ezután az asztrofizikusok vették át, köztük a HUN-REN CSFK Csillagászati Intézet és a Szegedi Tudományegyetem kutatói, akik új csillagmodellek számításával megbecsülték, mennyi radioaktív ólom dobódik ki a közepes tömegű csillagokból.

„A bomlási ráták pontosított értékei lehetővé teszik számunkra, hogy nagy bizonyossággal megbecsüljük, mennyi radioaktív ólom (^{205}Pb) keletkezett a csillagokban és jutott a Napunk szülőgázfelhőjébe” – ismertette **Szányi Balázs**, a Szegedi Tudományegyetem Fizika Doktori Iskolájának hallgatója, az SZTE Fizikai Intézet Kísérleti Fizikai Tanszék munkatársa.

„A meteoritokból származtatható radioaktív ólom mennyiségével összevetve megállapítottuk, hogy a Nap viszonylag gyorsan, 10-20 millió év alatt alakult csillaggá a keletkezési területének gázanyagából. Ez összhangban van ugyanezen csillagokban keletkezett más radioaktív atommagokkal. Ez azt jelenti, hogy a Napunk nem egymagában született, hanem egy nagy csillagcsaládban, számos testvérével együtt, amelyek régen szétszéledtek és elvesztették egymást” – foglalta össze a közleményben Maria Lugaro, a CSFK Csillagászati Intézet kutatója, az SZTE Fizika Doktori Iskola témavezetője.

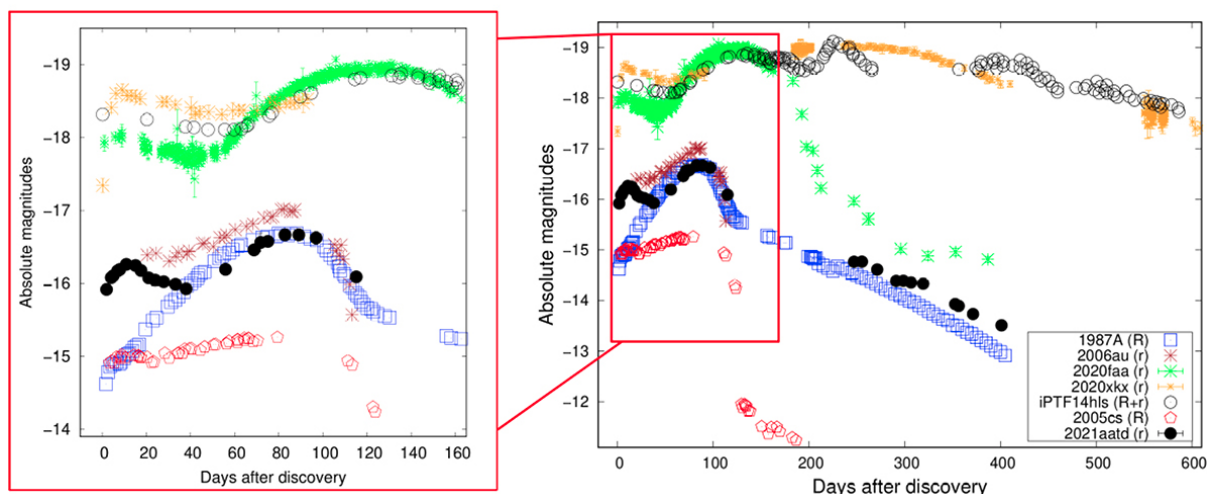
A kutatók eredményeiket [november 13-án publikálták a Nature folyóiratban](#).

Három rangos, szupernóvás szakcikk egy hónapon belül

2024. szeptembere folyamán három, az SZTE Fizikai Intézet és az SZTE Bajai Observatórium munkatársainak közreműködésével vizsgált szupernóvákról készített, rangos folyóiratcikk is megjelent.

[Az egyik vizsgált csillagrobbanás](#) kimondottan különlegesnek számít: az SN 2022oqm az ún. kalciumgazdag robbanások alosztályába tartozik, amelyek eredete egyelőre bizonytalan. A meglévő adatok szerint akár egy nagytömegű csillag lecsupaszodott magjának, akár egy extrém nagy tömegű fehér törpecsillagnak a felrobbanása is vezethet ilyen jelenséghez.

A másik, SN 2021aatd jelű esemény fénygörbéje pedig a híres SN 1987A jelű szupernóvához hasonlít, kivéve az első néhány hetet – ennek egy lehetséges magyarázata, hogy a robbanás során ledobódó anyag két különböző jellegű komponensből áll, s emellett plusz energiaforrásként a robbanásból visszamaradó neutroncsillag intenzív mágneses tere is befolyásolhatja az észlelt sugárzást (ezt a [tanulmányt](#) intézetünk munkatársa, Szalai Tamás jegyzi vezető szerzőként).



Az SN 2021aatd szupernóva R-szűrős optikai fénygörbéje (fekete pontokkal) a híres SN 1987A (kék üres négyzetek) és más csillagrobbanások fénygörbéivel összevetve (Szalai és mtsai 2024).

A [harmadik szakcikk](#) pedig a Világegyetem gyorsuló tágulásának értelmezése szempontjából is kulcsfontosságúnak számító, Ia típusú szupernóvák fénygörbe-elemzéséből mutat be egy "csokrot". Ennek a témának Vinkó József kollégánk nemzetközi szinten is régóta avatott szakértője, a mostani cikk első szerzője az ő egyik budapesti hallgatója.

Szegedi kutatók is vizsgálják a közeli galaxisban robbant vörös szuperóriás csillag titkait

Az utóbbi évtizedek egyik legközelebbi szupernóva-robbanásának vizsgálatában – nívós nemzetközi kutatócsoportok tagjaiként – [szegedi asztrofizikusok is közreműködnek](#).

A mintegy 25 millió fényéves távolságával csillagászati értelemben nagyon közelinek számító, látványos, lapjáról látszó M101 („Szélkerék”-) galaxisban az elmúlt évtizedekben több csillagrobbanás is történt. 2023. májusában egy újabb látványos és izgalmasnak tűnő csillagrobbanás okozott izgalmat az asztrofizikusok körében. Az SN 2023ixf névvel katalogizált esemény egy Napunknál jóval nagyobb tömegű, hidrogénben gazdag légkörű csillag megsemmisülése, egy ún. kollapszár (magösszeomlásos) szupernóva volt. Ezen események egyrészt szintén felhasználhatók egy-egy galaxis távolságának pontosítására, másrészt vizsgálataik elősegítik – többek között – a csillagfejlődés késői szakaszainak, a csillagok anyagvesztési folyamatainak, valamint a kozmikus por keletkezésének megértését is.

Az M101-ben feltűnt szupernóva közelsége okán jó esély kínálkozott a szülőcsillag közvetlen azonosítására, és a végső robbanás előtt lejátszódó folyamatok nyomon követésére is, ezért a kutatók egy része elkezdte tüzetesen átvizsgálni földi és űrteleszkópok archív felvételeit. Így tett az SZTE Fizikai Intézet Kísérleti Fizikai Tanszékének csillagásza, Szalai Tamás is, aki a kaliforniai Caltech Egyetem vezető kutatójával, Schuyler Van Dyk-kal közösen a NASA Spitzer infravörös űrtávcsövének adatsorait gyűjtötte össze és elemezte, mindössze néhány órával a felfedezés bejelentését követően. A magyar-amerikai páros sikeresen azonosította az esemény szülőobjektumát, egy vörös szuperóriás csillagot, amelynek robbanás előtti, közép-infravörös fényváltozására utaló jeleket is találtak. Eredményeiket egy azonnal megjelenő, [rövid elektronikus közleményben](#) tették közzé.

A felfedezést követően a S. Van Dyk és Szalai Tamás vezette nemzetközi csapat folytatta a Spitzerrel, valamint további űrtávcsövekkel és földi óriásteleszkópokkal gyűjtött adatok részletes elemzését, és a munka eredményeképp három, nagy impakt faktorú publikációt is sikerült megjelentetni 2023/2024 folyamán: az [első](#) a szülőcsillag infravörös fényváltozásairól, a [második](#) a szülőcsillag részletes fizikai tulajdonságairól szól (utóbbi főként a Hubble-űrtávcsővel gyűjtött adatokra épül); míg a [harmadik](#) tanulmány a robbanást követő infravörös és optikai adatok elemzése révén elsősorban a csillag körüli anyag és a robbanási lökéshullám kölcsönhatásának, valamint a robbanást követő porképződési folyamatok hátterét tárta fel.

Az SN 2023ixf-ről készült, több tucatnyi publikáció közül négyben Vinkó József (CSFK Csillagászati Intézet / SZTE Fizikai Intézet) is társszerző, aki elsősorban a texasi McDonald Observatórium 10 m-es Hobby-Eberly teleszkópjával készített optikai színeképek kiértékelésével és elemzésével járult hozzá az említett tanulmányokhoz (a vezető amerikai asztrofizikai szaklapban, az Astrophysical Journal-ben megjelent anyagok: [1](#), [2](#), [3](#), [4](#)). Az adatok gyűjtése pedig folytatódik égen és földön, többek között az SZTE Bajai Observatórium és az MTA Piszkéstetői Observatórium távcsöveivel.

Szupernóva-kutatás a James Webb-űrtávcsővel: nyertes pályázat szegedi vezetéssel, adatrobbanás és rangos publikációk

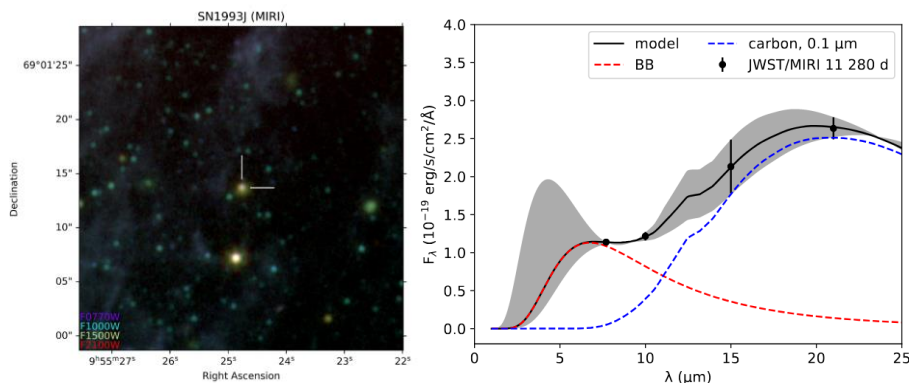
A szupernóva-robbanások és az ezekhez köthető porképződés infravörös tartományban való vizsgálata hatalmas lendületet kapott a James Webb-űrtávcső (JWST) tudományos működésének 2022. júliusi indulásával. A szegedi asztrofizikusok szakértelmének komoly elismerése, hogy Szegedről közvetlenül részt vehetnek több, ezzel az eszközzel megvalósított kutatásban.

Az utóbbi néhány évben Dr. Szalai Tamás, az SZTE Asztrofizikai Kutatócsoport tagja nemzetközi szinten is elismert szakértővé vált a szupernóvák infravörös jellemzői és a környezetükben zajló porképződési folyamatok terén. Fialat munkatársával, a doktori címét 2024-ben megszerző Dr. Zsíros Szannával együtt számos nemzetközi együttműködés tagjai, szorosan együtt dolgozva többek között a baltimore-i Space Telescope Science Institute, a Berkeley Egyetem, a Caltech, a Princeton-i Egyetem, vagy épp a Genti Egyetem vezető kutatóival. A szegedi kutatók – Dr. Barna Barnabással, a termonukleáris szupernóvák szakértőjével kiegészülve – összesen több mint 20 JWST- és Hubble- pályázat, közreműködői; dolgoznak továbbá földi óriástávcsövek (VLT, Keck, Gemini) adataival is.

Szegedi szempontból a 2024-es év legfontosabb eredménye a JWST 3. mérési ciklusának márciusi eredményhirdetése volt, amelynek során kiderült, hogy a Szalai Tamás vezetésével benyújtott GO 6049 jelzésű program is elfogadásra került. A programban szereplő négy szupernóva mindegyikétől intenzív porképződési jelek voltak várhatóak, ezt a 2024 év végén kivitelezett JWST-mérések mindegyik esetben igazolták is.

Időközben pedig folytatódott a korábbi két ciklus során összegyűjtött szupernóva-adatok elemzése és az eredmények publikálása is. A kis tömegű, kettős rendszerben lévő, elfejlődött fehér törpecsillagként felrobbanó SN 2022pul maradványainak infravörös spektrumelemzéseiről két tanulmány is megjelent a rangos Astrophysical Journal folyóiratban szegedi kutatók közreműködésével ([I. rész](#), [II. rész](#)), egy harmadik pedig készülöben van.

Szintén a 2024-es évre esett az eddigi legnagyobb mintájú szupernóva-adatgyűjtés, a 3921-es számú program kivitelezése, amelynek során 4 fotometriai szűrővel 15 db – különböző típusú és életkorú – csillagrobbanás-maradványról születtek Webb-mérések. A program első objektumaként a híres, közeli SN 1993J adatai kerültek feldolgozásra és elemzésre. A munkát Dr. Szalai Tamás és Dr. Zsíros Szanna vezették egy nemzetközi csapat élén, a [szakcikk](#) 2025 elején jelent meg az Astronomy & Astrophysics folyóiratban.



Az SN 1993J a JWST/MIRI detektorral készített felvételekből összeállított, színes kompozitképen (balra), ill. a fotometriai adatokból előállított spektrálisenergia-eloszlásra illesztett, kétkomponensű pormodell (jobbra)

GRAVITÁCIÓELMÉLET

A Gergely Árpád László egyetemi tanár által vezetett **Gravitációfizikai és Kozmológiai Kutatócsoport** (GraPhyCo) a gravitáció korszerű elméleteivel, azok kozmológiai és asztrofizikai alkalmazásaival foglalkozik.

Nemzetközi nagykollaborációkban való részvétel

A csoport tagja a gravitációs hullámok észlelését és elemzését végző nemzetközi LIGO Tudományos Kollaborációnak, azon belül a módosított gravitációelméletekben megjelenő diszperziós és polarizációs tulajdonságok tesztelésében vesz részt.

Szintén tagja a kozmológiai feszültségeket elemző CA21136 - *Addressing observational tensions in cosmology with systematics and fundamental physics* (CosmoVerse), valamint a kvantumgravitációs jelenségek kis- és nagyenergiás megvalósulását vizsgáló CA23130 - *Bridging high and low energies in search of quantum gravity* (BridgeQG) európai kollaborációknak.

Előadások nemzetközi konferenciákon

A 2024. május 1-3. között Budapesten rendezett nemzetközi *XII. Bolyai–Gauss–Lobachevsky (BGL) Conference on Non-Euclidean Geometry in Modern Physics and Mathematics* rendezvényen Gergely Árpád László meghívott előadóként vett részt. Előadása összefoglalta a sztatikus és sugárzó hengersizmetrikus téridők témakörét mind az általános relativitáselmélet, mind a skalár-tenzor gravitációelméletek területén.

A 2024. november 12-15. között Varsóban rendezett nemzetközi *3rd Einstein Telescope Annual Meeting* rendezvényen pedig a fekete lyukak, neutroncsillagok, bozoncsillagok és gravacsillagokból álló excentrikus kompakt kettős rendszerek spinfejlődéséről adott elő.

A csoport szakmai publikációi

A csoport négy 2024-es publikációja közül kiemelkedik [a fermionikus rendszerek kvantálását tárgyaló](#). Ebben Juhász Bence PhD-hallgató és témavezetője, Gergely Árpád László kiterjesztették utóbbi korábbi munkáját, mely a Schrödinger-rendszert a kényszeres dinamikai rendszerek módszertanával elemezte a feles spinű Dirac-mezőre. A kényszeres rendszerek Dirac–Bergmann algoritmusának alkalmazásához a Dirac-mezőt először spinor-változóként kezelve, módosított, faktorrendezett Poisson-zárójeleket vezettek be. A Dirac–Bergmann algoritmus két másodosztályú kényszerhez, majd faktorrendezett, a teljes fázistéren értelmezett Dirac-zárójelhez vezetett. A kényszereket kanonikus párként magába foglaló változóban tárgyalt redukált fázistéren ez Poisson-zárójellé vált. A Dirac-egyenlet a teljes fázistéren konzisztencia-feltételként, a redukált fázistéren kanonikus egyenletként állt elő. Egy másik módszerrel is végrehajtották a Dirac–Bergmann algoritmust. Ebben a Dirac-mezőt páratlan Grassmann-változóként kezelték, valamint bal, illetve jobb irányból Grassmann-értékű szuperfüggvényekre ható deriváltakat és új típusú általánosított Poisson- és Dirac-zárójeleket értelmeztek. A feles spinű részecskék kanonikus kvantálására a fundamentális antikommutátorhoz vezető eljárásokat javasoltak mindhárom típusú általánosított Dirac-zárójel esetén. Cikkükben tárgyalták a csatolt gravitáció – Dirac mező rendszereket is.

Tudománynépszerűsítés

Gergely Árpád László 2024-ben is folytatta az IPM magazinban több éve futó kozmológiai tárgyú tudománynépszerűsítő sorozatát, két új résszel:

L. Á. Gergely, Modern Kozmológiai Elméletek 16. A gravitációs paletta, InterPress Magazin **44**(8), 58-63

L. Á. Gergely, Modern Kozmológiai Elméletek 17. A gravitációs szivárvány, InterPress Magazin **44**(9), 40-45

A Kutatók Éjszakáján előadást tartott a gravitációs hullámokról. A csoport hallgató tagjai szintén hozzájárultak a tudományt és a fizikusképzést népszerűsítő rendezvények sikeréhez.

ORVOSI FIZIKA

Otthon is használható légzésfunkciós eszközt fejleszt az SZTE – díjazott innováció a jövő egészségügyéért

Dr. Peták Ferenc és Dr. Fodor Gergely Fotó: Sahin-Tóth István

Az SZTE Szent-Györgyi Albert Orvostudományi Kar Kardiopulmonális Kutatócsoportjának két munkatársa, Dr. Fodor Gergely és Prof. Dr. Peták Ferenc SZTE Innovációs Díjat nyert egy új, hordozható légzésfunkciós mérőeszköz fejlesztéséért. A cél egy könnyen kezelhető, kis méretű és olcsóbb készülék megalkotása, amely otthoni használatra is alkalmas. A projekt a Proof of Concept pályázat támogatásával valósul meg, és jelentős mérföldkő az orvosi diagnosztika elérhetőbbé tételében. A fejlesztés során a kutatók a mérnöki és informatikai tudományterületeket is bevonták, 3D-nyomtatással és miniatürizált elektronikai komponensekkel dolgoznak. A jövőbeni célok között szerepel a mesterséges intelligencia és telemedicina integrálása is, valamint egy riasztórendszer beépítése, amely automatikusan jelzi a légzőrendszeri eltéréseket a betegnek és az orvosnak is. A kutatók szerint az eszköz hosszú távon széles körben elérhetővé válhat, nemcsak krónikus betegek, hanem egészségtudatos felhasználók számára is. A teljes interjú [itt](#) olvasható.

PÁLYÁZATI SIKEREK, SZAKMAI DÍJAK

A Szegedi Tudományegyetem és az ELI ALPS színeiben pályázó fizikus kutatók közül hárman – **Dr. Budai Judit, Dr. Major Balázs, Dr. Pápa Zsuzsanna** – is [elnyerték](#) a 2024-ben meghirdetett **MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíjat**.

A negyedszázada alapított nívós folyóirat, a Journal of Optics szerkesztői úgy gondolták, a nevezetes dátumot újszerű módon ünnepelve meghirdetik a **Rising Stars in Optics 2024** (Az optika feltörekvő csillagai 2024) pályázatot. A jelentkezők közül 21 fiatal kutató lett az [optika csillaga](#), köztük **Dr. Major Balázs**, intézetünk adjunktusa, az ELI ALPS HR Attoforrások Csoport vezetője is.

A **L'Oréal–UNESCO A Nőkért és a Tudományért Ösztöndíj** egyik 2024-es [nyertese](#) **Dr. Pápa Zsuzsanna** lett. A sikeres kutatónő az SZTE-n szerezte meg 2012-ben mesterszakos fizikus diplomáját, 2017-ben pedig a PhD-fokozatát, 2018 óta pedig a szegedi ELI ALPS Lézeres Kutatóintézet munkatársa.

Prof. Dr. Bozóki Zoltán, az SZTE Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék egyetemi tanára, illetve a Fotoakusztikus Kutatócsoport vezetője [nyerte el](#) idén a **Magyar Aeroszol Társaság Zsigmondy-díját**, melyet a XVI. Magyar Aeroszol Konferencián vehetett át Szarvason.

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat (ELFT) 2024-es díjátadó ünnepségén két kollégánk is [elismerést kapott](#) a tudományos díjak „PhD-fokozat után – MTA-doktori cím előtt díj” kategóriájában. E kategória a kutatók pályája induló szakaszán, egységes témakörben, több éven át önállóan folytatott projektben elért, kiemelkedő nemzetközi visszhangot kiváltott kutatási eredmények elismerésére szolgál.

Dr. Ajtai Tibor, az SZTE Fizikai Intézet tudományos főmunkatársa **Budó Ágoston-díjban** részesült, míg **Dr. Major Balázs**, az SZTE Fizikai Intézet adjunktusának munkáját **Schmid Rezső-díjjal** ismerte el az ELFT.

2024. augusztus 20. alkalmából [állami elismerést vehetett át](#) a Szegedi Tudományegyetem több oktatója és kutatója, köztük intézetünk munkatársai is: **Prof. Dr. Erdélyi Miklós** (**Magyar Érdemrend tisztikereszt polgári tagozat kitüntetés**), **Dr. Osvay Károly** (**Magyar Érdemrend lovagkereszt polgári tagozat kitüntetés**), **Dr. Geretovszky Zsolt** (**Magyar Ezüst Érdemkereszt polgári tagozat kitüntetés**).

HALLGATÓINK A TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIÁN (TDK)

A XXXVII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia (OTDK) előfordulóit, a 2024. május 7-én, ill. november 28-án tartottuk Intézetünkben. A két alkalom során összesen tizenhat hallgató mutatta be kutatási eredményeit. A zsűri mindegyik dolgozatot javasolta a 2025. április országos döntőben való részvételre.

Az őszi helyi konferencián két középiskolás diák – Magyar Zsófia és Szűcs Enikő – is előadást tartott.

Részletek és eredmények [ide](#) és [ide](#) kattintva érhetők el.



A Tudományos Diákköri Konferencia helyi fordulója