



Institut za fiziku Zagreb

Godišnji izvještaj 2023.

Institut za fiziku
Zagreb, 2024.





Godišnji izvještaj 2023.

Izdavač:

Institut za fiziku
Bijenička cesta 46
10000 Zagreb
Hrvatska

e-mail: ifs@ifs.hr
URL: <http://www.ifs.hr/>

Pripremili: Berti Erjavec, Damir Starešinić, Yuki Utsumi Boucher, Silvije Vdović, Danijela Osredečki, Nives Punčec, Marija Sobol, Nikolina Žilić Martinović, Dalibor Novak, Mateo Kruljac, Osor S. Barišić

Zagreb, 2024.



KRATKI PREGLED AKTIVNOSTI U 2023. GODINI

Institut za fiziku je javna ustanova u vlasništvu Republike Hrvatske, registrirana za obavljanje djelatnosti: druga istraživanja i eksperimentalni razvoj u prirodnim, tehničkim i tehnološkim znanostima (prema NKD – Nacionalna klasifikacija djelatnosti – od 13. veljače 2008.). Tradicionalno, Institut za fiziku je primarno posvećen temeljnim istraživanjima u području fizike, koja obuhvaćaju fiziku čvrstog stanja, atomsku i molekularnu fiziku, fiziku plazme, površinsku fiziku, optiku, biološku fiziku i statističku fiziku.

Misija Instituta jest vrhunski znanstvenoistraživački rad u području prirodnih znanosti – polje fizike s pripadnim interdisciplinarnim područjima u kojima već ima svoj međunarodno prepoznatljiv i, u hrvatskim okvirima, jedinstven doprinos i perspektive razvoja. Cilj Instituta je da svojim temeljnim i primijenjenim istraživanjima izravno pridonese razvoju društva. To uključuje ne samo prijenos visokih tehnologija, promicanje znanstvenih spoznaja te stvaranje inovacija i patenata, već i doprinos visokom obrazovanju te popularizaciji fizike.

Vizija Instituta jest biti prepoznatljiv vrhunski europski centar u području temeljnih i primijenjenih istraživanja iz polja fizike.

Djelovanje Instituta

Prepoznatljivost Instituta temelji se na vrhunskim znanstvenim istraživanjima. Tako su znanstvenici na Institutu za fiziku u 2023. godini objavili 56 radova u međunarodnim znanstvenim časopisima. Dio tih radova detaljnije je opisan u posebnom poglavlju ovoga godišnjeg izvještaja „2. znanstvena djelatnost“. Tijekom 2023. godine obranjeno je 5 doktorskih disertacija s voditeljima zaposlenima na Institutu za fiziku. Također, u različitim fazama izvedbe na Institutu se radilo na čak još 26 doktorskih disertacija. Osim temeljnim znanstvenim istraživanjima ključnim za njihovu ekspertizu, znanstvenici su se na Institutu bavili i primijenjenim istraživanjima, surađujući s partnerskim institucijama i s gospodarskim subjektima.

Institut za fiziku sudjelovao je u visokom obrazovanju kroz vođenje doktoranada za izradu doktorskih disertacija, studenata za izradu diplomskih radova te studentskih seminara i stručnih praksa. Dodatno, znanstvenici Instituta za fiziku sudjelovali su kao predavači na diplomskim i poslijediplomskim studijima iz fizike i srodnih prirodoslovnih područja.

Institut za fiziku putem svojih predstavnika sudjelovao je u radu nacionalnih i međunarodnih tijela zaduženih za formuliranje programa znanstvenih istraživanja i strateških dokumenata. Između ostaloga, predstavnici Instituta za fiziku bili su članovi radnih skupina Ministarstva znanosti i obrazovanja i mladih, panela Hrvatske zaklade za znanost, kao i Matičnog odbora iz polja fizike. Osim toga, Institut za fiziku sudjelovao je u javnim raspravama u postupcima donošenja zakonodavnog okvira iz područja djelovanja.

Institut za fiziku sudjelovao je i u nizu aktivnosti vezanih uz promociju i popularizaciju znanosti, posebice onih iz polja fizike.



Programski ugovor

Krajem 2022. na snagu je stupio novi Zakon o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti („Narodne novine“ br. 119/2022.), koji je dobio brojne novine, posebice u načinu rada javnih instituta te njihova financiranja. Zakon je omogućio bolje planiranje i jasan financijski okvir svakom javnom institutu te u tom smislu predstavlja bitan napredak. Novi oblik financiranja temeljem programskog ugovora za financiranje osnovne proračunske komponente, razvojne proračunske komponente i izvedbene proračunske komponente donio je Institutu i dodatna sredstva za ostvarivanje svojih specifičnih prioritetnih ciljeva i aktivnosti.

U skladu sa zahtjevima nadležnog ministarstva i primljenom dokumentacijom, tijekom 2023. Institut za fiziku priredio je i konkretan prijedlog razvojne i izvedbene proračunske komponente kroz programske strateške i posebne ciljeve, plan zapošljavanja i napredovanja, te popis pokazatelja ishoda za razdoblje 2024. – 2027. Ti su dokumenti bili ključni za potpisivanje četverogodišnjeg programskog ugovora o financiranju s nadležnim ministarstvom krajem 2023., a prošli su sve institutske procedure, odnosno, o njima su raspravljali i podržali ih Znanstveno vijeće i Upravno vijeće Instituta za fiziku.

Programski ugovor odnosi se na razdoblje od 2024. do 2027. godine. On sadrži odredbe o sljedećem:

- strateškim i posebnim ciljevima koje Institut mora ostvariti u sklopu ugovorenog programskog razdoblja
- mjerljivim pokazateljima ostvarivanja ugovorenih ciljeva
- razvojnim aktivnostima te njihovu doprinosu ostvarenju ugovorenih ciljeva
- osnovnoj, razvojnoj i izvedbenoj proračunskoj komponenti
- ukupnom iznosu sredstava koja se doznaju temeljem programskog ugovora, kao i o iznosima ugovorenim za svaku godinu primjene programskog ugovora po proračunskim komponentama
- očekivanom godišnjem ostvarivanju namjenskih i vlastitih prihoda Instituta
- uvjetima ostvarivanja prava na visinu izvedbene proračunske komponente
- obvezi izvješćivanja i praćenja izvršenja pokazatelja provedbe programskog ugovora.

Osnovna proračunska komponenta Instituta obuhvaća sredstva državnog proračuna Republike Hrvatske kojima se financiraju osnovne potrebe Instituta, uključujući stavke u vidu plaća djelatnika, hladnog pogona, tekućeg investicijskog održavanja, kao i posebna sredstva za novo Kriogeno postrojenje. Razvojna proračunska komponenta Instituta obuhvaća razvojne aktivnosti, a izvedbena proračunska komponenta ostvarivanje izvedbenih aktivnosti. Sve aktivnosti, i one obuhvaćene ovim financiranjem i one koje se oslanjaju na druge izvore, opisane su unutar ove strategije.



Ukupan iznos u eurima ugovorenih sredstava iz programskog ugovora raspoređen je po ugovornim godinama i proračunskim komponentama na način kako je prikazano u Tablici 1.

| | 2024. | 2025. | 2026. | 2027. |
|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Osnovna proračunska komponenta | 2.843.608,97 | 3.035.563,17 | 3.276.165,87 | 3.416.740,47 |
| Razvojna proračunska komponenta | 199.117,50 | 238.810,00 | 133.660,00 | 130.575,00 |
| Izvedbena proračunska komponenta | 369.617,65 | 287.160,00 | 257.979,41 | 203.452,94 |
| UKUPNO: | 3.412.344,12 | 3.561.533,17 | 3.667.805,28 | 3.750.768,41 |

Tablica 1: Osnovna, razvojna i izvedbena komponenta iz programskog ugovora

Projektne aktivnosti

Redovni rad Instituta za fiziku u najvećem dijelu se 2023. financirao iz proračuna RH te kroz domaće i međunarodne znanstvene projekte, a u manjem opsegu kroz suradnju s gospodarskim subjektima. Strateški prioritet Instituta u 2023. godini bio je okončanje svog najvećeg infrastrukturnog projekta financiranog iz europskih fondova, Centar za napredne laserske tehnike – CALT. Ovaj projekt vodio je uspješno dr. sc. Damir Aumiler, a ugovorena sredstva bila su u iznosi od 16.098.986,31 €.

Kao glavna partnerska ustanova Instituta Ruđera Boškovića (IRB), Institut za fiziku također je u 2023. godini uspješno sudjelovao u radu Znanstvenog centra izvrsnosti za napredne materijale i senzore (CEMS). U sklopu CEMS-a tako na Institutu djeluje jedna istraživačka jedinica CEMS-a, Jedinica za znanost o grafenu i srodnim 2D strukturama. Udio početnih sredstava koji se odnosi na Institutu iznosio je približno 1.390.000 €. Voditelj institutske istraživačke jedinice je dr. sc. Marko Kralj. Dio institutskih znanstvenika bio je uključen i u rad



Znanstvenog centra izvrsnosti za kvantne i kompleksne sustave te reprezentacije Liejevih algebri, čiji je nositelj Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

U 2023. godini na Institutu se izvodilo čak 15 projekata Hrvatske zaklade za znanosti. Osim ovih projekata, svakako vrijedi istaknuti: i) projekt vezan za kvantne tehnologije „NImSoQ: New Imaging and control Solutions for Quantum processors and metrology“, voditelja dr. sc. Nevena Šantića, ii) sudjelovanje u projektu „The Integrated Initiative of European Laser Research Infrastructures“ pod vodstvom dr. sc. Damira Aumilera iz poziva Obzor 2020, iii) sudjelovanje u projektima iz poziva Obzor Europa, „Recyclable Materials Development at Analytical Research Infrastructures - 'ReMade-at-ARI'“ i „EUROfusion“, s voditeljima institutskog dijela projekata dr. sc. Natašom Vujčić i dr. sc. Nikšom Krstulovićem. U 2023. završio je NATO projekt „Biological and bioinspired structures for multispectral surveillance“ pod vodstvom dr. sc. Hrvoja Skenderovića. Iz programa „Digital Europe programme“ na Institutu su se izvodila dva projekta, jedan pod vodstvom dr. sc. Marka Kralja u sklopu šireg konzorcija „AI & Gaming EDIH“, kao i projekt „Croatian Quantum Communication Infrastructure – CroQCI“ u suradnji s drugim hrvatskim institucijama, a pod vodstvom dr. sc. Ticijane Ban.

Popularizacija

Tijekom 2023. godine popularizacijske aktivnosti su postigle puni zamah, budući da su ukinute sve pandemijske mjere. Osim tradicionalnog sudjelovanja na velikim popularizacijskim događajima - Festivalu znanosti, Izložbi inovacija u Ivanić-Gradu i Znanstvenom pikniku u Gornjoj Stubici u lipnju je, nakon nekoliko godina, ponovno organiziran Otvoreni dan.

Otvoreni dan pod nazivom *Frizbijada* organiziran je u suradnji s IRB u prostorima i okolišu našeg Instituta, budući da IRB, zbog velikih građevinskih radova, nije bio u mogućnosti organizirati Otvoreni dan u svojim prostorima. U zajedničkoj organizaciji sudjelovalo je ukupno stotinjak znanstvenika i volontera, pri čemu je ugošćeno preko tisuću posjetitelja, mahom učenika iz cijele Hrvatske. Događaj je bio popraćen u medijima – na radiju, televiziji, socijalnim mrežama i web stranicama. Projekt *Zvijezda je rođena* je nastavio s radom, ali u smanjenom opsegu jer nije bilo direktnog financiranja Ministarstva znanosti i obrazovanja.

Od ostalih događaja valja izdvojiti upoznavanje studenata fizike s mogućnostima razvoja njihovih znanstvenih karijera na Institutu za fiziku – Karijerni putovi na Institutu za fiziku, te sudjelovanje na manifestaciji Work in Science (WiSe) - 5. dan karijera u organizaciji zagrebačkog PMF-a.

Također, vrijedi spomenuti novinske članke vezane uz znanstveni rad i institutske projekte, brojna sudjelovanje u televizijskim i radio emisijama znanstvenog programa, te posebno završetak velikog projekta CALT, koji je bio popraćen završnom konferencijom. Objavljen je i zamjetan broj stručnih članaka vezanih uz znanstvenike i znanstvena istraživanja na Institutu.

Sljedeći ciljevi

Institut za fiziku je 2023. okončao ili ušao u zadnju godinu provedbe svojih velikih infrastrukturnih projekata. Okončanjem velikih projekata novim središnjim prioritetom Instituta postaju ljudski resursi. U tom smislu, svojim zaposlenim znanstvenicima Institut želi



osigurati što bolje uvjete za rad i kreativnost na novoj opremi, kao i konkurentnost znanstvenih i primijenjenih istraživanja. Pri tome se posebnu pozornost želi posvetiti mladim znanstvenicima zaposlenima na Institutu i njihovu usavršavanju. Institut želi biti privlačan za povratak i daljnji razvoj izvrsnih mladih kolega koji su se s Instituta uputili na poslijedoktorska usavršavanja. Jednako tako, želi biti privlačan pri zapošljavanju pojedinih već iskusnih istraživača, koji svojom ekspertizom mogu dodatno podignuti kvalitetu istraživanja na Institutu, kao i njegovu međunarodnu vidljivost.

Cilj je, također, ojačati međusobnu znanstvenu suradnju unutar Instituta, kao i suradnju s međunarodno priznatim grupama i znanstvenicima u Hrvatskoj i inozemstvu te tako dodatno ojačati institutske ekspertize, odnosno mogućnosti i kapacitete svojih znanstvenika. Zajedno s partnerskim znanstvenim institucijama i partnerima u gospodarstvu Institut namjerava sudjelovati u primijenjenim projektima te pružati izravne usluge zainteresiranim gospodarskim subjektima.

Kontinuirana suradnja Instituta s više fakulteta i sveučilišta u Hrvatskoj uključuje sudjelovanja u tijelima koja provode obrazovnu i znanstvenu politiku, obuku studenata u znanstvenim istraživanjima, vođenje studenata u izradi seminarskih i diplomskih radova, držanje predavanja i vježbi na prijediplomskom i diplomskom studiju. Međutim, nužno je nastaviti i dalje jačati dosadašnju praksu aktivnog sudjelovanja članova Instituta u sveučilišnoj nastavi, nastojeći pri tome još više povećati vidljivost Instituta prema studentima.



1. STRUKTURA INSTITUTA ZA FIZIKU

1.1 UPRAVA INSTITUTA

PREDSJEDNIK UPRAVNOG VIJEĆA

Izv. prof. dr. sc. Matko Glunčić, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno – matematički fakultet

ČLANOVI UPRAVNOG VIJEĆA INSTITUTA

Ira Bušelić, Ministarstvo znanosti i obrazovanja

prof. dr. sc. Miroslav Požek, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno – matematički fakultet

dr. sc. Mirta Herak, Institut za fiziku, predstavnik Znanstvenog vijeća

dr. sc. Hrvoje Skenderović, Institut za fiziku, predstavnik zaposlenika

ZNANSTVENO VIJEĆE

Dr. sc. Damir Starešinić, predsjednik

dr. sc. Silvije Vdović, zamjenik predsjednika, od 30. 8. 2023.

dr. sc. Ivan Balog, zamjenik predsjednika, do 30. 8. 2023.

RAVNATELJ

dr. sc. Osor Slaven Barišić

POMOĆNICI RAVNATELJA

dr. sc. Tacijana Ban

dr. sc. Nikša Krstulović



1.2 DJELATNICI INSTITUTA

ZNANSTVENO-ISTRAŽIVAČKI ODJEL

ZNANSTVENI SAVJETNICI U TRAJNOM IZBORU

Ticijana Ban, voditeljica Grupe za kvantne tehnologije

Marko Kralj, voditelj Grupe za istraživanje površina, međupovršina i 2D materijala

Slobodan Milošević

Hrvoje Skenderović, od 15. 6. 2023.

Antonio Šiber, voditelj Grupe za nano/bio sustave i meku kondenziranu tvar

ZNANSTVENI SAVJETNICI

Damir Aumiler, pročelnik Centra za napredne laserske tehnike

Vito Despoja, od 15. 10. 2023.

Hrvoje Skenderović,

Eduard Tutiš, voditelj Teorijske grupe za fiziku kondenzirane materije i statističku fiziku

VIŠI ZNANSTVENI SURADNICI

Ivan Balog

Osor S. Barišić

Vito Despoja, do 14.10.2023.

Mirta Herak

Tomislav Ivek, voditelj Grupe za eksperimentalno istraživanje naprednih elektronskih materijala

Nikša Krstulović, voditelj Grupe za plazmena i laserska primijenjena istraživanja



Vesna Mikšić Trontl, od 15. 12. 2023.

Dino Novko

Marin Petrović, od 15. 5. 2023.

Petar Popčević, voditelj Grupe za istraživanje kompleksnih i jako koreliranih funkcionalnih materijala, od 1. 8. 2023.

Damir Starešinić, pročelnik Odsjeka za istraživanje materijala u ekstremnim uvjetima

Yuki Utsumi Boucher, od 15. 12. 2023.

Silvije Vdović, voditelj Grupe za ultrabrzu spektroskopiju

Nataša Vujičić, od 15. 12. 2023.

Tomislav Vuletić

Goran Zgrablić

ZNANSTVENI SURADNICI

Matija Čulo,

Ida Delač,

Damir Dominko,

Ivor Krešić,

Tomislav Ivek,

Martina Lihter, od 1. 4. 2023.

Vesna Mikšić Trontl, do 14. 12. 2023.

Nikolina Novosel

Marin Petrović, do 14. 5. 2023.

Petar Popčević, voditelj Grupe za istraživanje kompleksnih i jako koreliranih funkcionalnih materijala, do 30. 7. 2023.

Dean Popović, do 9. 11. 2023.

Mario Rakić

Neven Šantić



Iva Šrut Rakić

Yuki Utsumi Boucher, do 14. 12. 2023.

Nataša Vujičić, do 14. 12. 2023.

ZASLUŽNI ZNANSTVENICI

Branko Gumhalter

Milorad Milun

Petar Pervan, od 6. 6. 2023.

Goran Pichler

Silvia Tomić

Veljko Zlatić

VIŠI ASISTENTI - POSLIJEDOKTORANDI

Naveen Chogondahalli Muniraju

Ana Cipriš, od 15. 4. 2022.

Valentino Jadriško, od 15. 12. 2022.

Juraj Krsnik, od 15. 12. 2022.

Dejan Maletić, od 1. 1. 2022. do 28. 2. 2022.

Borna Pelić, do 12. 12. 2022.

Dean Popović, do 31. 3. 2022.

Borna Radatović, od 15. 12. 2022.

Obaidulla Sheikh Muhammad, do 18. 11. 2022.



ASISTENTI - DOKTORANDI

Seyed Ashkan Moghadam Ziabari

Antun Lovro Brkić, do 30. 9. 2023.

Vedran Brusar

Julio Car

Marin Đujić

Lucija Nora Farkaš, od 1. 12. 2023.

Mateo Forjan, do 30. 9. 2023.

Nina Girotto

Blaž Ivšić

Josip Jakovac

Ana Jurković, od 15. 9. 2023.

Karmen Kapustić, od 6. 12. 2023.

Virna Kisiček

Domagoj Kovačić, do 31. 3. 2023.

Marko Mandarić, od 1. 11. 2023.

Šimun Mandić

Ali Mardan Dezfouli

Tomislav Miškić, od 15. 12. 2023.

Gaurav Pransu

Ivana Puljić

Rafaela Radičić

Johnn Erick Toro Rojo, od 1. 4. 2023.

Patrik Seleš, od 15. 1. 2023.



Ana Senkić

Kamal Sherif

Naveen Singh Dhani,

Fran Šimić, od 3. 3. 2023. do 13. 6. 2023.

Vjekoslav Vulić

SURADNICI U ZNANOSTI I VISOKOM OBRAZOVANJU

Davor Čapeta, viši stručni suradnik

Elinor Trogrlić, stručni savjetnik

ODJEL ZA PRAVNE, KADROVSKE I OPĆE POSLOVE

Marta Vuković, rukovoditelj Odjela za pravne, kadrovske i opće poslove

Odsjek za kadrovske poslove

Nives Punčec, voditelj ostalih ustrojstvenih jedinica - pravnik

Gordana Matić, portir - recepcionist

Mirjana Ličina, operater na unosu podataka

Odsjek za opće poslove

Marija Sobol, voditelj odsjeka

Jozo Zovko, tehnički suradnik, domar

Draženka Zajec, tehnički suradnik, pomoćnik domara

Renata Macešan, domaćica

Danijela Sitarić, spremačica



Ivanka Ćosić, domaćica, od 1. 2. 2023.

ODJEL ZA PROJEKTNE AKTIVNOSTI I FINACIJE

Danijela Osredečki, rukovoditelj Odjela za projektne aktivnosti i financije

Dunja Epih, viši stručni savjetnik za poslove javne nabave do 31. 10. 2023.

Dunja Epih, rukovoditelj odsjeka za javnu nabavu i nabavu, od 1. 11. 2023.

Romana Dolović, viši stručni savjetnik za pripremu i praćenje projekata,

Berti Erjavec, viši stručni suradnik u znanosti i visokom obrazovanju

Suzana Jurički, ekonom - dostavljač

Josipa Šestak, ekonom - skladištar

Odsjek za financije

Nikolina Žilić Martinović, rukovoditelj Odsjeka za financije

Katica Hunjet, viši stručni savjetnik ekonomske struke, od 1. 5. 2022. do 12. 6. 2022.

Željko Kneclin, viši stručni savjetnik ekonomske struke, do 27. 3. 2022.

Kristina Stažić, viši stručni referent ekonomske struke

PROTOTIPSKA RADIONICA I TEHNIČKE SLUŽBE

Jadranko Gladić, rukovoditelj Prototipske radionice i tehničkih službi

Ivan Čičko, viši tehničar

Branko Kiš, viši tehničar, preminuo 25. 7. 2023.

Alan Vojnović, viši tehničar, do 22. 11. 2023.

Dalibor Novak, tehnički suradnik



Damir Altus, tehnički suradnik

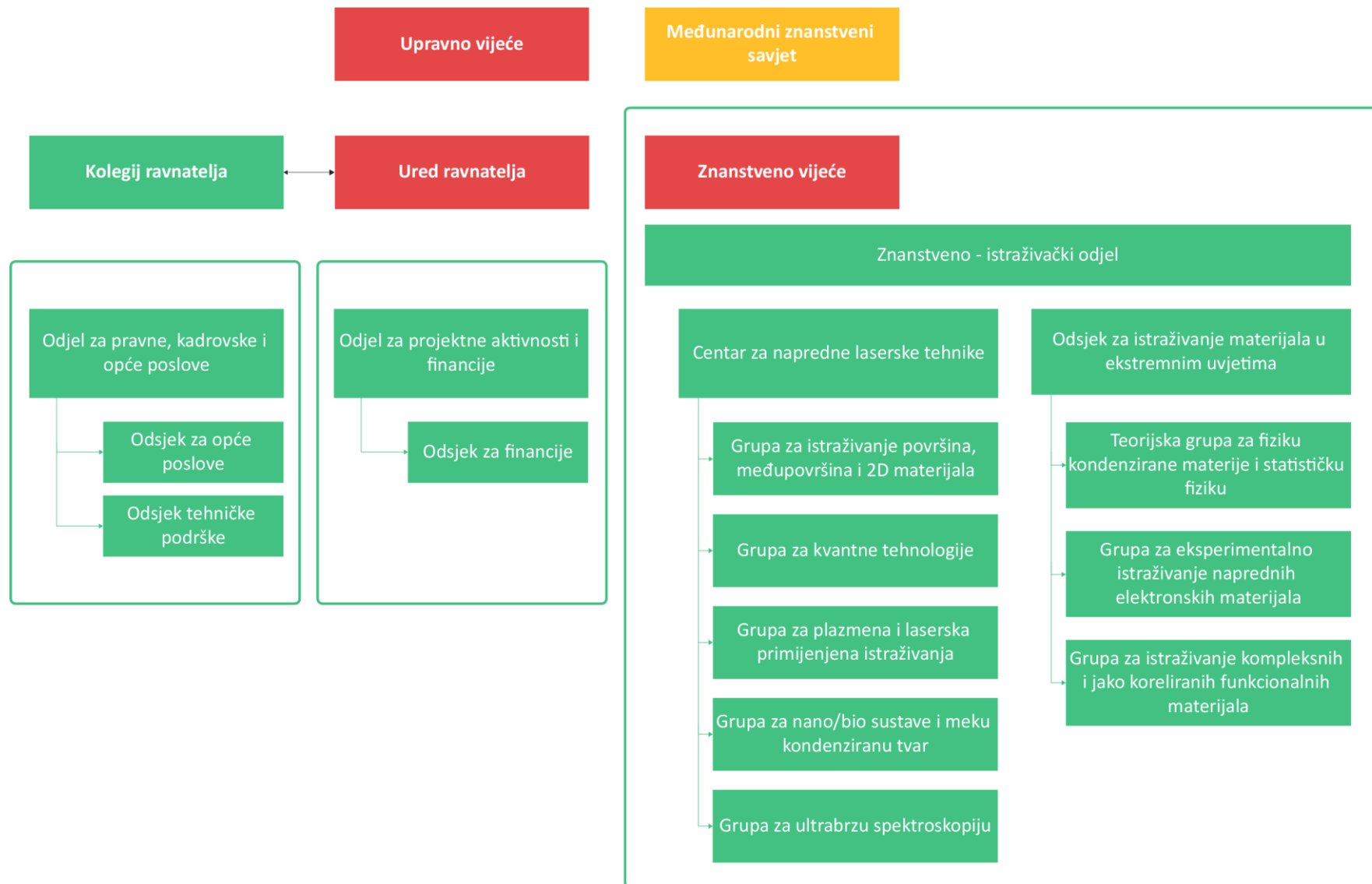
Franjo Zadavec, tehnički suradnik, do 31. 10. 2023.

Kriogeno postrojenje

Josip Pogačić, voditelj

Žarko Vidović, tehničar za Kriogeno postrojenje

1.3 ORGANIZACIJSKA SHEMA





2. ZNANSTVENA DJELATNOST

Istraživačke aktivnosti znanstvenika na Institutu za fiziku obuhvaćaju široke tematike koje uključuju: modeliranje kompleksnih sustava, elektronska stanja i fizička svojstva novih materijala (supravodljivost, magnetizam, elektronski naboj i spin superstrukture, nova kolektivna stanja), nanostrukture, nove 2D materijale i površine, hibridni sustavi i biofizika, ultrabrza laserska spektroskopija (femtosekundna i spektroskopija frekventnim češljem), fizika plazme (laserska plazma i spektroskopija), hladni atomi i optička fizika.

Rezultati ukupnog znanstvenog rada istraživača instituta vidljivi su kroz objavljene radove čiji je podroban popis dan u četvrtom poglavlju.

U nastavku su detaljnije prikazani neki od istaknutih radova istraživača Instituta za fiziku u 2023. godini. Kratke osvrtne na radove pripremili su dr. sc. Slivije Vdović i dr. sc. Yuki Utsumi Boucher, urednici Znanstvenih vijesti Instituta za fiziku. Pregled je za godišnji izvještaj prilagodio dr. sc. Damir Starešinić.

Atomska i molekulska fizika

Ultrabrza fotoeliminacija dušika iz viših pobuđenih stanja diazoalkana i rasvjetljavanje sudbine nastalih karbena

Naši ultrabrzi dečki u suradnji s kolegama s Instituta Ruđer Bošković objavili su rad u časopisu Journal of Organic Chemistry u kojem su uz pomoć femtosekundne laserske spektroskopije istražili nekoliko fotokemijskih reakcija nastajanja karbena iz diazoalkana u anti-Kasha reakcijama koje se pokreću iz viših pobuđenih stanja početne molekule.

Ultrafast Photoelimination of Nitrogen from Upper Excited States of Diazoalkanes and the Fate of Carbenes Formed in the Reaction

Vedran Brusar, Mateo Forjan, Ivan Ljubić, Marija Alešković, Kristin Becker, Silvije Vdović, Journal of Organic Chemistry **88**, 7, 4286–4300 (2023).

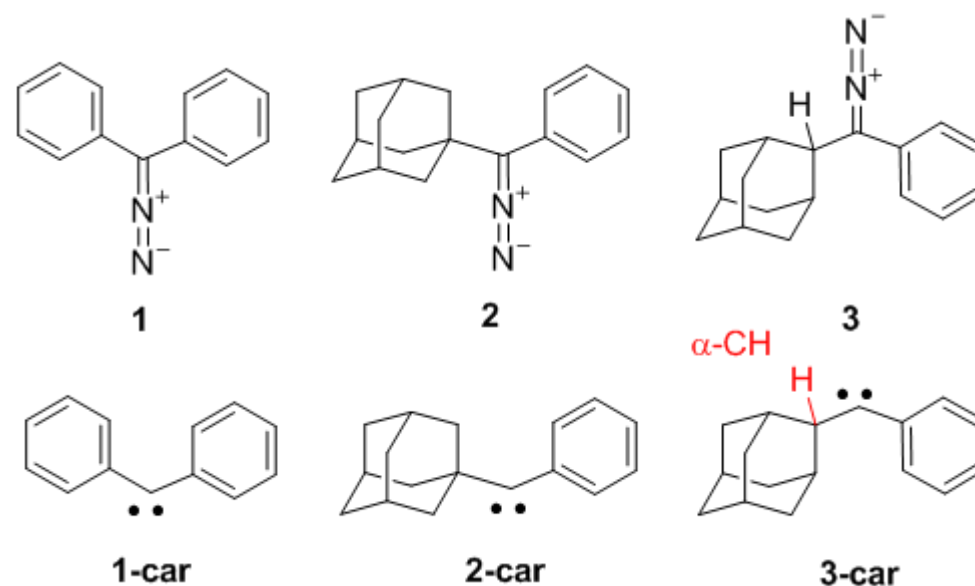
DOI: [10.1021/acs.joc.2c02875](https://doi.org/10.1021/acs.joc.2c02875)

Karbeni su molekule koje sadrže neutralni atom ugljika sa valencijom dva i dva nedijeleća valencijska elektrona te su važni organski reaktivni međuprodukti, ligandi u metaloorganskoj kemiji, te vrlo efikasni organokatalizatori. Spinsko stanje karbena, koje može biti singletno ili tripletno, određuje njihova kemijska svojstva te je spinski ovisna reaktivnost osnova kemije karbena.

Fotoreakcije koje započinju iz viših pobuđenih stanja molekula, poznate i kao anti-Kasha fotokemijske reakcije (zbog veze s Kashinim pravilom), su rijetke jer većina fotokemijskih procesa ne može brzinom parirati brzom internoj konverziji (IC) u prvo pobuđeno elektronsko stanje (S1). Razumijevanje načina na koje se anti-Kasha reaktivnost može iskoristiti ima fundamentalnu i praktičnu vrijednost jer pruža

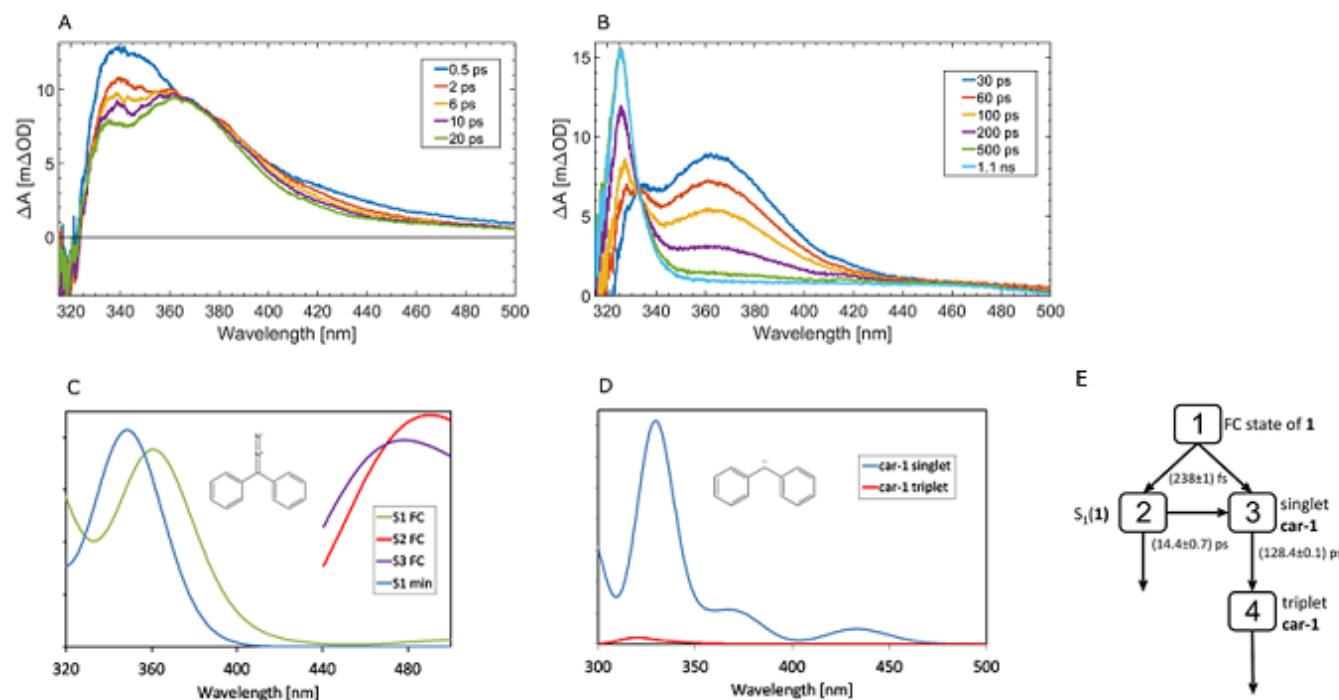
mogućnosti pametnog dizajna različitih fotokemijskih procesa gdje se selektivnost i smjer kemijske reakcije može podesiti odgovarajućim izborom valne duljine pobude.

Fotokemijska reaktivnost difenildiazometana **1**, i fenil 1- i 2-adamantil diazometana **2** i **3** istražena je eksperimentalno uz pomoć spektroskopije tranzijentne apsorpcije (TA) s vremenskom rezolucijom u rasponu od femtosekundi do milisekundi. Mjerenjima je spektroskopski dokazano kako do fotoeliminacije N₂ nakon pobude sa 267 nm dolazi u anti-Kasha ultrabrznoj fotokemijskoj reakciji unutar 1 ps direktno iz viših singletnih pobuđenih stanja molekule.



Slika 1. Proučavani diazo derivati **1-3** te odgovarajući karbeni **car-1** – **car-3**.

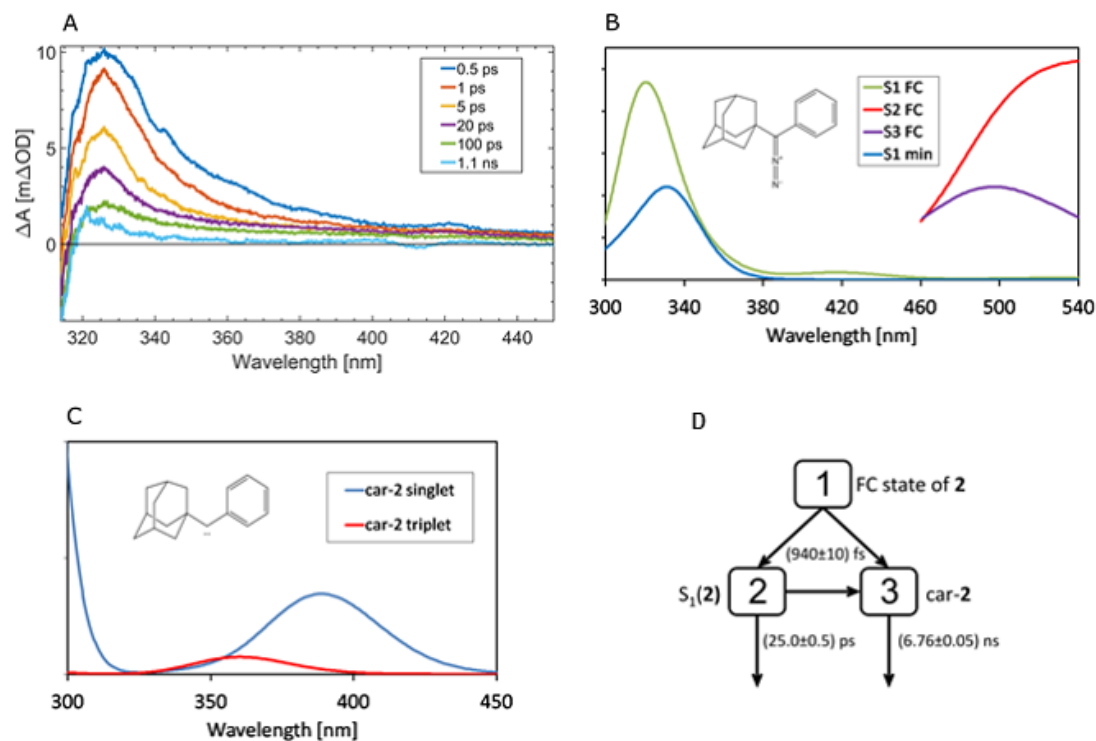
Eliminacijom N₂ nastaju singletni karbeni, koji su kod molekula **1** i **2** eksperimentalno identificirani uz pomoć femtosekundne tranzijentne apsorpcije. Reaktivnost nastalih karbena razlikuje se s obzirom na substituent koji se nalazi u centru karbena. Iz singletnog **car-1** u nepolarnim otapalima dominantno nastaje tripletni karben kroz međusistemska križanje (ISC).



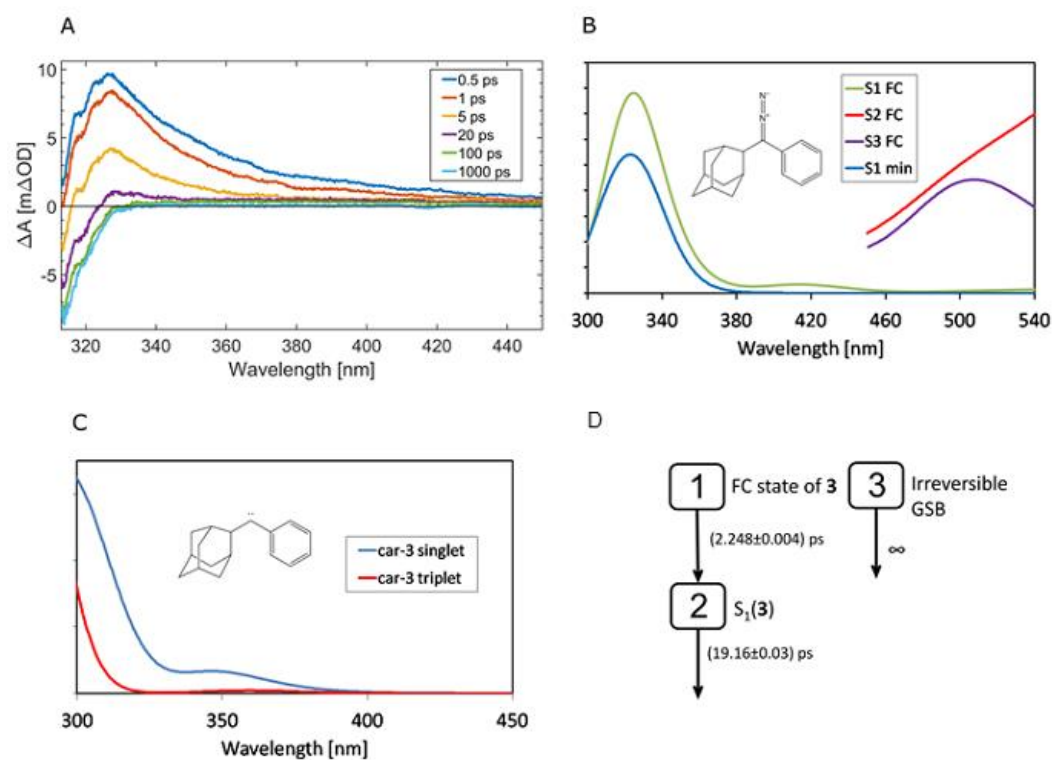
Slika 2. A) Tranzijentni apsorpcijski spektri molekule **1** pobuđene sa 267 nm u ranim vremenima nakon pobude. **B)** kasniji tranzijentni apsorpcijski spektri do vremenskog odmaka od 1.1 ns. **C)** i **D)** Apсорpcijski spektri pobuđenih stanja izračunati za **1** i **car-1**. "S₁ FC" i "S₂ FC" izračunati su u minimumu osnovnog stanja (S₀) dok je "S₁ min" izračunat u minimumu stanja S₁. Spektri su konvoluirani s Gausijanskim profilima (fwhm = 3000 cm⁻¹). **E)** Model reakcije korišten u target analizi za **1** koji je dao najbolje slaganje s eksperimentom.

U slučaju molekule **2** nije opažen ISC i stvaranje odgovarajućih tripletnih karbena **car-2**. Umjesto toga, singletni **car-2** ima dulje vrijeme života te dolazi do intermolekularne reakcije umetanja u C-H veze. Kod **car-3** postoji α C-H veza koja se nalazi uz karbensi centar, te stoga dolazi do brze intramolekularne reakcije C-H umetanja i nastajanja fotoproducta alkena zbog čega nije moguća detekcija tripletnih **car-3** u fs-TA mjerenjima. No naknadna izolacija fotoproducta ketona u otopini korištenoj za fs-TA mjerenja upućuje na činjenicu da je tijekom mjerenja došlo do stvaranja međuproducta tripletnih **car-3**. Kako bismo potvrdili interpretaciju eksperimentalnih rezultata, TA spektri iz S₁, S₂, i S₃ pobuđenih stanja molekula **1**, **2**, i **3** izračunati su uz pomoć vremenski ovisne teorije funkcionala gustoće (TD-CAM-B3LYP) dok je za izračun odgovarajućih apsorpcijskih spektara singletnih i tripletnih karbena korištena multikonfiguracijska perturbacijska

teorija (CASPT2). Modelirani i izmjereni TA spektri pokazuju dobru razinu slaganja čime izračuni dodatno potkrijepljuju početnu interpretaciju i pridruživanje tranzijentnih spektara ključnim kratkoživućim međuproduktima u fotoinduciranim reakcijama molekula **1**, **2**, i **3**.



Slika 3. A) Tranzijentni apsorpcijski spektri molekule **2** pobuđene sa 267 nm. **B)** i **C)** Apsorpcijski spektri pobuđenih stanja izračunati za **2** i **car-2**. "S₁ FC" i "S₂ FC" izračunati su u minimumu osnovnog stanja (S₀) dok je "S₁ min" izračunat u minimumu stanja S₁. Spektri su konvoluirani s Gausijanskim profilima (fwhm = 3000 cm⁻¹). **D)** Model reakcije korišten u target analizi za **2** koji je dao najbolje slaganje s eksperimentom.



Slika 4. A) Tranzijentni apsorpcijski spektri molekule **4** pobuđene sa 267 nm. **B)** i **C)** Apsorpcijski spektri pobuđenih stanja izračunati za **3** i **car-3**. " S_1 FC" i " S_2 FC" izračunati su u minimumu osnovnog stanja (S_0) dok je " S_1 min" izračunat u minimumu stanja S_1 . Spektri su konvoluirani s Gausijanskim profilima ($fwhm = 3000 \text{ cm}^{-1}$). **D)** Model reakcije korišten u target analizi za **3** koji je dao najbolje slaganje s eksperimentom.



Spontano pojavljivanje kvantne sprege između mnoštva atoma

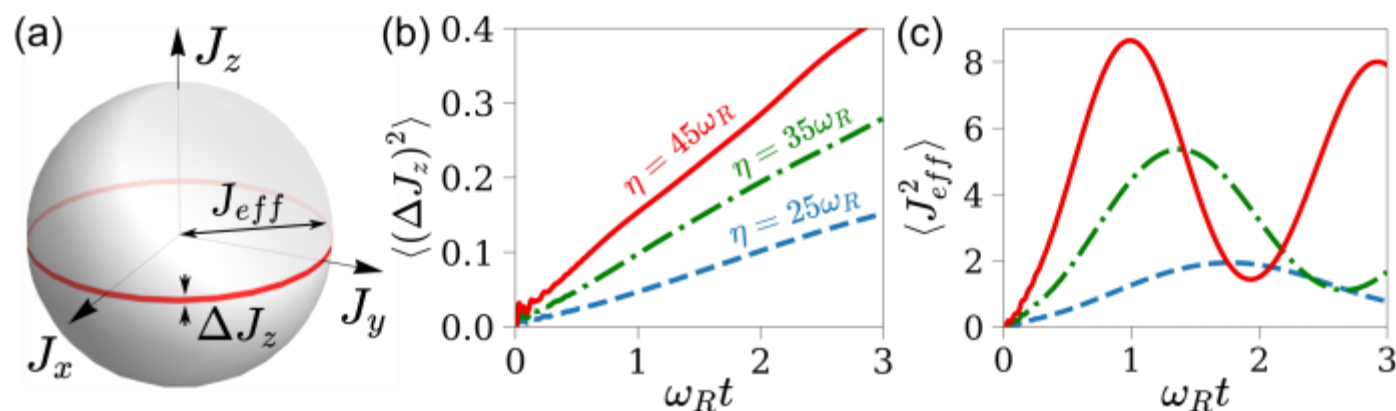
U nedavnom radu objavljenom u časopisu Physical Review Letters, naš kolega Ivor Krešić opisao je novu metodu generiranja kvantne sprege između ultrahladnih atoma, baziranu na samoorganizaciji u rezonatorima laserski pumpanim u stanje izvan termodinamičke ravnoteže. Osim što razotkriva dosad neistraženu vezu između samoorganizacije i kvantnih efekata, ovo otkriće također nudi i priliku za unaprjeđenje postojećih tehnika stvaranja koreliranih atomskih parova.

Generating Multiparticle Entangled States by Self-Organization of Driven Ultracold Atoms

Ivor Krešić, Gordon R. M. Robb, Gian-Luca Oppo, Thorsten Ackemann, Physical Review Letters **131**, 163602 (2023).

DOI: [10.1103/PhysRevLett.131.163602](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.131.163602)

Samoorganizacija ultrahladnih atoma u optičkim rezonatorima često se koristi za kvantne simulacije pojava iz fizike sustava mnoštva čestica, kao što su Dickeov fazni prijelaz ili supersolidnost. Eksperimentalni rezultati u tom području se obično mogu teorijski objasniti u aproksimaciji srednjeg polja, pri čemu su kvantne korelacije između atomskih stupnjeva slobode zanemarene. U ovom radu je korištenjem punog kvantnog opisa teorijski pokazano kako je, u konfiguracijama u kojima fiziku samoorganizacije opisuju Hamiltonijani koji posjeduju kontinuiranu translacijsku simetriju, moguća spontana generacija kvantne sprege u stanjima količine gibanja. Proučena su dva teorijska modela, jedan baziran na svjetlošću posredovanim međudjelovanjem atoma u rezonatoru, te drugi baziran na direktnim sudarima između atoma u oscilirajućem magnetskom polju. Numerički izračuni pokazuju kako bi ova metoda potencijalno mogla biti vrlo učinkovita u generiranju kvantno spregnutih atoma čak i u tzv. lošim rezonatorima. Ovo otkriće otvara vrata za brojne uzbudljive primjene u kvantnoj metrologiji, simulacijama i računarstvu, ne samo korištenjem atomskih kondenzata, nego i drugih ansambala dipolnih čestica.



Slika 1. Generiranje kvantne sprege između dva moda atomske količine gibanja pomoću samoorganizacije. **(a)** „Spinska“ distribucija vjerojatnosti ovog kvantno spregnutog stanja prikazuje se na Blochovoj sferi kao tanka vrpca oko ekvatorijalne ravnine, gdje su operatori J_i dani u Schwingerovoj reprezentaciji. Jača kvantna sprega prisutna je u stanjima s većim radijusom J_{eff} te manjom širinom vrpce. Prilikom evolucije hladnih atoma u rezonatoru laserski pumpanom iznad kritičnog intenziteta, **(b)** širina vrpce raste sporije od **(c)** srednje vrijednosti radijusa, te je za određena trajanja pumpanja atomski sustav u vrlo kvantno spregnutom („Dicke-squeezed“) stanju.



Fizika čvrstog stanja

Kvantna tekućina virova u supravodičima na bazi željeza $\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x$ i $\text{FeSe}_{1-x}\text{Te}_x$ s elektronskim nematičnim uređenjem

U novom radu objavljenom u časopisu Nature Communications, naš kolega Matija Čulo je u suradnji sa znanstvenicima iz Engleske, Nizozemske i Japana, na temelju magnetotransportnih mjerenja u visokim magnetskim poljima pružio uvjerljive dokaze za postojanje egzotične i vrlo rijetke faze kvantne tekućine virova u supravodičima $\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x$ i $\text{FeSe}_{1-x}\text{Te}_x$ s elektronskim nematičnim uređenjem.

Expanded quantum vortex liquid regimes in the electron nematic superconductors $\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x$ i $\text{FeSe}_{1-x}\text{Te}_x$

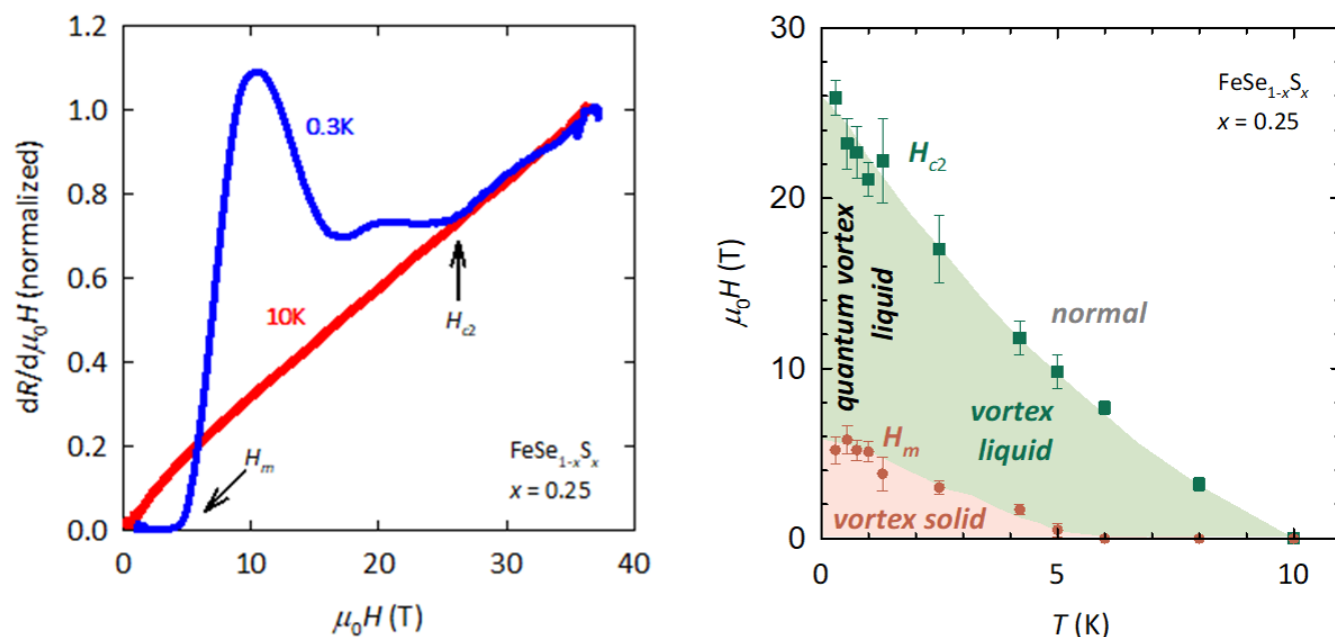
M. Čulo, S. Licciardello, K. Ishida, K. Mukasa, J. Ayres, J. Buhot, Y.-T. Hsu, S. Imajo, M. W. Qiu, M. Saito, Y. Uezono, T. Otsuka, T. Watanabe, K. Kindo, T. Shibauchi, S. Kasahara, Y. Matsuda, N. E. Hussey, Nature Communications **14**, 4150 (2023).

DOI: [10.1038/s41467-023-39730-9](https://doi.org/10.1038/s41467-023-39730-9)

Kvantna tekućina virova je egzotično stanje supravodiča tipa-II, kod kojeg je standardna Abrikosovljeva rešetka virova rastaljena čak i na ekstremno niskim temperaturama (T), uslijed jakih kvantnih fluktuacija supravodljivog parametra uređenja. Ovakvo stanje se teorijski veoma slabo razumije, a eksperimentalno je potvrđeno u svega nekoliko materijala. Jedno od ključnih pitanja je točan izvor tako jakih supravodljivih kvantnih fluktuacija i uloga koju u tome igraju obližnje ne-supravodljive faze.

U svom novom istraživanju, kolega Čulo u suradnji sa znanstvenicima iz Engleske, Nizozemske i Japana, daje uvjerljive dokaze o postojanju ovog rijetkog i egzotičnog stanja kvantne tekućine virova u supravodičima na bazi željeza $\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x$ i $\text{FeSe}_{1-x}\text{Te}_x$, koji su jedinstveni zbog nekonvencionalne supravodljivosti koja izvire iz čistog elektronskog nematičnog stanja. Prisutnost kvantne tekućine virova je pokazana na temelju dva kritična magnetska polja (H): tzv. polja taljenja H_m , iznad kojeg rešetka virova prelazi u tekućinu virova i gornjeg kritičnog polja H_{c2} , iznad kojeg tekućina virova prelazi u normalno (ne-supravodljivo) stanje. Kritična polja H_m i H_{c2} su određena mjerenjem električnog otpora (R) u visokim magnetskim poljima do 60 T i na vrlo niskim temperaturama do 0.3 K na način prikazan na slici 1a) za spoj $\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x$ s $x = 0.25$ na $T = 0.3$ K.

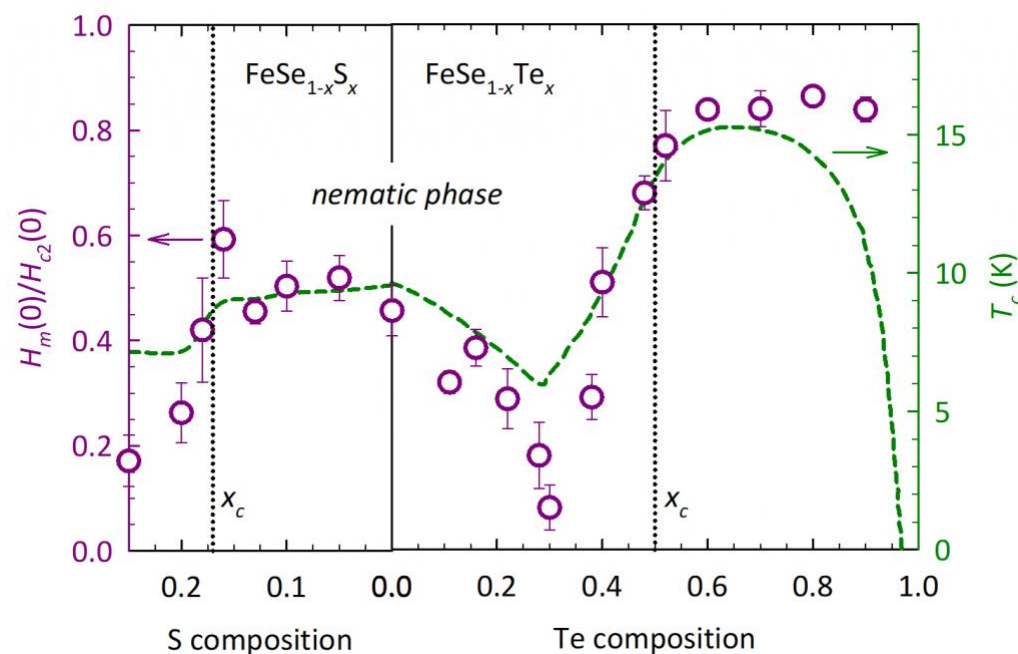
Ista procedura je provedena za sve temperature i za sve uzorke $\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x$ i $\text{FeSe}_{1-x}\text{Te}_x$, a na temelju tako određenih $H_m(T)$ i $H_{c2}(T)$ konstruirani su H - T fazni dijagrami u kojima se jasno razabiru: rešetka virova ispod linije $H_m(T)$, tekućina virova između $H_m(T)$ i $H_{c2}(T)$ i normalno (ne-supravodljivo) stanje iznad $H_{c2}(T)$. Primjer takvog H - T faznog dijagrama prikazan je na slici 1b) za spoj $\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x$ s $x = 0.25$. Kao što možemo vidjeti, postoji veliko razdvajanje između $H_m(T)$ i $H_{c2}(T)$ linija, što ukazuje na to da je rešetka virova rastaljena i pretvorena u tekućinu virova u značajnom dijelu faznog dijagrama, uslijed jakih termalnih fluktuacija supravodljivog parametra uređenja. Štoviše, veliko razdvajanje između $H_m(T)$ i $H_{c2}(T)$ ustraje čak i na $T \rightarrow 0$, gdje termalne fluktuacije postaju zanemarive tako da jedino kvantne fluktuacije mogu biti odgovorne za razaranje rešetke virova. Ovakvo ponašanje onda pruža uvjerljiv dokaz za postojanje kvantne tekućine virova u $\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x$ za $x = 0.25$.



Slika 1. a) Određivanje kritičnih polja H_m i H_{c2} na temelju mjerenja električnog otpora R u ovisnosti o H na primjeru $\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x$ za $x = 0.25$ i $T = 0.3$ K. Zbog praktičnih razloga prikazana je derivacija otpora $dR/d\mu_0H$ normalizirana na 38 T, gdje je μ_0 permeabilnost vakuuma. Teorijski, H_m predstavlja polje iznad kojeg je $R \neq 0$, što se u našem slučaju svodi na polje na kojem $dR/d\mu_0H$ naglo poraste iznad 0. H_{c2} je u teoriji polje iznad kojeg se uspostavlja normalno (ne-supravodljivo) stanje, što se u našem slučaju svodi na polje iznad kojeg se $dR/d\mu_0H$ krivulja u supravodljivom stanju (plava linija na 0.3 K) počinje preklapati s $dR/d\mu_0H$ krivuljom u normalnom stanju (crvena linija na 10 K). **b)** Rezultirajući H - T fazni dijagram za $\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x$ za $x = 0.25$ sa sljedećim fazama: normalno (ne-supravodljivo) stanje (normal), rešetka virova (vortex solid), tekućina virova (vortex liquid) i kvantna tekućina virova (quantum vortex liquid).

Slični H - T fazni dijagrami su dobiveni i za ostale uzorke $\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x$ i $\text{FeSe}_{1-x}\text{Te}_x$, pokazujući da je režim kvantne tekućine virova prisutan za sve S i Te kompozicije. Koliko je režim kvantne tekućine virova jak, može se odrediti iz omjera polja taljenja i gornjeg kritičnog polja $H_m(0)/H_{c2}(0)$ procjenjenog u granici $T \rightarrow 0$ u faznim dijagramima poput onog na slici 1b). Što je omjer $H_m(0)/H_{c2}(0)$ dalji od 1, to je režim kvantne tekućine virova jači. Ovisnost tako dobivenog omjera $H_m(0)/H_{c2}(0)$ o x prikazan je na slici 2 za obje familije $\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x$ i $\text{FeSe}_{1-x}\text{Te}_x$. Kao što vidimo, režim kvantne tekućine virova u $\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x$ je najjači izvan nematične faze za $x \approx 0.25$, a u $\text{FeSe}_{1-x}\text{Te}_x$ unutar nematične

faze za $x \approx 0.30$. Ovakvo ponašanje ukazuje na to da ne postoji jednostavna korelacija između supravodljivih kvantnih fluktuacija, tj. režima kvantne tekućine virova i obližnje (ne-supravodljive) nematične faze. S druge strane, kao što slika 2 jasno pokazuje, snažna korelacija postoji između režima kvantne tekućine virova i same supravodljive faze, jer tamo gdje je kvantna tekućina virova najjača, tamo je kritična temperatura supravodljivog prijelaza T_c najmanja. Tu treba naglasiti da ovo nipošto nije trivijalan zaključak, jer se ovako široki režim kvantne tekućine virova nikad ne uočava u konvencionalnim supravodičima koji imaju male vrijednosti T_c . Stoga bi ovi rezultati mogli postati ključ za razumijevanje ovog egzotičnog i vrlo rijetkog stanja u nekonvencionalnim supravodičima.



Slika 2. Evolucija režima kvantne tekućine virova sa S i Te kompozicijom x u $\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x$ i $\text{FeSe}_{1-x}\text{Te}_x$. Vertikalne točkaste linije s oznakom x_c predstavljaju granice nematične faze. Ljubičasti simboli predstavljaju jakost kvantne tekućine virova $H_m(0)/H_{c2}(0)$ (lijeva skala), a crtkana zelena linija predstavlja kritičnu temperaturu supravodljivog prijelaza T_c (desna skala). Korelacija između $H_m(0)/H_{c2}(0)$ i T_c je očita, pokazujući da je režim kvantne tekućine virova najizraženiji ondje gdje je sama supravodljivost najslabija.



Phonon Self-Energy Corrections: To Screen, or Not to Screen

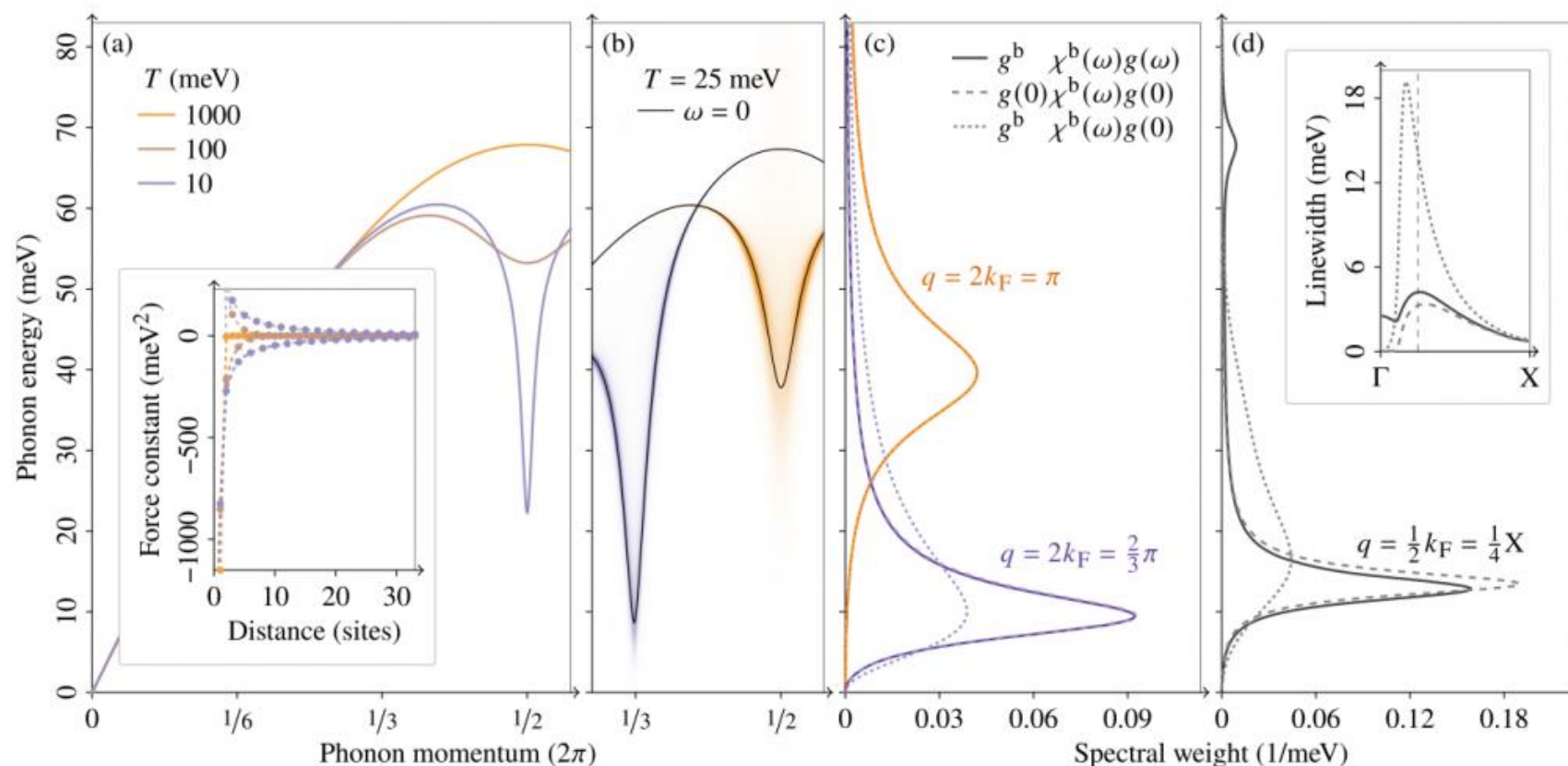
U radu objavljenom u časopisu Physical Review X, naša kolegica Nina Girotto doprinijela je istraživanju u sklopu međunarodne suradnje da se kvantificira usporedba kontroverznih pristupa računima vlastite energije fonona metodom svođenja problema na efektivni nisko-energetski sustav. Ovaj rad razrješava neslaganje u zajednici oko prigodne formulacije vlastite energije fonona u kontekstu izračuna iz prvih principa.

Phonon Self-Energy Corrections: To Screen, or Not to Screen

Jan Berges, Nina Girotto, Tim Wehling, Nicola Marzari, and Samuel Poncé, Phys. Rev. X **13**, 041009 (2023).

DOI: [10.1103/PhysRevX.13.041009](https://doi.org/10.1103/PhysRevX.13.041009)

Fononi su kolektivne vibracije atoma koje upravljaju mnogim fizikalnim fenomenima u rasponu od električnog i toplinskog kapaciteta do supravodljivosti i apsorpcije svjetla. Kod računanja fonona, važno je uzeti u obzir da interakcije između dvije čestice u materijalu nisu gole, već su zasjenjene drugim česticama. Utjecaj zasjenjenja na vibracije atoma, skriven je u vlastitoj energiji fonona. Međutim, izračun vlastite energije fonona predstavlja ogromni izazov te zahtijeva uvođenje aproksimacija. Najčešće korištena aproksimacija, često se kritizira radi dvostrukog brojanja efekata zasjenjenja. Ovaj rad pruža konkretne dokaze za rješenje dugogodišnje rasprave. Izračunima na realnim materijalima i modelima, pokazano je da upravo ta najčešće korištena aproksimacija može točnije opisati promjene u vlastitoj energiji fonona od njenih alternativa koje zadržavaju egzaktnu matematičku strukturu vlastite energije. Rezultati su postignuti razdvajanjem problema na nisko- i visoko-energetski dio, čime se prirodno definira gola i zasjenjena interakcija. Takvo razdvajanje problema, otvara vrata uzbudljivim mogućnostima rješavanja problema dinamike elektron-fonon vezanja gdje se gubi koncept nezavisnih čestica.



Slika 1. Rezultati za generalizirani (a)–(c) jednodimenzionalni Peierlsov i (d) trodimenzionalni Fröhlichov model. **(a)** Adijabatski zasjenjena fononska disperzija u aproksimaciji slučajnih faza (random phase approximation, RPA) s Kohnovom anomalijom za razne temperature elektrona na pola popunjenja. Umetak prikazuje odgovarajuće međuatomske konstante sile. **(b)** Fononska spektralna funkcija u RPA i adijabatska fononska disperzija s pola popunjenom vrpcom (narančasto) i vrpcom popunjenom do jedne trećine (ljubičasto). **(c)** Presjek spektralne funkcije kroz Kohnovu anomaliju u RPA (puna linija), u usporedbi s rezultatima izračuna s dva zasjenjena verteksa (crtkana linija) i s jednim zasjenjenim i jednim golim verteksom (točkasta linija). **(d)** Ekvivalentna slika za Fröhlichov model. Umetak prikazuje širinu linije kao funkciju valnog vektora q . Pristup koji koristi dva zasjenjena verteksa ostaje bliži RPA rezultatu.



Fizika površina

Primjena nano-FTIR spektroskopije u proučavanju polimerizacije aromatskih nitrozo derivata na površini Au(111)

Naši kolege Iva Šrut Rakić i Marko Kralj, u suradnji s prof. Biljan i njezinom grupom s Kemijskog odsjeka PMF-a, proučavali su polimerizaciju nitrozo molekula na zlatu. Značaj ovog rada je u prvoj uspješnoj upotrebi našeg novog mikroskopa bliskog polja za identifikaciju različitih molekularnih skupina na nanoskali.

Polymerization of aromatic dinitroso derivatives initiated by nitroso-terminated monolayer on Au(111) surface: Insights from ellipsometry, AFM and nano-FTIR spectroscopy

Laura Nuić, Barbara Panić, Lovorka-Kristina Pereković, Iva Šrut Rakić, Marko Kralj, Ana Mihanović, Hrvoj Vančik, Ivana Biljan, *Polymer* **271**, 125795 (2023).

DOI: [10.1016/j.polymer.2023.125795](https://doi.org/10.1016/j.polymer.2023.125795)

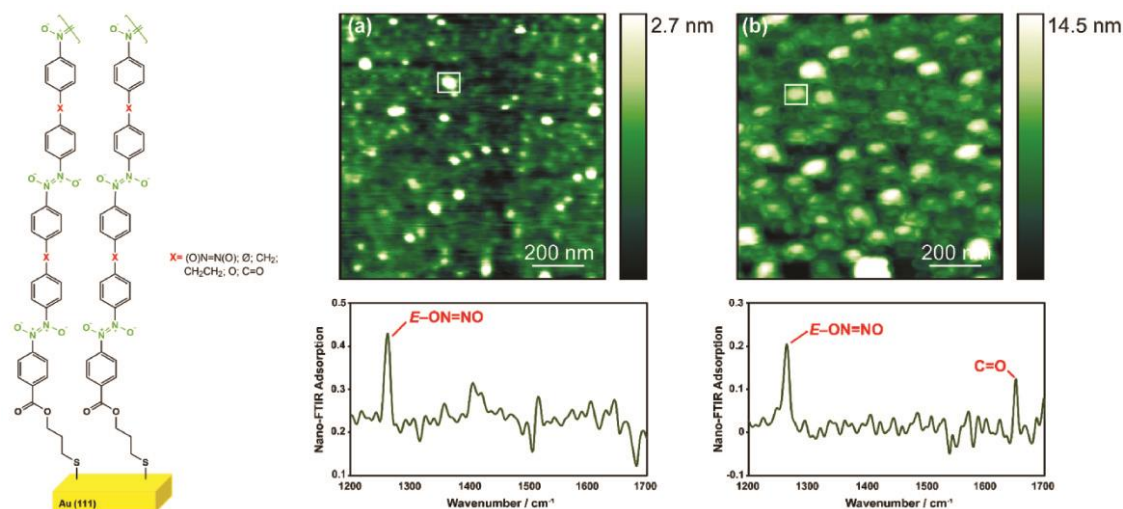
Kroz dugogodišnju suradnju s [prof. Ivanom Biljan](#) s Kemijskog odsjeka PMF-a, članovi SIMAT grupe istražuju samosastavljanje aromatskih C-nitrozobenzena molekula na Au(111), a posebno njihovu dimerizaciju i stvaranje dvosloja s naglaskom na otkrivanje i razrješavanje strukture takvih slojeva do molekularne razine. U najnovijim eksperimentima proučavano je stvaranje tankih filmova azodioksi polimera, gdje je po prvi put primijenjena infracrvena (nano-FTIR) spektroskopija na nanoskali. To je zahvaljujući nedavno instaliranom mikroskopu bliskog polja na Institutu za fiziku, [IR-neaSCOPE+fs](#) (slika 1) koji je proizvod tvrtke Attocube Systems AG i koji ima nano-FTIR funkcionalnost zahvaljujući ugrađenom širokopojasnom ultrabrzom IR laserskom izvoru. Mikroskop je dio strateškog infrastrukturnog projekta Instituta [CALT](#). Nano-FTIR tehnika idealan je alat za širok raspon interdisciplinarnih istraživanja uključujući organske (pojedinačne molekule, polimeri, organski poluvodiči, biomaterijali) i anorganske materijale (oksidi, minerali, poluvodiči, 2D materijali), te razne primjene kao što su plazmonika, ekscitonika, ili pak baterije. Ovaj rad kombinira nano-FTIR karakterizaciju s elipsometrijom i mikroskopijom atomske sile (AFM).

Elipsometrijska mjerenja otkrila su povećanje debljine filma nakon što su inicijalno formirane nitrozo skupine u obliku površinskog jednoslojnog sloja bile podvrgnute interakcijama s različitim drugim aromatskim dinitrozo derivatima u otopini, što ukazuje na stvaranje azodioksi oligomernih filmova. Utvrđeno je da duža vremena adsorpcije dovode do većih debljina formiranih površinskih filmova, što ukazuje na veću tendenciju stvaranja azodioksi oligomera. U skladu s tim nalazom, AFM topografija snimljena nakon izlaganja Au(111) podloge površinski modificirane mononitrozo derivatom različitim aromatskim dinitrozo spojevima, otkrile su prisutnost velikog broja otoka čija se gustoća povećava s dužim vremenom adsorpcije. Konačno, nano-FTIR spektroskopija omogućila je kemijsku identifikaciju tih filmova na nanoskali. Karakteristične vrpce pripisane E-azodioksi skupinama detektirane su u nano-FTIR spektrima, što snažno podupire zaključak da otoci na AFM slikama predstavljaju azodioksi oligomere, čija je formacija pokrenuta interakcijama nitrozo skupina na jednoslojnom međusklopu s dinitrozo derivatima u otopini. Rezultati dobiveni u sklopu ovog istraživanja, motiviraju na daljnje proučavanje električnih

svojstava takvih aromatskih dinitrozo derivata koji su ovdje korišteni za konstrukciju filmova azodioksi oligomera, npr. izvođenjem mjerenja vodljivosti okomito kroz adsorbirane oligomernice lance skenirajućom tunelirajućom spektroskopijom, kako bi se pokazalo jesu li ti sustavi potencijalni organski poluvodiči.



Slika 1. Fotografija mikroskopa bliskog polja na Institutu za fiziku snimljena nakon instalacije i obuke korisnika.



Slika 2. Lijevo shema prikazuje moguće stvaranje azodioksi polimernih filmova na površini Au(111) korištenjem polimerizacijskih svojstava aromatskih dinitrozo spojeva. Desni dio prikazuje $1 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$ AFM topografske slike i nano-FTIR spektre filmova pripremljenih uranjanjem Au(111) supstrata modificiranog otopinama koje sadrže različite aromatske dinitrozo spojeve odmah nakon vremena izlaganja od 72 sata.



Ambijentalna stabilnost grafen-borofen heterostruktura

U novom radu objavljenom u časopisu *Advanced Electronic Materials*, naš kolega Marin Petrović je u suradnji sa znanstvenicima sa sinkrotrona Elettra, Sveučilišta u Trstu i Sveučilišta u Veneciji demonstrirao novi način sinteze slojevitih grafen-borofen heterostruktura koje pokazuju iznimnu kemijsku i mehaničku stabilnost u ambijentalnim uvjetima.

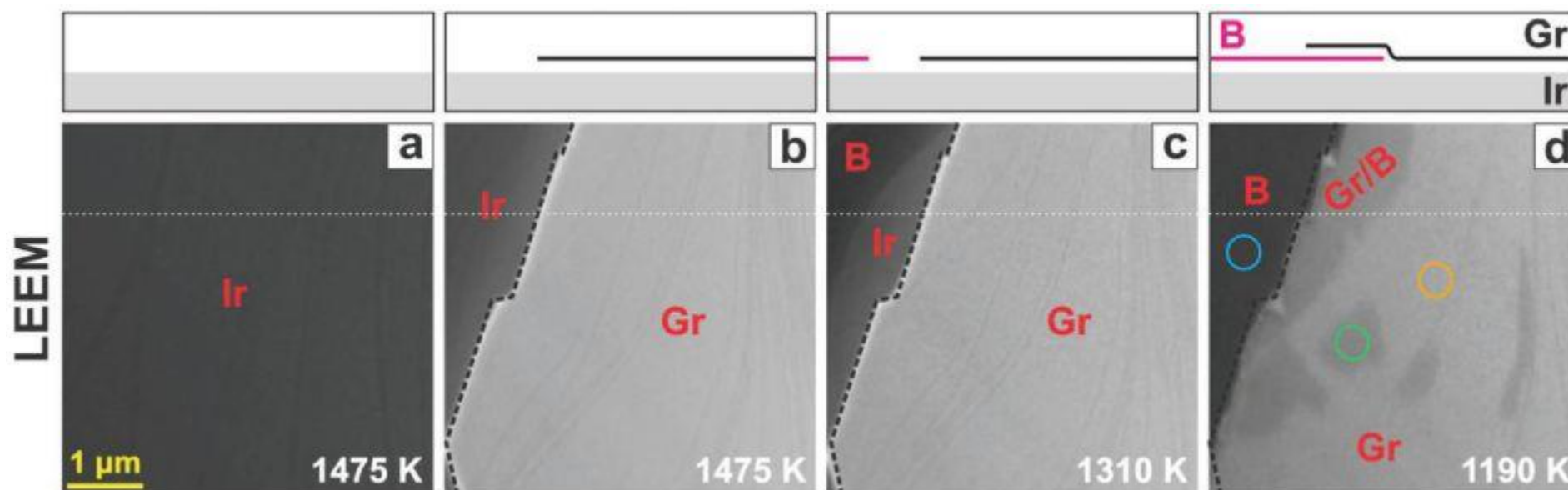
Coupling Borophene to Graphene in Air-Stable Heterostructures

Matteo Jugovac, Iulia Cojocariu, Carlo Alberto Brondin, Alessandro Crotti, Marin Petrović, Stefano Bonetti, Andrea Locatelli, Tevfik Onur Montes, *Advanced Electronic Materials* **9**, 2300136 (2023).

DOI: [10.1002/aelm.202300136](https://doi.org/10.1002/aelm.202300136)

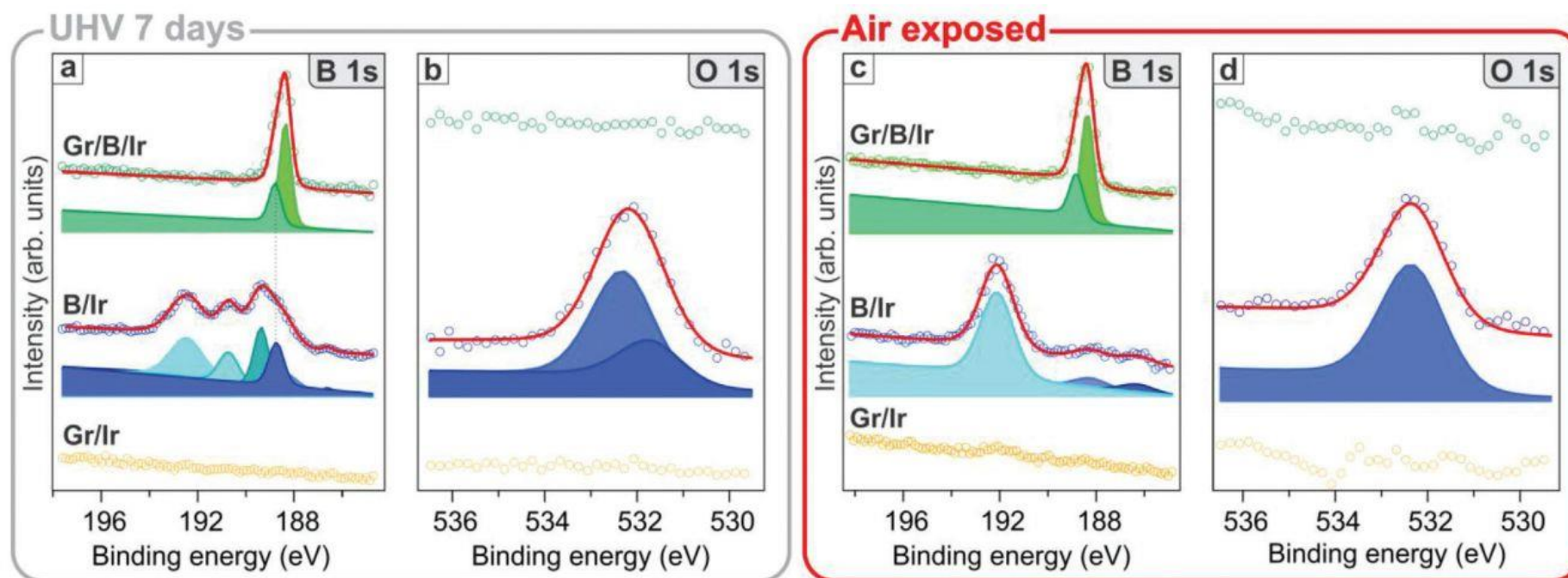
Relativno novi član obitelji dvodimenzionalnih materijala i bliski rođak grafena – borofen – je zanimljiv materijal koji se sastoji samo od atoma bora i ne postoji u prirodi, međutim može se sintetizirati u laboratoriju. Karakteriziraju ga debljina od samo jednog atoma te dobra mehanička, termalna i elektronska svojstva, što ga čini zanimljivim za različite nanotehnološke primjene. Međutim, jedan od glavnih nedostataka borofena je izražena kemijska reaktivnost koja ograničava njegovu stabilnost izvan laboratorijskih uvjeta a samim time i integraciju u kompleksnije sisteme i uređaje.

U ovoj najnovijoj studiji, kolega Petrović u suradnji s znanstvenicima sa sinkrotrona Elettra i sa sveučilišta u Trstu i Veneciji predstavlja novu metodu sinteze heterostruktura u kojima je borofen dobiven na metalnoj podlozi (na monokristalu iridija) pri čemu je također prekriven jednim slojem grafena. Cijeli postupak sinteze se odvio in situ u uvjetima ultra-visokog vakuuma, gdje se pratio pomoću nisko-energetskog elektronskog mikroskopa (low-energy electron microscope, *LEEM*) (vidi Sliku 1). Osnovni princip sinteze je visoko-temperaturni rast grafena na iridiju koji u sebi već sadrži značajnu količinu otopljenog bora. Prilikom hlađenja uzorka, otopljeni bor segregira na površinu iridija gdje se samosastavlja u borofen, odnosno dolazi do stvaranja borofena između grafena i Ir substrata. Efektivno, nastaje vertikalna heterostruktura grafen-borofen.



Slika 1. Niz LEEM slika koje prikazuju nastajanje grafen-borofen heterostruktura. Naznačena su različita područja na površini uzorka: Ir – gola iridijeva površina, Gr – grafen na iridiju, B – borofen na iridiju, Gr/B – heterostruktura grafen-borofen na iridiju. Gornji red shematski prikazuje presjek uzorka duž crtkanih linija u panelima (a)-(d).

Područja uzorka na kojima borofen nije prekriven grafenom pokazuju značajnu kemijsku reaktivnost čak i u ultra-visokom vakuumu ($\sim 10^{-10}$ mbar), kao što se može iščitati iz promjena u B 1s i O 2s signalima dobivenim iz fotoemisijске spektroskopije (x-ray photoemission spectroscopy, XPS) (vidi Sliku 2a, plave krivulje). Drugim riječima, borofen biva onečišćen adsorpcijom različitih rezidualnih molekula iz vakuuma čime se značajno mijenjaju njegova dobra intrinzična svojstva. Međutim, na područjima uzorka na kojima postoji grafen-borofen heterostruktura, odnosno na kojima je borofen zaštićen slojem grafena, pronađen je čisti borofen s očuvanim intrinzičnim svojstvima (vidi Sliku 2, zelene krivulje). Štoviše, ta su svojstva očuvana i nakon izlaganja heterostrukture zraku, čime je potvrđena iznimna stabilnost i robustnost grafen-borofen heterostruktura. Ovakva ambijentalna stabilnost borofena otvara nova vrata u znanstvenim istraživanjima borofena kao i u njegovim tehnološkim primjenama.



Slika 2. XPS spektri (B 1s i O 2s) različitih područja uzorka nakon sedam dana stajanja u ultra-visokom vakuumu [paneli (a) i (b)] te nakon izlaganja zraku [paneli (c) i (d)]. Kemijska stabilnost grafen-borofen heterostrukture (zelene krivulje) se iščitava iz izostanka novih vrhova u B 1s spektrima kao i u nedostatku O 2s vrhova.



Klackalica u svijetu 2D materijala

Korištenjem samo jedne kemikalije (prekursora) i iste metalne podloge, moguće je sintetizirati dva veoma različita 2D materijala – heksagonalni borov nitrid ili borofen – finim podešavanjem parametara sinteze. Pozadinski mehanizam „klackalice“ koji to omogućava je objašnjen u novom radu kolege Petrovića i suradnika sa Sveučilišta Duisburg-Essen.

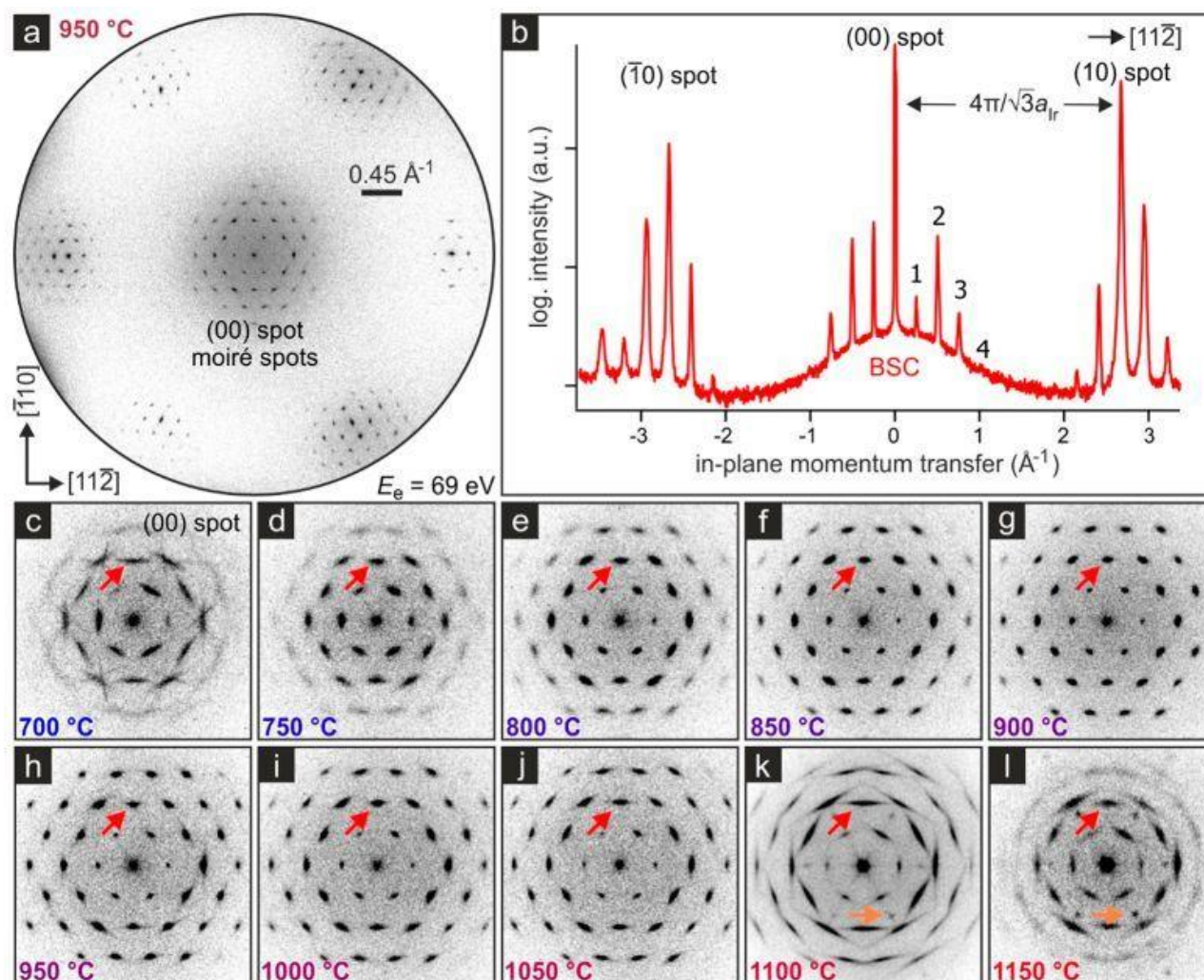
Interplay of Kinetic Limitations and Disintegration: Selective Growth of Hexagonal Boron Nitride and Borophene Monolayers on Metal Substrates

Karim M. Omambac, Marko A. Kriegel, Marin Petrović, Birk Finke, Christian Brand, Frank J. Meyer zu Heringdorf, and Michael Horn-von Hoegen, ACS Nano **17**, 17946 (2023).

DOI: [10.1021/acsnano.3c04038](https://doi.org/10.1021/acsnano.3c04038)

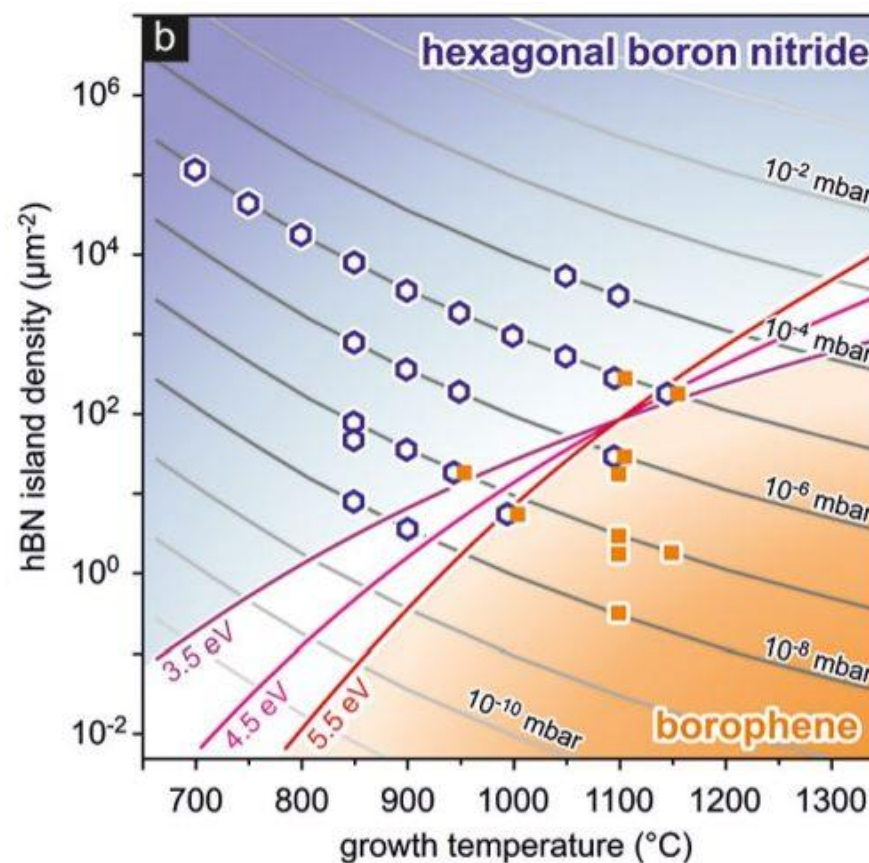
Detaljno razumijevanje sinteze materijala je ključno za povećanje efikasnosti samog procesa sinteze (npr. smanjivanjem troškova, skraćivanjem vremena trajanja) ali i za podizanje kvalitete materijala koji se sintetizira. Ovo također vrijedi za 2D materijale, čija sinteza često zahtijeva sofisticiranu laboratorijsku opremu i potencijalno opasne kemikalije te kao takva još uvijek ostavlja puno mjesta za optimizaciju.

U članku objavljenom u časopisu ACS Nano, naš znanstvenik Marin Petrović sa suradnicima iz sveučilišta Duisburg-Essen razotkriva nove detalje sinteze dva međusobno jako različita 2D materijala – heksagonalnog borovog nitrida (hBN-a) i borofena. Pokazano je da se oni mogu selektivno realizirati u jednom te istom eksperimentalnom postavu uz fino podešavanje parametara sinteze. Mijenjanjem temperature podloge (monokristal iridija) i/ili tlaka prekursora (borazin, $B_3H_6N_3$) utječe se na više procesa koji su relevantni za epitaksijalni rast materijala: difuziju atoma po površini, nukleaciju materijala, dekompoziciju prekursora i otapanje atoma u podlozi. Međuigra svih ovih procesa se može gledati kao mehanizam „klackalice“ koji određuje koji materijal će se u konačnici formirati i koja će biti njegova strukturna kvaliteta. Slika 1 prikazuje podatke elektronske difrakcije (SPA-LEED) snimljene za niz različitih temperatura sinteze, iz kojih se može iščitati evolucija iz hBN-a prema borofenu, kao i postizanje optimalne kvalitete hBN-a kod sinteze na 950°C.



Slika 1. SPA-LEED podatci sinteze hBN-a i borofena na Ir(111). **(a)** Difrakcijska slika dobivena nakon sinteze na 950°C, kada se dobiva hBN najbolje kvalitete. **(b)** Horizontalni profil kroz sliku iz (a). **(c-l)** Evolucija središnjeg dijela difrakcijske slike u ovisnosti o temperaturi sinteze, iz koje se može vidjeti pojava borofena na temperaturama višim od 1050°C (indicirano narančastim strelicama)

Na analogan način, postepenim promjenama tlaka borazina tokom sinteze, može se pratiti promjena preferencije rasta hBN-a ili borofena na površini iridija. U konačnici, sistematskim prebrisavanjem parametarskog (T,p) prostora i analitičkim modeliranjem procesa rasta pomoću Venablesove teorije nukleacije, dobiven je fazni dijagram za rast hBN-a odnosno borofena na iridijevoj površini, vidi Sliku 2.



Slika 2. T-p fazni dijagram za natjecateljski rast hBN-a (ljubičasto područje) i borofena (narančasto područje) na Ir(111). Izobare su naznačene sivim linijama, crvene linije označavaju granicu rasta hBN-a i borofena za tri vrijednosti energije karakteristične za procese (aktivacija nukleacije, difuzija, dekompozicija prekursora) koji se odvijaju na površini uzorka.



Komplementarni perturbativni i neperturbativni prikazi plazmonski inducirane elektronske emisije iz ravnih metalnih površina

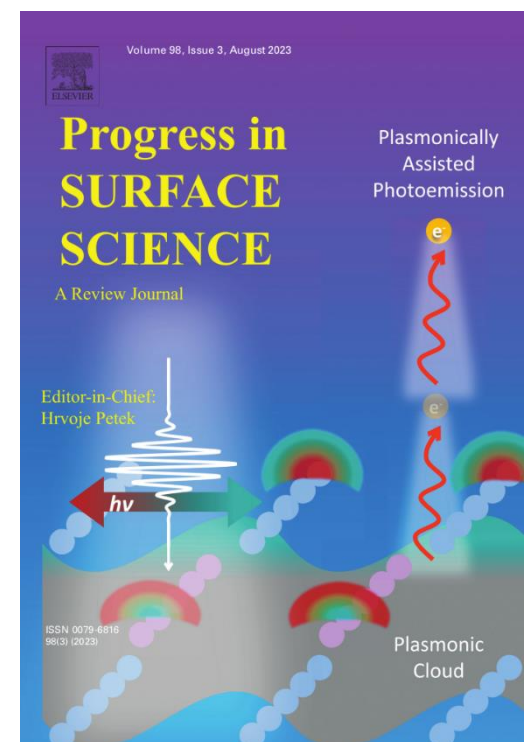
Naši kolege Branko Gumhalter i Dino Novko objavili su u posebnom svesku revijalnog časopisa *Progress in Surface Science* monografiju u kojoj se u okviru tematike *Interplay of electron-photon and electron-plasmon interactions at surfaces: Photonics and plasmonics in juxtaposition* obrađuju komplementarni perturbativni i neperturbativni prikazi plazmonski inducirane elektronske emisije iz ravnih metalnih površina.

Complementary perturbative and nonperturbative pictures of plasmonically induced electron emission from flat metal surfaces

Branko Gumhalter, Dino Novko, *Progress in Surface Science* **98**, 100706 (2023).

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.progsurf.2023.100706>

Mnogi aspekti kvantnih nanotehnologija povezani su s fenomenima koji su predmet istraživanja fotonike i plazmonike. U osnovi ovih pojava su elektron-foton i elektron-plazmon interakcije u nanostrukturiranim sustavima. Svaki je fenomen zanimljiv i važan sam po sebi, ali od posebnog je značaja njihovo međusobno djelovanje jer otvara nove kanale kontroliranih i istraživih interakcija na nanoskali na međupovršinama metal-metal, metal-vakuum i metal-molekula. Izneseni su rezultati istraživanja usmjerenog na otkrivanje, razdvajanje, identifikaciju i karakterizaciju komponenti ove međuigre u najjednostavnijem dostupnom sustavu modela za ovu svrhu, tj. ravnoj metalnoj površini koja podržava površinski lokalizirane elektroničke vrpce. Rad je usredotočen na interpretaciju eksperimenata višefotonske emisije visoke rezolucije na (111), (110) i (100) atomski definiranim površinama monokristala srebra. Njihove elektroničke strukture pružaju raznovrsna okruženja za interakcije fotona, plazmona i elektrona, koje se razotkrivaju detekcijama pojedinačnih elektrona emitiranih nelinearnom dvofotonskom apsorpcijom visoke rezolucije u energiji, impulsu i vremenu. Osim standardnog fotoemisijskog signala, koji se skalira s energijama apsorbiranih fotona kako je propisano generaliziranom Einsteinovom relacijom, eksperimenti su također otkrili fenomen plazmoemisije, tj. emisija elektrona čija energija odstupa od Einsteinove relacije i skalira se isključivo sa višestrukim plazmonskim energijama. Generalizirajući teoriju višefotonske fotoemisije na plazmoemisiju, uspješno su opisani opaženi ne-Einsteinovski plazmoemisijski doprinosi čime je uspostavljen jedinstveni okvir za tumačenje dvaju blisko povezanih fotonskih i plazmoničkih fenomena.





Posljedice foto-pobuđenih elektronskih stupnjeva slobode na fononsku dinamiku grafena

Nina Girotto i Dino Novko objavili su rad u časopisu The Journal of Physical Chemistry Letters, gdje teorijski istražuju intrigantne posljedice foto-pobuđenih elektronskih stupnjeva slobode na fononsku dinamiku grafena.

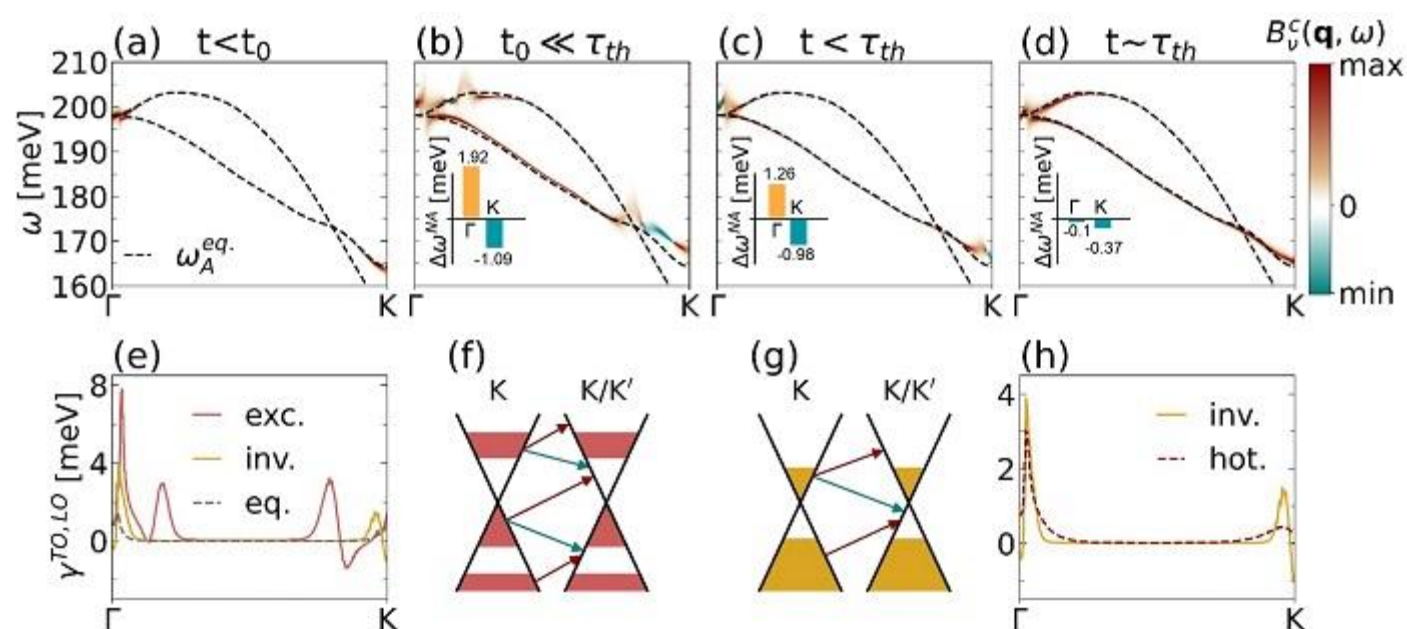
Dynamical Phonons Following Electron Relaxation Stages in Photoexcited Graphene

Nina Girotto, Dino Novko, The Journal of Physical Chemistry Letters **14**, 8709–8716 (2023).

DOI: [10.1021/acs.jpcllett.3c01905](https://doi.org/10.1021/acs.jpcllett.3c01905)

Ultrabrza optička pobuda je moćan alat za kontrolu i stvaranje novih stanja materije, što čini posljedice optički induciranih pobuđenja na sustav elektron-rešetka vrlo bitnim za razumijevanje. Za razliku od već dobro proučene dinamike ultrabrzih elektrona, dinamika fonona (vibracija rešetke) u neravnotežnim stanjima je manje istražena i često zanemarena, ali je s druge strane ključna za kontrolu svojstava materijala kao što su strukturni fazni prijelazi i supravodljivost.

Naše istraživanje se zbog toga fokusira upravo na dinamiku fonona u optički pobuđenom grafenu. Uz pomoć ograničene perturbativne teorije funkcionala gustoće (constrained Density Functional Perturbation Theory – cDFPT) i izračuna vlastite energije fonona, dobili smo spektralni opis fonona u grafenu tijekom različitih faza relaksacije elektrona. Otkrili smo uzrok povećanja fononskih frekvencija uočenog u ultrabrzim eksperimentima i identificirali smo kanale za generaciju fonona, što pomaže u razumijevanju procesa stvaranja fonona u koherentnoj fononskoj spektroskopiji. Ova otkrića i teorijski alati mogli bi se primijeniti na širi raspon materijala gdje je važno elektron-fonon vezanje.



Slika 1. Dinamičke spektralne funkcije fonona u različitim fazama relaksacije elektrona u usporedbi s adijabatskim ravnotežnim (DFPT) rezultatom (siva crtkana linija), npr., za: **(a)** Ravnotežni režim, **(b)** Snažnu neravnožnu distribuciju ostvarenu odmah nakon laserskog pobuđenja, **(c)** Inverziju populacije, **(d)** Vruću distribuciju elektrona. Najveće renormalizacije događaju se u blizini dvaju snažno vezanih fononskih modova (E_{2g} i A'_1). Doprinos negativne širine linije spektralnoj funkciji je pokazan u plavo-zelenoj boji. Histogrami u umecima slika (b)-(d) pokazuju iznos neadijabatskih korekcija modova E_{2g} i A'_1 . **(e)** Širina linije na $\Gamma - K$ putanji LO/TO optičkih modova, radi elektron-fonon vezanja. **(f-g)** Elektronski prijelazi koji doprinose vlastitoj energiji fonona unutar istog ($K \rightarrow K$) i između dva Dirakova konusa ($K' \rightarrow K$). Strelice u boji otkrivaju pozitivne (smeđa) i negativne (plavo-zelena) doprinose širini linije. **(h)** Isto kao (e) ali za foto-invertiranu (žuto) i za vruću raspodjelu elektrona (tamno crvena).



2D sloj bora kao nanoskopska difrakcijska rešetka

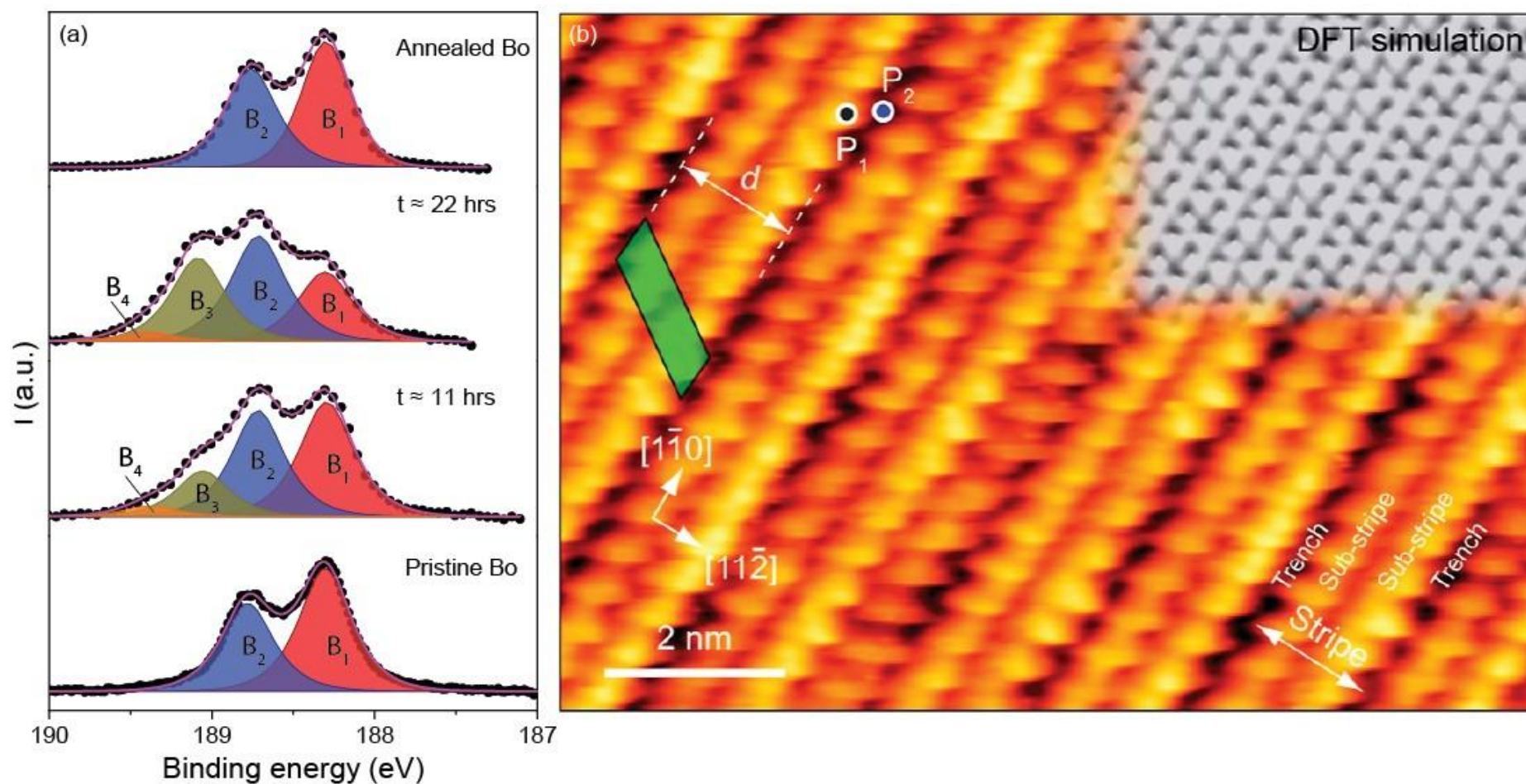
Opsežno istraživanje 2D oblika bora – tj. borofena – na površini iridija objavljeno je u novom radu naših kolega iz SIMAT grupe s asistentom Sherifom Kamalom kao glavnim autorom. Studija, objavljena u časopisu ACS Applied Materials & Interfaces, naglašava nanomodulirana svojstva epitaksijalnog borofena koji se ponaša poput elektronske difrakcijske rešetke.

Unidirectional Nano-modulated Binding and Electron Scattering in Epitaxial Borophene

Sherif Kamal, Insung Seo, Pantelis Bampoulis, Matteo Jugovac, Carlo Alberto Brondin, Tefvik Onur Menteş, Iva Šarić Janković, Andrey V. Matetskiy, Paolo Moras, Polina M. Sheverdyeva, Thomas Michely, Andrea Locatelli, Yoshihiro Gohda, Marko Kralj, and Marin Petrović, ACS Appl. Mater. Interfaces **15**, 57890–57900 (2023).

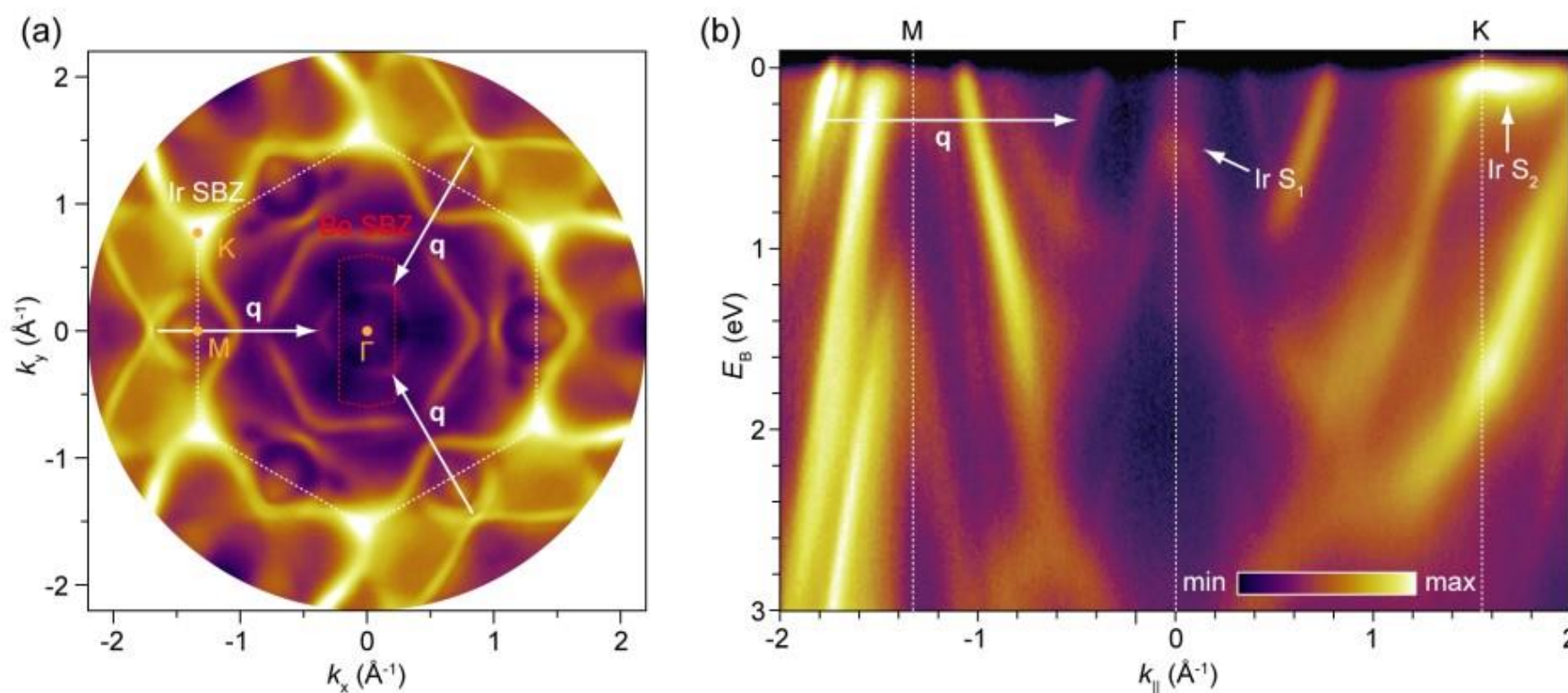
DOI: [10.1021/acsami.3c14884](https://doi.org/10.1021/acsami.3c14884)

U svom najnovijem radu Sherif Kamal, Marko Kralj i Marin Petrović s Instituta za fiziku, zajedno s međunarodnim suradnicima (Tokyo Institute of Technology, Sveučilište Twente, Elettra sinkrotron, Sveučilište u Rijeci, Sveučilište u Kölnu), izvještavaju o kombiniranoj eksperimentalnoj i teorijskoj studiji strukturnih i elektronskih svojstava jednosloja atoma bora – tj. borofena – na Ir(111). Istraživanje otkriva značajnu nanoskopsku i jednodimenzionalnu modulaciju u borofenskom sloju zbog neuniformne interakcije između B i Ir atoma, kao što je otkriveno rendgenskom fotoelektronskom spektroskopijom (XPS) i mjerenjima pretražnim mikroskopom s tuneliranjem (STM) (vidi Sliku 1). Ova modulacija dovodi do prugaste strukture u borofenu, koja funkcionira kao nano-rešetka za difrakciju elektrona. Raspršenje elektrona inducirano ovom rešetkom rezultira stvaranjem repliciranih elektronskih vrpca detektiranih u fotoemisijским spektrima borofen/Ir(111) sistema blizu Fermijeve površine (vidi Sliku 2). Atomska-tanka rešetka bora, iako je kemijski (re)aktivna i podložna modifikacijama na atomskoj razini, može se lako obnoviti odnosno očistiti kroz ciklus otapanja i segregacije bora, tijekom kojeg se atomi bora ponovno samosastavljaju u svježju borofensku mrežu na površini Ir(111) substrata.



Slika 1. XPS i STM podaci dobiveni nakon sinteze borofena na Ir(111). **(a)** B 1s spektri borofen/Ir uzorka snimljeni neposredno nakon sinteze borofena (dno), 11 i 22 sata nakon sinteze (sredina) i nakon zagrijavanja na 1100°C (gore). Naznačene su različite komponente B 1s nivoa ($B_{1..4}$). B_1 i B_2 komponente su potpisi varijabilne B-Ir interakcije. **(b)** STM topografija visoke rezolucije, koja otkriva prugastu strukturu borofenskog sloja, gdje d označava širinu jedne pruge. Zeleni paralelogram označava jediničnu ćeliju borofena. Gornji desni kut: teorijom funkcionala gustoće (DFT)-simulirana STM slika slobodnostojećeg borofena.

Rezultati naglašavaju mogućnost raspršenja elektrona pomoću 2D materijala i potiču daljnja istraživanja različitih polimorfa borofena kod kojih se mogu naći različiti fenomeni vezani uz superperiodičnost. Osim toga, studija pruža detaljan uvid u elektronsku strukturu epitaksijalnog borofena, što je ključno za unaprjeđenje aplikacija temeljenih na borofenu. Rad demonstrira jednostavnu metodu za izradu nanoskopskog sustava visokog stupnja uređenosti, sugerirajući njegovu potencijalnu upotrebu kao predloška za daljnju funkcionalizaciju i za implementaciju u složenije heterostrukture temeljene na 2D materijalima.



Slika 2. Podaci kutno razlučive fotoemisijske spektroskopije (ARPES) epitaksijalnog borofena na Ir(111). **(a)** Fermijeva površina, s označenom površinskom Brillouinovom zonom Ir(111) (bijeli pravilni šesterokut) i borofena (crveni izduženi šesterokut). Strelice ukazuju na replicirane vrpce inducirane borofenom i označavaju valne vektore replikacije q . **(b)** Mapa duž smjera M- Γ -K s naznačenim valnim vektorom replikacije q i površinskim stanjima iridija ($Ir S_1$ i $Ir S_2$).

Optička fizika

Objedinjavanje brzog računa za računalom generirane holograme i tiska za nove i postojeće tehnike proizvodnje

Naši su kolege A. L. Brkić, M. Rakić i H. Skenderović skupa s V. Cviljušcem s Grafičkog fakulteta objavili članak koji se bavi novom metodom računalom generiranog holograma (CGH), njihovog tiskanja na foliju, i upisivanjem holograma pomoću femtosekundnog lasera u staklo. Rad je odabran od strane urednika kao Editor's Pick u časopisu Applied Optics.

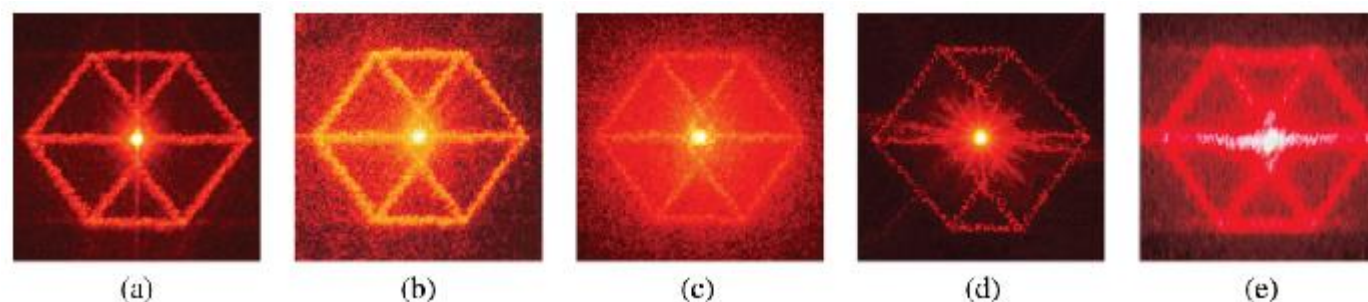
Unifying fast computer-generated hologram calculation and prepress for new and existing production techniques

Antun Lovro Brkić, Vladimir Cviljušac, Hrvoje Skenderović, Mario Rakić, Applied optics **62**, D119-D124 (2023).

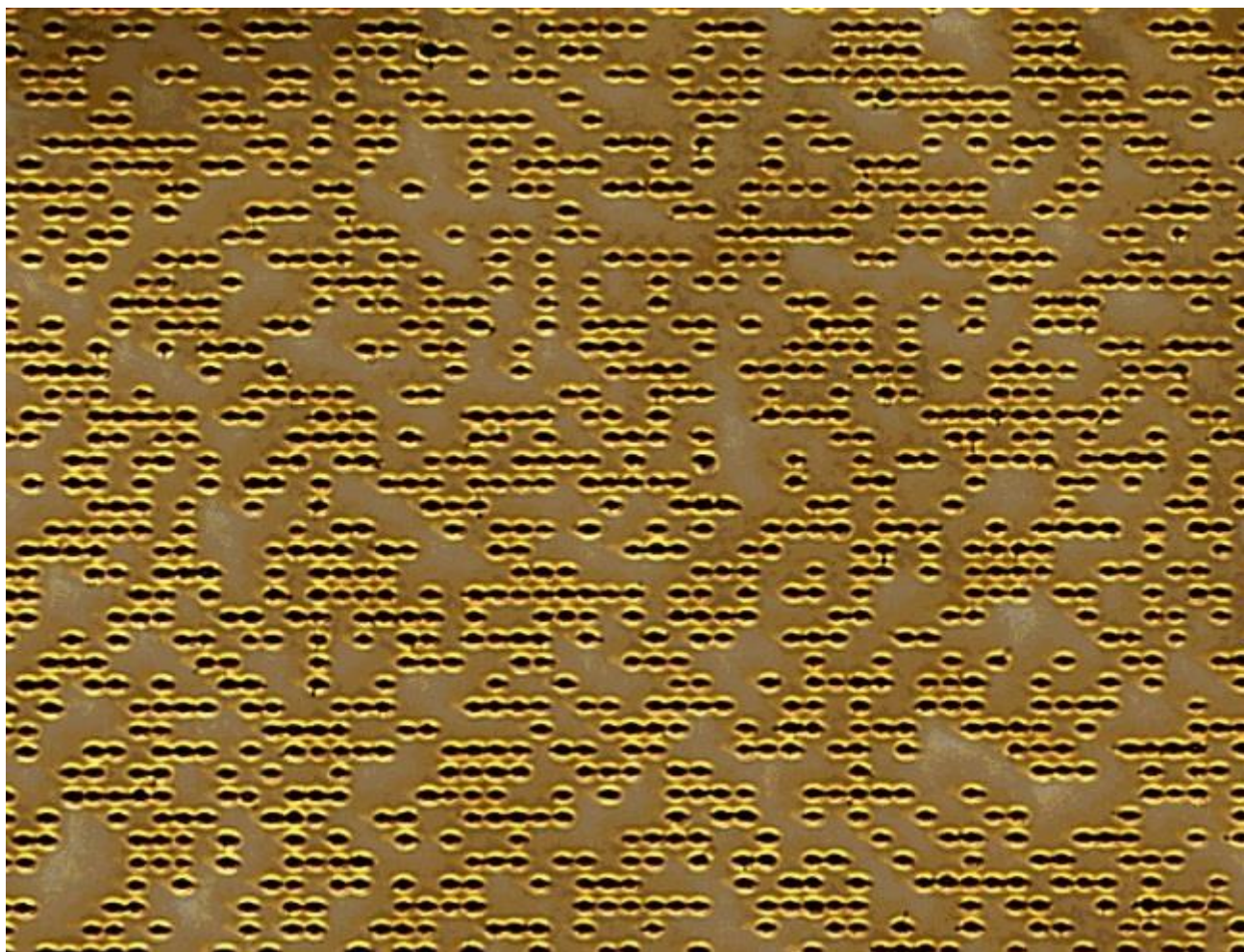
DOI : [10.1364/AO.478388](https://doi.org/10.1364/AO.478388)

Postupak računanja CGH je dobro poznat i istražen problem. Spajanjem CGH metoda i komercijalno dostupnih strojeva za tiskanje holograma (CtF-računalom na film, OP-offset tisak, CtP-računalom na ploču) omogućuje se da svaki proizvedeni hologram bude različit po veličini, obliku, rasterizaciji i informacijama koje sadrži. To im daje značajnu prednost u odnosu na postojeće tehnike proizvodnje u cijeni, vremenu proizvodnje i karakteristikama. Dodatno su prikazani postupci izrade holograma femtosekundnim direktnim laserskim upisivanjem (DLW) i LCOS maskom.

Uz prednost u cijeni i mogućnost masovne proizvodnje, navedene tehnike (slika 1) u kombinaciji s predstavljenom metodom imaju čvrstu osnovu za implementaciju kao sigurnosni element u različitim proizvodima (osobne iskaznice, putovnice...).



Slika 1. Rekonstrukcija istog računalom generiranog holograma tiskanog različitim tehnikama; **(a)** LCOS maska, **(b)** računalom na film, **(c)** Offset tisak, **(d)** Lasersko graviranje, i **(e)** računalom na ploču.



Slika 2. Detalj holograma urezanog u kvarc, pomoću femtosekundnog DLW-a, na dubini od 300 mikrona ispod površine.



Kvantna holografija za bolje 3D slike

Od njezinog otkrića pa sve do danas holografija je uspješno koristila klasičnu rasvjetu. Naše kolege D. Abramović, N. Demoli i H. Skenderović, u suradnji s M. Stipčevićem sa Instituta Ruđer Bošković pokazuju u radu objavljenom u časopisu Physical Review A da se holografiska metoda može još uspješnije koristiti s kvantnom svjetlošću.

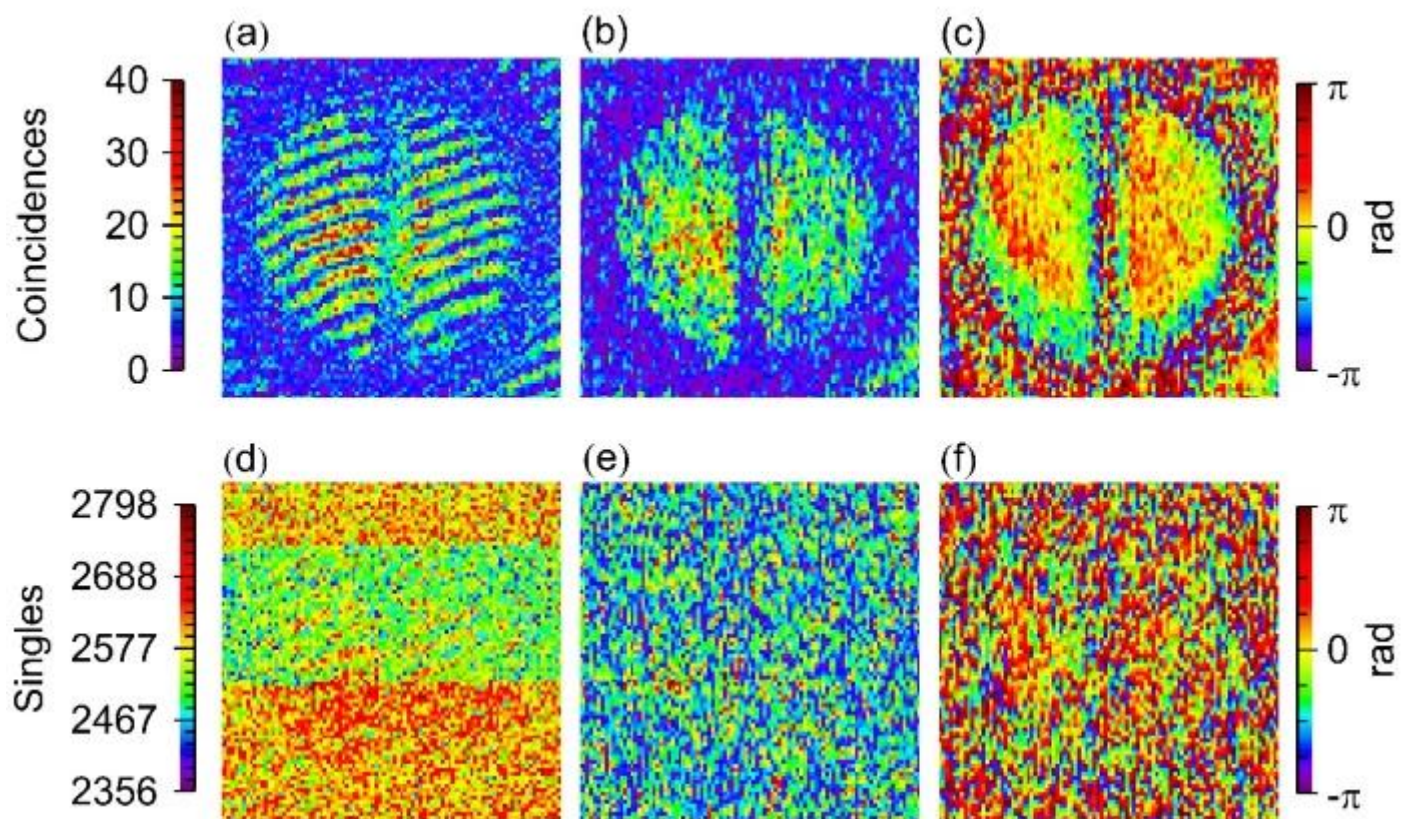
Quantum holography with single-photon states

Denis Abramović, Nazif Demoli, Mario Stipčević, Hrvoje Skenderović, Physical Review A **108**, 013709 (2023).

DOI : [10.1103/PhysRevA.108.013709](https://doi.org/10.1103/PhysRevA.108.013709)

Holografija omogućuje zapis i prikaz 3D informacije o objektu i ima široku praktičnu primjenu u znanosti, umjetnosti te primijenjenoj znanosti, medicini i industriji. Holografске tehnike se uobičajeno opisuju s klasičnom valnom elektromagnetskom teorijom svjetlosti. Nasuprot takvom opisu poznato je da kvantna fizika pruža najdublji uvid u prirodu, a koji može biti suprotstavljen klasičnoj fizici. U novoobjavljenom radu je opisan eksperiment koji se ne može objasniti s klasičnom svjetlošću i koji pokazuje da je moguće efikasno vizualizirati objekt s kvantnim izvorom rasvjete, iako objekt nije moguće vidjeti s većim brojem fotona iz klasičnog izvora rasvjete.

Uz detektore pojedinačnih fotona kakvi su korišteni u prethodnim radovima u Laboratoriju za holografiju na IF-u, razvijen i korišten je dvofotonski izvor svjetlosti. Takvi izvori su popularni u istraživanjima kvantne informacije, kvantne komunikacije i kvantnog računanja. Među ostalim, imali su i ključnu ulogu u znanstvenim radovima nagrađenima prošlogodišnjom Nobelovom nagradom za fiziku. Parovi fotona iz nelinearnog kristala su vremenski korelirani i te vremenske korelacije su iskorištene za snažno smanjivanje šuma. Takvom selekcijom registriranih događaja na detektoru pojedinačnih fotona, signal je postao dominantniji od šuma unatoč tome što je šum bio 200 puta veći od signala. Ovakav novi pristup doprinosi boljem razumijevanju holografije i faznih svojstava fotona te omogućuje nove primjene u oslikavanju objekata oko nas.



Slika 1. Kvantni hologram **(a)** i klasični hologram **(d)** te njihova amplitudna **(b, e)** i fazna **(c, f)** rekonstrukcija.



Fizika plazme

Uloga pulsne laserske depozicije u različitim atmosferama rasta na osjetljivost ZnO filmova na plinove

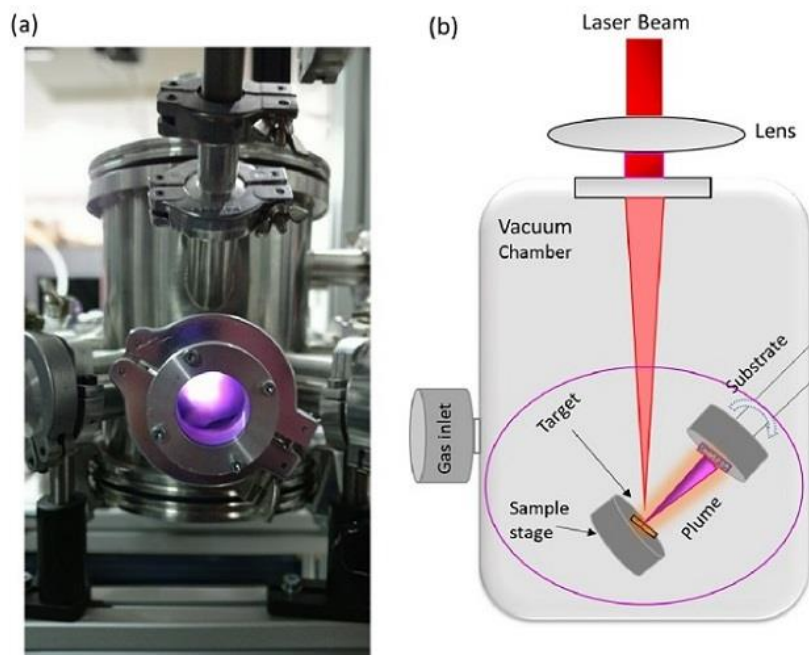
Naš kolega dr. sc. Nikša Krstulović u suradnji sa kolegama sa Instituta Ruđer Bošković te kolegama iz Španjolske i Češke objavio je rad u časopisu *Sensors and Actuators B: Chemical* u kojemu se bavi proučavanjem tankih filmova ZnO kao osjetljivih senzora na plinove.

The role of the pulsed laser deposition in different growth atmospheres on the gas-sensing properties of ZnO films

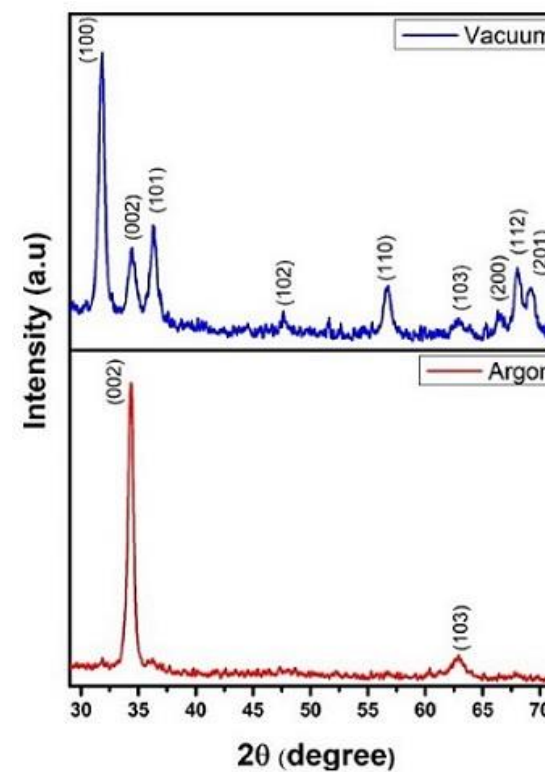
Kamran Syed, Nikša Krstulović, Juan Casanova-Cháfer, Eduard Llobet, Frank Güell, Paulina R. Martínez-Alanis, Marijan Marciuš, Ekaterina Shagieva, Davor Ristić, Hrvoje Gebavi, Nikola Baran, Mile Ivanda, *Sensors and Actuators B: Chemical* **382**, 133454 (2023)

DOI: [10.1016/j.snb.2023.133454](https://doi.org/10.1016/j.snb.2023.133454)

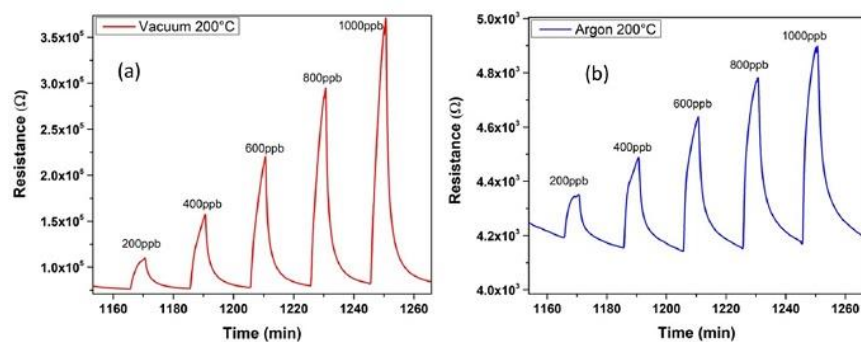
ZnO filmovi proizvedeni su na Institutu za fiziku pulsnom laserskom depozicijom ZnO u dvije različite pozadinske atmosfere (argon/vakuum). Ispitivana su svojstva tankih filmova ZnO dobivenih u vakuumu i atmosferi argona kao senzora za reducirajuće i oksidirajuće plinove. Detaljno su istražena svojstva senzora na plin dušikov dioksid (NO₂) pri različitim radnim temperaturama i koncentracijama. Plin NO₂ jedan je od ključnih zagađivača zraka i uzrokuje klimatske promjene i zdravstvene probleme. Iako su obje vrste ZnO filmova pokazale dobar odgovor na NO₂ i to na ppb razinama, filmovi pripremljeni u vakuumskim uvjetima pokazali su veću osjetljivost. To se pripisuje razlikama u kristaliničnosti, mikrostrukтури i vrsti defekata prisutnih u tim materijalima.



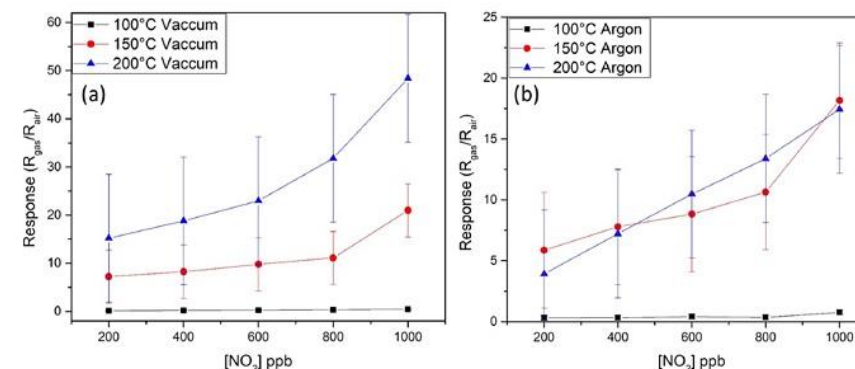
Slika 1. a) PLD komora na Institutu za fiziku, b) PLD shema



Slika 2. XRD difraktogrami ZnO filмова dobivenih pulsnom laserskom depozicijom na supstrat silicija u dvije različite pozadinske atmosfere (argon ili vakuum)



Slika 3. Promjene otpora senzora PLD ZnO filmova dobivenih u a) vakuumu i b) argonu pri izlaganju repetitivnim i rastućim koncentracijama NO_2 . Senzori su bili na svojim optimalnim radnim temperaturama (200°C)



Slika 4. Rezultati senzorskih testova na NO_2 za ZnO uzorke dobivene u a) vakuumu i b) atmosferi argona na tri različite radne temperature

Naglasci

- ZnO filmovi proizvedeni su pulsnom laserskom depozicijom u dvije različite atmosfere (vakuum ili argon) na sobnoj temperaturi.
- Proučavani su mikrostruktura, kristalna faza, kemijski sastav i optička svojstva filmova.
- Filmovi dobiveni u vakuumu pokazuju dobra svojstva za detekciju NO_2 u ppb koncentracijama.



3. POPIS PROJEKATA INSTITUTA ZA FIZIKU PREMA IZVORU FINANCIRANJA

3.1 EUROPSKI FOND ZA REGIONALNI RAZVOJ

1. Naziv projekta: **Centar za napredne laserske tehnike – CALT**
Voditelj projekta: Damir Aumiler
Trajanje projekta: 1. 8. 2017 – 30. 12. 2023.
Vrijednost projekta: 121.304.417,38 kn
2. Naziv projekta: **Potpura vrhunskim istraživanjima Centra izvrsnosti za napredne materijale i senzore**
Voditelj projekta: Marko Kralj
Trajanje projekta: 1. 11. 2017 - 30. 11. 2023.
Vrijednost projekta: 37.990.359,10 kn
Udio Instituta za fiziku: 10.353.000,00 kn
3. Naziv projekta: **Prilagodba povrtnih kultura novim agrometeorološkim uvjetima u Slavoniji**
Voditelj projekta: Slobodan Milošević
Trajanje projekta: 6. 1. 2020 - 6. 1. 2023.
Vrijednost projekta: 2.997.198,00 kn
Udio Instituta za fiziku: 236.652,14 kn

3.2 HRVATSKA ZAKLADA ZA ZNANOST

1. Naziv projekta: **Hlađenje atoma frekventnim češljem**
Voditelj projekta: Damir Aumiler
Trajanje projekta: 1. 11. 2018 - 31. 7. 2023.
Vrijednost projekta: 1.000.000,00 kn
2. Naziv projekta: **Kolektivna dinamika u magnetoelektricima**
Voditelj projekta: Tomislav Ivek
Trajanje projekta: 1. 10. 2018 - 30. 9. 2023.
Vrijednost projekta: 1.000.000,00 kn



3. Naziv projekta: **Fotopobuđenja u 2D poluvodičima**
Voditeljica projekta: Nataša Vujičić
Trajanje projekta: 1 .3. 2018. -28. 2. 2023.
Vrijednost projekta: 1.515.200,00 kn
4. Naziv projekta: **Grupa za primijenjenu ultrabrzu spektroskopiju i fotokemijsku identifikaciju**
Voditelj projekta: Silvije Vdović
Trajanje projekta: 1. 3. 2018. - 28. 2. 2023.
Vrijednost projekta: 1.345.600,00 kn
5. Naziv projekta: **Sinteza naprednih nanočestica i primjene u fotokatalizi i tekstilnim materijalima**
Voditelj projekta: Nikša Krstulović
Trajanje projekta: 1.10.2019. - 31. 5. 2023.
Vrijednost projekta: 2.090.486,00 kn
6. Naziv projekta: **Fazni prijelazi u sustavima s jakim elektronskim korelacijama inducirani tlakom i temperaturom**
Voditelj projekta: Yuki Utsumi Boucher
Trajanje projekta: 1. 1. 2020. - 31. 12. 2024.
Vrijednost projekta: 1.981.210,00 kn
9. Naziv projekta: **Istraživanje fononski posredovanih procesa u kvazi-dvodimenzionalnim materijalima**
Voditelj projekta: Dino Novko
Trajanje projekta: 15. 1. 2020. - 14. 1. 2025.
Vrijednost projekta: 1.497.000,00 kn
10. Naziv projekta: **Laserska sinteza nanočestica i primjene**
Voditelj projekta: Nikša Krstulović
Trajanje projekta: 7. 2. 2020. - 6. 8. 2024.
Vrijednost projekta: 1.499.920,00 kn
11. Naziv projekta: **Plazmoni i eksiton-polaritoni u kvazi-2D kristalima (2DPlasEx)**
Voditelj projekta: Vito Despoja
Trajanje projekta : 1. 2. 2021. – 31. 1. 2025.
Vrijednost projekta: 978.000,00 kn



12. Naziv projekta: **Interkalirani Dihalkogenidi Prijelaznih Metala (iTMD)**
Voditelj projekta: Petar Popčević
Trajanje projekta: 1. 2. 2021. – 31. 1. 2025.
Vrijednost projekta: 1.384.300,00 kn
13. Naziv projekta: **2D materijali bazirani na boru (BoBaMat)**
Voditelj projekta: Marin Petrović
Trajanje projekta: 1. 1. 2021. – 31. 12. 2025.
Vrijednost projekta: 1.996.300,00 kn
14. Naziv projekta: **Funkcionalizirani dvodimenzionalni materijali (Fun2DMat)**
Voditelj projekta: Ida Delač
Trajanje projekta: 1. 1. 2021. – 31. 12. 2025.
Vrijednost projekta: 1.987.900,00 kn
15. Naziv projekta: **Kvantna kritičnost i čudni metalni transport u organskim supravodičima**
Voditelj projekta: Matija Čulo
Trajanje projekta: 1. 10. 2022. – 1. 2. 2023.
Vrijednost projekta: 8.000,00 €

3.3 MINISTARSTVO ZNANOSTI I OBRAZOVANJA

1. Naziv programa: **Zvijezda je rođena 2023 – rad s darovitim učenicima**
Voditelj projekta: Berti Erjavec
Trajanje projekta: 1. 1. 2023. – 31. 12. 2023.
Vrijednost projekta: 2.132,00 €

3.4 QUANTERA (ERA-NET COFUND IN QUANTUM TECHNOLOGIES)

1. Naziv operacije: **NImSoQ: New Imaging and control Solutions for Quantum processors and metrology**
Voditelj operacije: Neven Šantić
Trajanje operacije: 20. 6. 2022. - 19. 6. 2025.



Vrijednost operacije: 1.499.834,40 kn

3.5 OBZOR 2020

1. Naziv projekta: **The Integrated Initiative of European Laser Research Infrastructures – LASERLAB-EUROPE**
Voditelj projekta: Damir Aumiler
Trajanje projekta: 1. 12. 2019. - 30. 11. 2024.
Ukupna vrijednost projekta: 10.000.000,00 €
Udio Instituta za fiziku: 66.250,00 €

3.6 OBZOR EUROPA

1. Naziv projekta: **Recyclable Materials Development at Analytical Research Infrastructures - 'ReMade-at-ARI'**
Voditelj projekta: Nataša Vujičić
Trajanje projekta: 1. 9. 2022. – 31. 8. 2026.
Ukupna vrijednost projekta: 13.728.333,00 €
Udio Instituta za fiziku: 46.872,00 €
2. Naziv projekta: **EUROfusion (Implementation of activities described in the Roadmap to Fusion during Horizon Europe through a joint programme of the members of the EUROfusion consortium)**
Voditelj projekta: dr.sc. Nikša Krstulović
Trajanje projekta: 1. 1. 2021. – 31. 12. 2025.
Uloga Instituta za fiziku: Treća strana Institutu Ruđer Bošković

3.7 NATO

1. Naziv projekta: **Biological and bioinspired structures for multispectral surveillance**
Voditelj projekta: Hrvoje Skenderović
Trajanje projekta: 15. 10. 2019. - 15. 10. 2023.
Ukupna vrijednost projekta: 360.000,00 €
Udio Instituta za fiziku: 191.400,00 €



3.8 DIGITAL EUROPE PROGRAMME (DIGITAL)

1. Naziv projekta: **AI & Gaming EDIH**
Voditelj projekta: Marko Kralj
Trajanje projekta: 1. 12. 2022 - 31. 3. 2026.
Vrijednost projekta: 277.419,96 €
2. Naziv projekta: **Croatian Quantum Communication Infrastructure – CroQCI**
Voditelj projekta: dr.sc. Ticijana Ban
Trajanje projekta: 1. 1. 2023. – 30. 6. 2025.
Vrijednost projekta: 9.999.334,04 EUR
Udio Instituta za fiziku: 545.596,20 €

3.9 BILATERALNI PROJEKT SA SJEDINJENIM AMERIČKIM DRŽAVAMA

1. Naziv projekta: **Modeliranje rezervoara i optimalizacija odzivnih funkcija u kvantnim simulatorima i računalima**
Voditelj projekta: dr.sc. Osor-Slaven Barišić
Trajanje projekta: 4. 10. 2022. - 1. 6. 2024.
Vrijednost projekta: 80.000,00 kn

3.10 HRVATSKO-FRANCUSKI ZNANSTVENOISTRAŽIVAČKI PROGRAM "COGITO" – PARTNERSTVO HUBERT CURIEN

1. Naziv projekta: **Nonperturbative approach to Bose glass**
Voditelj projekta: dr.sc. Ivan Balog
Trajanje projekta: 1. 1. 2023. – 31. 12. 2024.
Vrijednost projekta: 5.000,00 EUR

3.11 FOND ZA ZAŠTITU OKOLIŠA I ENERGETSKU UČINKOVITOST, JAVNI NATJEČAJ ZA RAZVOJNO INOVACIJSKE PROJEKTE U SVRHU PROVEDBE EUROPSKOG ZELENOG PLANA (SREDSTVA POMOĆI IZ DRŽAVNOG PRORAČUNA)



1. Naziv projekta: **Novi katalitički materijali za proizvodnju zelenog vodika**
Voditelji projekta: Vesna Mikšić-Trontl i Silvije Vdović
Trajanje projekta: 14. 12. 2023. – 30. 6. 2025.
Vrijednost projekta: 199.690,00 EUR



4. ZNANSTVENE PUBLIKACIJE OBJAVLJENE U 2023. GODINI

4.1 PUBLIKACIJE CITIRANE U BAZI WEB OF SCIENCE (UKUPNO 56)

D. Ni, X. Xu, Z. Zhu, Y. Ozbek, V. Mikšić Trontl, C. Yang, A. Louat, X. Yang, C. Cacho, N. P. Ong, P. Zhang, T. Valla, R. J. Cava

Indium-Doped Crystals of SnSe₂

J. Phys. Chem. C **128**, 11054 (2024)

DOI: [10.1021/acs.jpcc.4c02926](https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.4c02926)

S. Kamal, I. Seo, P. Bampoulis, M. Jugovac, C. A. Brondin, T. O. Mendes, I. Šarić Janković, A. V. Matetskiy, P. Moras, P. M. Sheverdyayeva, T. Michely, A. Locatelli, Y. Gohda, M. Kralj, M. Petrović

Unidirectional Nano-modulated Binding and Electron Scattering in Epitaxial Borophene

ACS Applied Materials & Interfaces **15**, 57890 (2023)

DOI: [10.1021/acsami.3c14884](https://doi.org/10.1021/acsami.3c14884)

R. Čobanović, D. Maletiić, S. Kocić-Tanackov, I. Čabarkapa, B. Kokić, P. Kojić, S. Milošević, V. Stulić, T. Vukušić Pavičić, M. Vukić

Comparison of the Bacterial Inactivation Efficiency of Water Activated by a Plasma Jet Source and a Pin-to-Pin Electrode Configuration Source

Processes **11**, 12:3286 (2023)

DOI: [10.3390/pr11123286](https://doi.org/10.3390/pr11123286)

L. N. Farkaš, G. Tarjus, I. Balog

Approach to the lower critical dimension of the ϕ^4 theory in the derivative expansion of the functional renormalization group

Phys. Rev. E **108**, 054107 (2023)

DOI: [10.1103/PhysRevE.108.054107](https://doi.org/10.1103/PhysRevE.108.054107)

S. M. Obaidulla, A. Supina, S. Kamal, Y. Khahn, M. Kralj

Van der Waals 2D Transition Metal Dichalcogenide/Organic Hybridized Heterostructures: Recent Breakthroughs and Emerging Device Prospect

Nanoscale Horiz. **9**, 44 (2023)

DOI: [10.1039/D3NH00310H](https://doi.org/10.1039/D3NH00310H)



Z. Rukelj, D. Radić, J. Krsnik, O. S. Barišić, A. S. Mishchenko, I. Kupčić
Dynamical conductivity of a two-dimensional weakly doped Holstein system

Phys. Rev. B **108**, 155151 (2023)

DOI: [10.1103/PhysRevB.108.155151](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.108.155151)

I. Krešić, G. R. M. Robb, G-L. Oppo, T. Ackemann

Generating Multiparticle Entangled States by Self-Organization of Driven Ultracold Atoms

Phys. Rev. Lett. **131**, 163602 (2023)

DOI: [10.1103/PhysRevLett.131.163602](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.131.163602)

J. Berges, N. Girotto, T. Wehling, N. Marzari, S. Poncé

Phonon Self-Energy Corrections: To Screen, or Not to Screen

Phys. Rev. X **13**, 041009 (2023)

DOI: [10.1103/PhysRevX.13.041009](https://doi.org/10.1103/PhysRevX.13.041009)

N. Girotto, L. Linhart, F. Libisch

Coupled phonons in twisted bilayer graphene

Phys. Rev. B **108**, 155415 (2023)

DOI: [10.1103/PhysRevB.108.155415](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.108.155415)

I. Krešić, T. Ackemann

Quantum enhanced $SU(1,1)$ matter-wave interferometry in a ring cavity

Phys. Rev. A **108**, 043302 (2023)

DOI: [10.1103/PhysRevA.108.043302](https://doi.org/10.1103/PhysRevA.108.043302)

N. Girotto, D. Novko

Dynamical Phonons Following Electron Relaxation Stages in Photoexcited Graphene

J. Phys. Chem. Lett. **14**, 8709 (2023)

DOI: [10.1021/acs.jpcllett.3c01905](https://doi.org/10.1021/acs.jpcllett.3c01905)

B. Gumhalter, D. Novko

Complementary perturbative and nonperturbative pictures of plasmonically induced electron emission from flat metal surfaces



Prog. Surf. Sci. **98**, 100706 (2023)

DOI: [10.1016/j.progsurf.2023.100706](https://doi.org/10.1016/j.progsurf.2023.100706)

K. M. Omambac, M. A. Kriegel, M. Petrović, B. Finke, C. Brand, F.-J. Meyer zu Heringdorf, M. Horn-von Hoegen

Interplay of Kinetic Limitations and Disintegration: Selective Growth of Hexagonal Boron Nitride and Borophene Monolayers on Metal Substrates

ACS Nano **17**, 17946 (2023)

DOI: [10.1021/acsnano.3c04038](https://doi.org/10.1021/acsnano.3c04038)

A. Senkić, A. Supina, M. Akturk, Ch. Gadermaier, M. Maiuri, G. Cerullo, N. Vujičić

Microscopic Investigation of Intrinsic Defects in CVD Grown MoS₂ monolayer

Nanotechnology **34**, 475705 (2023)

DOI: [10.1088/1361-6528/acf29b](https://doi.org/10.1088/1361-6528/acf29b)

N. Golenić, V. Despoja

Trapped photons: Transverse plasmons in layered semiconducting heterostructures

Phys. Rev. B **108**, L121402 (2023)

DOI: [10.1103/PhysRevB.108.L121402](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.108.L121402)

N. Ronceray, Y. You, E. Glushkov, M. Lihter, B. Rehl, T. H. Chen, G. H. Nam, F. Borza, K. Watanabe, T. Taniguchi, S. Roke, A. Keerthi, J. Comtet, B. Radha, A. Radenovic

Liquid-activated quantum emission from pristine hexagonal boron nitride for nanofluidic sensing

Nature Materials volume **22**, 1236 (2023)

DOI: [10.1038/s41563-023-01658-2](https://doi.org/10.1038/s41563-023-01658-2)

B. Klebel-Knobloch, W. Tabiś, M. A. Gala, O. S. Barišić, D. K. Sunko, N. Barišić

Transport properties and doping evolution of the Fermi surface in cuprates

Scientific Reports **13**, 13562 (2023)

DOI: [10.1038/s41598-023-39813-z](https://doi.org/10.1038/s41598-023-39813-z)

N. Giroto, F. Caruso, D. Novko

Ultrafast Nonadiabatic Phonon Renormalization in Photoexcited Single-Layer MoS₂



J. Phys. Chem. C **127**, 16515 (2023)
DOI: [10.1021/acs.jpcc.3c03664](https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.3c03664)

M. Pavičić
Non-Kochen–Specker Contextuality
Entropy **25**, 1117 (2023)
DOI: <https://doi.org/10.3390/e25081117>

D. Abramović, N. Demoli, M. Stipčević, H. Skenderović
Quantum holography with single-photon states
Phys. Rev. A **108**, 013709 (2023)
DOI: [10.1103/PhysRevA.108.013709](https://doi.org/10.1103/PhysRevA.108.013709)

A. L. Brkić, A. Supina, D. Čapeta, L. Dončević, L. Ptiček, Š. Mandić, L. Racané, I. Delač
Influence of Solvents and Adsorption of Organic Molecules on the Properties of CVD Synthesized 2D MoS₂
Nanomaterials **13**, 2115 (2023)
DOI: [10.3390/nano13142115](https://doi.org/10.3390/nano13142115)

R. Bombín, A. S. Muzas, D. Novko, J. I. Juaristi, M. Alducin
Vibrational dynamics of CO on Pd(111) in and out of thermal equilibrium
Phys. Rev. B **108**, 045409 (2023)
DOI: [10.1103/PhysRevB.108.045409](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.108.045409)

M. Čulo, S. Licciardello, K. Ishida, K. Mukasa, J. Ayres, J. Buhot, Y.-T. Hsu, S. Imajo, M. W. Qiu, M. Saito, Y. Uezono, T. Otsuka, T. Watanabe, K. Kindo, T. Shibauchi, S. Kasahara, Y. Matsuda, N. E. Hussey
Expanded quantum vortex liquid regimes in the electron nematic superconductors FeSe_{1-x}S_x and FeSe_{1-x}Te_x
Nat. Commun. **14**, 4150 (2023)
DOI: [10.1038/s41467-023-39730-9](https://doi.org/10.1038/s41467-023-39730-9)

A. Selmani, B. Siboulet, M. Špadina, Y. Foucaud, G. Dražić, B. Radatović, K. Korade, I. Nemet, D. Kovačević, J. F. Dufrêche, K. Bohinc
Cation Adsorption in TiO₂ Nanotubes: Implication for Water Decontamination



ACS Appl. Nano Mater. **6**, 12711 (2023)
DOI: [10.1021/acsnm.3c00916](https://doi.org/10.1021/acsnm.3c00916)

D. Lisjak, S. Jakovljević, H. Skenderović
Research and Optimization of the Influence of Process Parameters on Ti Alloys Surface Roughness Using Femtosecond Laser Texturing Technology
Coatings. **13**, 1180 (2023)
DOI: [10.3390/coatings13071180](https://doi.org/10.3390/coatings13071180)

M. Jugovac, I. Cojocariu, C. A. Brondin, A. Crotti, M. Petrović, S. Bonetti, A. Locatelli, T. O. Montes
Coupling Borophene to Graphene in Air-Stable Heterostructures
Adv. Electron. Mater. **9**, 2300136 (2023)
DOI: [10.1002/aelm.202300136](https://doi.org/10.1002/aelm.202300136)

P. Popčević, I. Batistić, A. Smontara, K. Velebit, J. Jaćimović, I. Živković, N. Tsyrlin, J. Piatek, H. Berger, A. Sidorenko, H. Rønnow, L. Forró, N. Barišić, E. Tutiš
Electronic transport and magnetism in the alternating stack of metallic and highly frustrated magnetic layers in $Co_{1/3}NbS_2$
Physical Review B **107**, 235149 (2023)
DOI: [10.1103/PhysRevB.107.235149](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.107.235149)

A. Rançon, N. Dupuis
Tan's Two-Body Contact in a Planar Bose Gas: Experiment versus Theory
Phys. Rev. Lett. **130**, 263401 (2023)
DOI: [10.1103/PhysRevLett.130.263401](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.130.263401)

V. Mikšić Trontl, I. Jedovnicki, P. Pervan
STM Study of the Initial Stage of Gold Intercalation of Graphene on Ir(111)
Materials **16**, 3833 (2023)
DOI: [10.3390/ma16103833](https://doi.org/10.3390/ma16103833)

Z. L. Mišković, M. Moshayedi, M. R. P. Rivas, J. Jakovac, I. Radović, V. Despoja,
Modeling of the interband transitions in the optical conductivity of doped two-dimensional materials in the terahertz to the infrared



frequency range: the case studies of graphene and phosphorene

Radiat. Eff. Defects Solids, **178**, 54 (2023)

DOI: [10.1080/10420150.2023.2186870](https://doi.org/10.1080/10420150.2023.2186870)

C. M. N. Kumar, A. Akrap, C. C. Homes, E. Martino, B. Klebel-Knobloch, W. Tabis, O. S. Barišić, D. K. Sunko, N. Barišić

Characterization of two electronic subsystems in cuprates through optical conductivity

Phys. Rev. B **107**, 144515 (2023)

DOI: [10.1103/PhysRevB.107.144515](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.107.144515)

L. Nuić, B. Panić, L-K. Pereković, I. Šrut Rakić, M. Kralj, A. Mihanović, H. Vančik, I. Biljan

Polymerization of aromatic dinitroso derivatives initiated by nitroso-terminated monolayer on Au(111) surface: Insights from ellipsometry, AFM and nano-FTIR spectroscopy

Polymer **271**, 125795 (2023)

DOI: [10.1016/j.polymer.2023.125795](https://doi.org/10.1016/j.polymer.2023.125795)

N. S. Dhimi, V. Balédent, O. Bednarchuk, D. Kaczorowski, S. R. Shieh, J. M. Ablett, J-P. Rueff, J. P. Itié, C. M. N Kumar, Y. Utsumi

Pressure evolution of electronic and crystal structure of noncentrosymmetric EuCoGe₃

Phys. Rev. B **107**, 155119 (2023)

DOI: [10.1103/PhysRevB.107.155119](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.107.155119)

A. Žužić, D. Gracin, M. Zubak, J. Macan, K. Salamon, K. Juraić, N. Krstulović, R. Radičić, I. Lukačević, M. Mužević, A. Gajović

The optical properties of strontium manganite thin films prepared by novel phototreatment technique

J. Alloy. Compd. **951**, 169972 (2023)

DOI: [10.1016/j.jallcom.2023.169972](https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2023.169972)

M. Zorić, N. S. Dhimi, K. Bader, P. Gille, A. Smontara, P. Popčević

Negative magnetoresistance in hopping regime of lightly doped thermoelectric SnSe

Materials **16**, 7, 2863 (2023)

DOI: [10.3390/ma16072863](https://doi.org/10.3390/ma16072863)

M. Momčilović, J. Petrović, M. Nemoda, J. Ciganović, N. Krstulović, M. Ognjanović, S. Živković

Laser ablation in water for silver and gold nanoparticle synthesis and their application for improvement of TEA CO₂ LIBS setup



Performance

Appl. Phys. B **129**, 62 (2023)

DOI: [10.1007/s00340-023-08007-w](https://doi.org/10.1007/s00340-023-08007-w)

S. Šafranko, K. Jandžel, M. Kovačević, A. Stanković, M. Dutour Sikirić, Š. Mandić, A. Széchenyi, L. Glavaš Obrovac, M. Leventić, I. Strelec, K. Aladić, S. Jokić,

A Facile Synthetic Approach toward Obtaining N-Doped Carbon Quantum Dots from Citric Acid and Amino Acids, and Their Application in Selective Detection of Fe(III) Ions

Chemosensors **11**, 205 (2023)

DOI: [10.3390/chemosensors11040205](https://doi.org/10.3390/chemosensors11040205)

K. Kutasi, L. Bencs, Z. Tóth, S. Milošević

The role of metals in the deposition of long-lived reactive oxygen and nitrogen species into the plasma-activated liquids

Plasma Process. Polym. **20**, 32200143 (2023)

DOI: [10.1002/ppap.202200143](https://doi.org/10.1002/ppap.202200143)

V. Brusar, M. Forjan, I. Ljubić, M. Alešković, K. Becker, S. Vdović

Ultrafast Photoelimination of Nitrogen from Upper Excited States of Diazoalkanes and the Fate of Carbenes Formed in the Reaction

J. Org. Chem. **88**, 4286 (2023)

DOI: [10.1021/acs.joc.2c02875](https://doi.org/10.1021/acs.joc.2c02875)

H. C. Mandujano, M. S. Tafere, N. K. C. Muniraju, T. D. Creason, T. M. McWhorter, K. Gofryk, T. W. Heitmann, Q. Zhang, B. Saparov, H. S. Nair

Magnetic structures and excitations in sawtooth olivine chalcogenides Mn_2SiX_4 ($X = S, Se$)

Dalton Trans. **52**, 5652 (2023)

DOI: [10.1039/D3DT00052D](https://doi.org/10.1039/D3DT00052D)

S. Abend, B. Allard, A. S. Arnold, T. Ban, *et al.*

Technology roadmap for cold-atoms based quantum inertial sensor in space

AVS Quantum Sci. **5**, 019201 (2023)

DOI: [10.1116/5.0098119](https://doi.org/10.1116/5.0098119)



M. Pavičić

Quantum Contextuality

Quantum **7**, 953 (2023)

DOI: [10.22331/q-2023-03-17-953](https://doi.org/10.22331/q-2023-03-17-953)

R. Bombín, A. S. Muzas, D. Novko, J. I. Juaristi, M. Alducin

Anomalous transient blueshift in the internal stretch mode of CO/Pd(111)

Phys. Rev. B **107**, L121404 (2023)

DOI: [10.1103/PhysRevB.107.L121404](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.107.L121404)

D. Iveković, P. Dubček, A. Gajović, T. Čižmar, B. Radatović, A.L. Brkić, M. Kralj, M. Karlušić

High-energy heavy ion irradiation of HOPG

Journal of Nuclear Materials **578**, 154370, (2023)

DOI: [10.1016/j.jnucmat.2023.154370](https://doi.org/10.1016/j.jnucmat.2023.154370)

H. C. Mandujano, A. Metta, N. Barišić, Q. Zhang, W. Tabis, N. K. C. Muniraju, H. S. Nair,

Sawtooth lattice multiferroic BeCr₂O₄: Noncollinear magnetic structure and multiple magnetic transitions

Phys. Rev. Materials **7**, 024422 (2023)

DOI: [10.1103/PhysRevMaterials.7.024422](https://doi.org/10.1103/PhysRevMaterials.7.024422)

N. Giroto, D. Novko

Dynamical renormalization of electron-phonon coupling in conventional superconductors

Phys. Rev. B **107**, 064310 (2023)

DOI: [10.1103/PhysRevB.107.064310](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.107.064310)

A. Senkić, J. Bajo, A. Supina, B. Radatović, N. Vujičić

Effects of CVD growth parameters on global and local optical properties of MoS₂ monolayers

Mater. Chem. Phys. **296**, 127185 (2023)

DOI: [10.1016/j.matchemphys.2022.127185](https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2022.127185)

P. Pervan, V. Mikšić Trontl, I. A. Figueroa, T. Valla, I. Pletikosić, E. Babić

Compositionally Complex Alloys: Some Insights from Photoemission Spectroscopy



Materials **16**, 4, 1486 (2023)

DOI: [10.3390/ma16041486](https://doi.org/10.3390/ma16041486)

X. Rocquefelte, M. Herak, A. Miyake, W. Lafargue-Dit-Hauret, H. Berger, M. Tokunaga, A. Saúl
Coherent description of the magnetic properties of SeCuO₃ versus temperature and magnetic field

Phys. Rev. B **107**, 054407 (2023)

DOI: [10.1103/PhysRevB.107.054407](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.107.054407)

A. L. Brkić, V. Cviljušac, H. Skenderović, M. Rakić

Unifying fast computer-generated hologram calculation and prepress for new and existing production techniques

Appl. Opt. **62**, D119 (2023)

DOI: [10.1364/ao.478388](https://doi.org/10.1364/ao.478388)

K. Syed, N. Krstulović, J. Casanova-Cháfer, E. Llobet, F. Güell, P. R. Martínez-Alanis, M. Marciuš, E. Shagieva, D. Ristić, H. Gebavi, N. Baran, M. Ivanda

The role of the pulsed laser deposition in different growth atmospheres on the gas-sensing properties of ZnO films

Sens. Actuators B: Chem. **382**, 133454 (2023)

DOI: [10.1016/j.snb.2023.133454](https://doi.org/10.1016/j.snb.2023.133454)

T. Ivek, D. Vlah

Reconstruction of incomplete wildfire data using deep generative models

Extremes **26**, 251 (2023)

DOI: [10.1007/s10687-022-00459-1](https://doi.org/10.1007/s10687-022-00459-1)

N. Mandić, V. Matej Par, D. Marović, M. Rakić, Z. Tarle, E. Klarić Sever

Blue Laser for Polymerization of Bulk-Fill Composites: Influence on Polymerization Kinetics

Nanomaterials **13**, 303 (2023)

DOI: [10.3390/nano13020303](https://doi.org/10.3390/nano13020303)

Z. Redžović, M. Erk, S. Gottstein, M. Sertić Perić, J. Dautović, Ž. Fiket, A. L. Brkić, M. Cindrić,

Metal bioaccumulation in stygophilous amphipod Synurella ambulans in the hyporheic zone: The influence of environmental factors



Sci. Total Environ. **866**, 161350 (2023)
DOI: [10.1016/j.scitotenv.2022.161350](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.161350)

J. Vukašinić, Ž. Rapljenović, M. Počuča-Nesić, T. Ivek, Z. Branković, G. Branković
The crucial role of defect structure in understanding the electrical properties of spark plasma sintered antimony doped barium stannate
Mater. Res. Express **10**, 015901 (2023).
DOI: [10.1088/2053-1591/acb3b0](https://doi.org/10.1088/2053-1591/acb3b0)

S. Kovačević, M. Van Bos, M. Kralj, M. Petrović, O. Gamulin, M. Škrabić, S. Radović, I. Vanden Berghe
Analysis of Pigments from Decorated Antler or Bone Artifacts from the Early Iron Age Princely Burial Mounds in Jalžabet (NW Croatia)
Interdiscip. Archaeol. **14**, 41 (2023)
DOI: [10.24916/iansa.2023.1.3](https://doi.org/10.24916/iansa.2023.1.3)

4.2 OSTALE PUBLIKACIJE (UKUPNO 7)

Ana Smontara
Otvoreni dan Instituta za fiziku i Instituta Ruđer Bošković - osvrt na Frizbijadu
Matematičko fizički list, **74** (293), 147-150 (2023)
<https://hrcak.srce.hr/file/444710>

Berti Erjavec
Frizbijada - zajednički otvoreni dan Instituta za fiziku i Instituta Ruđer Bošković
Matematičko fizički list, **74** (293), 68-69 (2023)
<https://hrcak.srce.hr/en/308114>

Ana Smontara
Znanstvenice koje su obilježile hrvatsku fiziku u zadnjih 100 godina
Matematičko fizički list, **74** (293), 65-67 (2023)
<https://hrcak.srce.hr/en/308113>

Ana Smontara
Fizičarke-metodičarke nastave fizike u Hrvatskoj posljednjih 100 godina



Matematičko fizički list, **74** (294), 130-133 (2023)

<https://hrcak.srce.hr/index.php/en/309976>

Ana Smontara

Andraš Kiš, redoviti profesor na EPFL-u u Lausanni, švicarski znanstvenik – porijeklom Mađar, rođen i obrazovan u Hrvatskoj

Matematičko fizički list, **74** (293) 3 - 8 (2023)

<https://hrcak.srce.hr/en/clanak/447427>

Ana Smontara

Prof. dr. sc. Anđelka Tonejc, najistaknutija hrvatska znanstvenica na području visokorazlučujuće transmisijske elektronske mikroskopije

Matematičko fizički list, **74** (293) 79 - 81 (2023)

<https://hrcak.srce.hr/en/clanak/444700>

Ana Smontara

Aleksandra Rađenović, svjetski priznata biofizičarka

Matematičko fizički list, **73** (291) 147 - 151 (2023)

<https://hrcak.srce.hr/en/296123>

4.3 SAŽETCI U ZBORNICIMA SKUPOVA (UKUPNO 55)

Iva Šrut Rakić, Borna Pelić, Matko Mužević, Dino Novko, Marko Kralj, Carsten Busse

[Tuning MoS2 band structure: How self-intercalation affects screening, interactions and strain](#)

APS March meeting

Las Vegas, SAD, ožujak 2023., Volume 68, Number 3

(predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Hrvoje Skenderović, Denis Abramović

[Holography with Single Photons](#)

DPG Spring Meeting, SAMOP 2023

Hannover, Njemačka, 5.-10.3.2023., str. 133-133

(predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)



Nina Girotto

[Raman features of graphene and Weyl semimetals beyond the standard nonadiabatic theory](#)

DPG-Frühjahrstagung (DPG Spring Meeting) of the Condensed Matter Section (SKM)

Dresden, Njemačka, 26.-31.3.2024., str. 595

(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

[Ivana Biljan](#), Laura Nuić, Barbara Panić, Iva Šrut Rakić, Marko Kralj

[Insights into the polymerization of aromatic dinitroso derivatives initiated by nitroso-terminated monolayer on Au \(111\) surface](#)

28th Croatian Meeting of chemists & Chemical Engineers

Rovinj, Hrvatska, 28.3.-31.3.2023., str. 57-57

(poster, recenzija, sažetak, znanstveni)

[Drago Šubarić](#), Silvija Šafranko, Šimun Mandić, Stela Jokić

[Quantum yield optimization of hybrid carbon quantum dots and their application as sensing nanomaterial](#)

28th Croatian Meeting of chemists & Chemical Engineers

Rovinj, Hrvatska, 28.-31.3.2023., str. 57-57

(poster, recenzija, sažetak, znanstveni)

[Gaurav Pransu](#), Naveen Singh Dhama, Naveen Kumar Chogondahalli Muniraju, Bruno Gudac, Mario Novak, Petar Popčević

[Investigation of Electrical and Magnetic Properties of Various Intercalated Systems](#)

7th PhD Symposium, University of Zagreb

Zagreb, Hrvatska, 21.-23.4.2023., str. 143-143

(poster, recenzija, sažetak, znanstveni)

[Seyed Ashkan Moghadam Ziabari](#), Trpimir Ivšić, Naveen Singh Dhama, Bruno Gudac, Mario Novak, Neven Barišić, Petar Popčević and Yuki Utsumi Boucher

[Synthesis and characterization of fe2p and mn2p](#)

7th PhD Symposium, University of Zagreb

Zagreb, Hrvatska, 21.-23.4.2023., str. 79-79

(predavanje, recenzija, sažetak, znanstveni)

Marko Mandarić

[Optimisation of the search for new high mass higgs bosons in the four-lepton channel with the cms experiment](#)

7th PhD Symposium, University of Zagreb



Zagreb, Hrvatska, 21.-23.4.2023., str. 77-77
(predavanje, recenzija, sažetak, znanstveni)

Rafaela Radičić, Nikša Krstulović

[Laser Synthesis of nanoparticles and their application in photocatalysis](#)

7th PhD Symposium, University of Zagreb
Zagreb, Hrvatska, 21.-23.4.2023., str. 144-144
(poster, recenzija, sažetak, znanstveni)

Mateo Kruljac

[Writing as a scientist and the mistakes we make](#)

7th PhD Symposium, University of Zagreb
Zagreb, Hrvatska, 21.-23.4.2023., str. 33-33
(predavanje - workshop, recenzija, sažetak, znanstveni)

Nikša Krstulović, Ivana Grčić, Andreja Gajović

[UV and visible-light photodegradation of Methylene Blue and Diazepam using laser synthesized black TiO₂ nanoparticles](#)

The Second Conference Multiscale Irradiation and Chemistry Driven Processes and Related Technologies, MultiChem 2023
Prag, Češka, 26.-28.4.2023., str. 56-56
(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Rafaela Radičić, Damjan Blažeka, Nikša Krstulović

[Laser synthesis of Ag, Au, and Pt doped ZnO nanoparticles and application in photocatalysis under UV irradiation](#)

The Second Conference " Multiscale Irradiation and Chemistry Driven Processes and Related Technologies"
Prag, Češka, 26.-28.4.2023., str. 66-66
(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Ivan Balog

[Renormalization Group and Probability Theory](#)

French-German WE-Heraeus-Seminar - Exploring New Topics with Functional Renormalisation
Bad Honnef, Njemačka, 30.4.-6.5.2023., str. 56-56
(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)



Andrej Fedorenko, I. Balog, E. Brillaux, D. Carpentier, I. Gruzberg
[Non-Anderson disorder-driven quantum transition in nodal semimetals](#)
French-German WE-Heraeus-Seminar - Exploring New Topics with Functional Renormalisation
Bad Honnef, Njemačka, 30.4.-6.5.2023., str. 26-26
(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Lucija Nora Farkaš, Gilles Tarjus, Ivan Balog
[Lower Critical Dimension in the \$\phi^4\$ Theory](#)
French-German WE-Heraeus-Seminar - Exploring New Topics with Functional Renormalisation
Bad Honnef, Njemačka, 30.4.-6.5.2023., str. 64-64
(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Petar Popčević, Y. Utsumi, W. Tabis, J.J. Kolodziej, H. Berger, N.S. Dhimi, B. Gudac, I. Batistić, L. Forró, N. Barišić, E. Tutiš
[Complexities of 2H-NbS₂ intercalations](#)
8th International conference on superconductivity and magnetism (ICSM2023)
Ölüdeniz-Fethiye, Turska, 4.-11.5.2023., str.352-352
(predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

C.M.N. Kumar, Ana Akrap, Chris C. Homes, Edoardo Martino, Benjamin Klebel-Knobloch, Wojciech Tabis, Osor S. Barišić, Denis K. Sunko, Neven Barišić
[Roles of the two electronic subsystems in high-*t_c* cuprates –an optical spectroscopy perspective](#)
8th international conference on superconductivity and magnetism (ICSM2023)
Ölüdeniz-Fethiye, Turska, 4.-11.5.2023., str. 95-95
(predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Iva Šrut Rakić, Borna Pelić, Matko Mužević, Dino Novko, Marko Kralj, Carsten Busse
[Tuning MoS₂ band structure: How self-intercalation affects screening, interactions and strain](#)
29th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique
Gozd Martuljek, Slovenija, 10.-12.05.2023., str. 31-31
(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Mario Rakić, Iva Šrut Rakić, B Radatović, AM Dezfouli, D Abramović, I Delač
[Gold on glass as a sample for the calibration of holographic 3D mapping](#)
29th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique



Gozd Martuljek, Slovenija, 10.-12.05.2023., str. 33-33
(poster, medunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Nikša Krstulović, Damjan Blažeka, Ivana Grčić, Andreja Gajović

[Potocatalysis of methylene blue and diazepam using laser synthesized black TiO₂ nanoparticles under irradiation with UV and visible light](#)

29th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique

Gozd Martuljek, Slovenija, 10.-12.05.2023., str. 30-30

(poster, medunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Rafaela Radičić, Nikša Krstulović, Andrea Jurov, Janez Zavašnik

[Laser synthesis of ZnO-Ag heterojunction nanoparticles and its application in photocatalysis under solar irradiation](#)

29th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique

Gozd Martuljek, Slovenija, 10.-12.05.2023., str. 34-34

(poster, medunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Virna Kisiček, Ana Senkić, Petra Ivatović, Mirta Herak, Damir Dominko, Nataša Vujičić

[Second harmonic generation probing of antiferromagnetic domains in magnetoelectrics](#)

29th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique

Gozd Martuljek, Slovenija, 10.-12.05.2023., str. 14-14

(pozvano predavanje, medunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Ana Senkić, Antonio Supina, Mert Akturk, Christoph Gadermaier, Margherita Maiuri, Giulio Cerullo, Nataša Vujičić

[Microscopic Investigation of Intrinsic Defects in CVD-grown MoS₂ Monolayers](#)

29th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique

Gozd Martuljek, Slovenija, 10.-12.05.2023., str. 21-21

(pozvano predavanje, medunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Naveen Singh Dhami, V. Balédent, O. Bednarchuk, D. Kaczorowski, S. R. Shieh, J. M. Ablett, J.-P. Rueff, J. P. Itié, C. M. N. Kumar, P. Popčević, Y. Utsumi

[Electronic and crystals structure study of non-centrosymmetric EuTGe₃ \(T = Co, Rh, AND Ir\) under hydrostatic pressure](#)

29th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique

Gozd Martuljek, Slovenija, 10.-12.05.2023., str. 15-15

(pozvano predavanje, medunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)



Ida Delač, Antun Lovro Brkić, Antonio Supina, Davor Čapeta, Lucija Ptiček, Šimun Mandić, Livio Racané, Muhammad Awais Aslam, Christian Teichert

[Exploring the influence of solvents and adsorbed organic molecules on the properties of 2D MoS₂](#)

29th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique

Gozd Martuljek, Slovenija, 10.-12.05.2023., str. 22-22

(pozvano predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Bischof, Sandra, Nikša Krstulović, Kovačević, Zorana;

[Green Synthesis of Si and Al Nanoparticles by Pulsed Laser Ablation in Water for Spartium Junceum L. Fibres Modification](#)

10th Annual Congress of Nano Science and Technology

Osaka, Japan, 17.-19.5.2023., str. 172-172

(predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Naveen Singh Dhani,

[Hydrostatic pressure effects on electronic and crystal structures of non-centrosymmetric EuTGe₃ \(T = Co, Rh, and Ir\)](#)

Zakopane School of Physics 2023

Zakopane, Poljska, 23.-27.5.2023., str. 21-21

(predavanje -seminar, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Denis Abramović, Hrvoje Skenderović

[Non-classical holography with heralded single-photon source](#)

WE-Heraeus-Seminar Sensing with quantum light

Bonn, Njemačka, 5.-7.6.2023.

(predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Ivana Puljić, A. Cipriš, D. Kovačić, D. Aumiler, T. Ban, and N. Santić

[Towards a variable-geometry multiplexed strontium optical atomic clock](#)

Young Atom Opticians Conference 2023

Barcelona, Španjolska, 12.-16.6.2023., str. 156-156

(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Marin Đujić, D. Buhin, N. Šantić, D. Aumiler, T. Ban

[A comparative study of decoherence rates in alkali cells for applications in quantum memories](#)

EGAS54 Conference



Strasbourg, Francuska, 18.-22.6.2023., str. 153-153
(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Ticijana Ban, M. Kruljac, N. Šantić, D. Aumiler
[Cavity-assisted dispersive interaction of cold atoms with a frequency comb](#)
EGAS54 Conference
Strasbourg, Francuska, 18.-22.6.2023., str. 97-97
(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Vjekoslav Vulić, M. Kruljac, N. Šantić, D. Aumiler, and T. Ban
[Optically induced lattices in rubidium vapor](#)
EGAS54 Conference
Strasbourg, Francuska, 18.-22.6.2023., str. 94-94
(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Ivor Krešić
[Generating multiparticle entangled states by self-organization of driven ultracold atoms](#)
Strasbourg, Francuska, 18.-22.6.2023., str. 94-94
(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Ana Kalinić, Ivan Radović, Vito Despoja, Lazar Karbunar, Zoran Mišković
[Dynamic-Polarization Forces Acting On ACharged Particle Moving Over A Graphene Sapphire-Graphene Heterostructure](#)
The 21st Symposium on Condensed Matter Physics
Beograd, Srbija, 26.-30. 6. 2023., str. 82-82
(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Naveen Singh Dhimi, V. Balédent, O. Bednarchuk, D. Kaczorowski, S. R. Shieh, J. M. Ablett, 5,6J.-P. Rueff, J. P. Itié, C. M. N. Kumar, and Y. Utsumi
[Hydrostatic pressure effects on electronic and crystal structures of non-centrosymmetric EuTGe₃ \(T=Co, Rh & Ir\)](#)
Solid-State Science & Research 2023 (SCIRES2023)
Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, Hrvatska, 28.-30.6.2023., str. 113-113
(poster, nagrada za najbolji poster, recenzija, sažetak, znanstveni)



Goran Zgrablić, D. Čapeta, M. Rakić

[High-throughput and high-resolution Raman spectrometer for monitoring of mechanochemistry reactions](#)

Solid-State Science & Research 2023 (SCIRES2023)

Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, Hrvatska, 28.-30.6.2023., str. 135-135

(poster, recenzija, sažetak, znanstveni)

Laura Nuić, Iva Šrut Rakić, B Panić, M Kralj, I Biljan

[Polymerization of aromatic C-nitroso derivatives on Au \(111\) surface: ellipsometry, AFM and nano-FTIR study](#)

Solid-State Science & Research 2023 (SCIRES2023)

Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, Hrvatska, 28.-30.6.2023., str. 135-135

(poster, recenzija, sažetak, znanstveni) str. 57-57

Martina Lihter, M. Graf, A. Rađenović

[Nanofabrication, Functionalization and Applications of Atomically Thin 2D Materials](#)

Solid-State Science & Research 2023 (SCIRES2023)

Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, Hrvatska, 28.-30.6.2023., str. 29-29

(pozvano predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Antonio Šiber

[Mechanical design and infolding of pollen grain](#)

Solid-State Science & Research 2023 (SCIRES2023)

Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, Hrvatska, 28.-30.6.2023., str. 25-25

(pozvano predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Wojciech Sas, A. Pacanowska, M. Fitta

[Various strategies of synthesizing Prussian blue analogs of mixed composition into reduced dimensionality systems](#)

Solid-State Science & Research 2023 (SCIRES2023)

Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, Hrvatska, 28.-30.6.2023., str. 29-29

(predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Katarina Lisac, D. Mendaš,² V. Martinez,¹ B. Karadeniz,¹ T. Ročnik Kozmelj, I. Đilović, M. Grilc, E. Jasiukaitytė-Grojzdek, M. Herak, B. Likozar, D. Žilić, K. Užarević

[Monometallic and bimetallic MOF-74 materials based on structural isomers as linkers](#)

Solid-State Science & Research 2023 (SCIRES2023)



Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, Hrvatska, 28.-30.6.2023., str. 44-44
(pozvano predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Matija Čulo, S. Licciardello, K. Ishida, K. Mukasa, J. Ayres, J. Buhot, Y.-T. Hsu, T. Shibauchi, S. Kasahara, Y. Matsuda, N. E. Hussey
[Quantum vortex liquid in iron-based superconductors FeSe_{1-x}S_x and FeSe_{1-x}Te_x](#)
Solid-State Science & Research 2023 (SCIRES2023)
Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, Hrvatska, 28.-30.6.2023., str. 54-54
(predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Tomislav Ivek, E. Tafra, M. Čulo, N. Novosel, T. Ivek, M. Basletić, B. Mihaljević, Z. Jagličić, D. Rivas Góngora, S. Tomić, A. Hamzić, F. Fischgrabe, V. Moshnyaga B. Korin-Hamzić
[Exploring the Effects of Disorder and Metastability in Insulating Thin-Film Manganites](#)
Solid-State Science & Research 2023 (SCIRES2023)
Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, Hrvatska, 28.-30.6.2023., str. 52-52
(predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Ivor Krešić

[Non-Hermitian optical design by coordinate transformations and mapping](#)
13th International Conference on Metamaterials, Photonic Crystals and Plasmonics (META 2023)
Paris, Francuska, 18.-21.7.2023., str. 938-939
(pozvano predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Silvia Tomić

[From solid state to soft matter physics: structural dynamics of dna explored by dielectric and infrared spectroscopy](#)
Coarse Graining the Finer Structure of Macromolecular Interactions, City Museum
Ljubljana, Slovenija, 27.-30.8.2023., str. 37-37
(pozvano predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Hrvoje Skenderović, A. M. Dezfouli, D. Abramović, M. Rakić, and N. Demoli
[Dynamics of optomechanical array revealed by holography](#)
Photonica 2023
Beograd, Srbija, 28. – 31. 8. 2023., str. 83-83
(pozvano predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)



Yuki Utsumi Boucher

[Electronic structure of \(Co,Ni\)_{1/3}NbS₂ studied by angle-resolved photoelectron spectroscopy](#)

ECMetAC days 2023

Kranjska Gora, Slovenija, 27.-30.11.2023., str.64-64

(predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

[Gaurav Pransu](#), Naveen Singh Dhama, Wojciech Jerzy Sas, Naveen Kumar Chogondahalli Muniraju, Bruno Gudac, Mario Novak, Yuki Utsumi Boucher, Petar Popčević

[Investigation of Transport and Magnetic Properties of Intercalated TMDs](#)

ECMetAC days 2023

Kranjska Gora, Slovenija, 27.-30.11.2023., str.88-88

(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

[Naveen Singh Dhama](#), V. Balédent, O. Bednarchuk, D. Kaczorowski, S. R. Shieh, J. M. Ablett, 5,6J.-P. Rueff, J. P. Itié, C. M. N. Kumar, and Y. Utsumi

[Crystal structure study of non-centrosymmetric EuTGe₃ \(T = Co, Rh, and Ir\) under hydrostatic pressure](#)

ECMetAC days 2023

Kranjska Gora, Slovenija, 27.-30.11.2023., str.89-89

(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

[Seyed Ashkan Moghadam Ziabari](#), T. Ivšić, N. Singh Dhama, W. Jerzy Sas, G. Pransu, P. Seleš, N. Žitomir Barišić, P. Popčević, Y. Utsumi

[Synthesis, characterization, and magnetic studies of Mn₂P](#)

ECMetAC days 2023

Kranjska Gora, Slovenija, 27.-30.11.2023., str.91-91

(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

[Petar Popčević](#), I. Batistić, Y. Utsumi Boucher, L. Forro, N. Barišić, E. Tutiš

[Electronic transport in intercalated 2H-NbS₂ modulated by magnetic 3d orbitals](#)

ECMetAC days 2023

Kranjska Gora, Slovenija, 27.-30.11.2023., str.90-90

(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

[Wojciech Sas](#), A. Pacanowska, M. Fitta

[Strategies of synthesizing Prussian blue analogs of mixed composition into reduced dimensionality systems](#)



ECMetAC days 2023

Kranjska Gora, Slovenija, 27.-30.11.2023., str.34-34

(predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Emil Babić, Babić, Emil; Drobac, Đuro; Mathilde, Laurent-Brocq; Marohnić, Željko; Mikšić-Trontl, Vesna; Pervan, Petar; Ristić, Ramir; Salčinović Fetić, Amra; Zadro, Krešo

[Compositionally complex alloys: some insight from photoemission and magnetism](#)

ECMetAC days 2023

Kranjska Gora, Slovenija, 27.-30.11.2023., str. 57-57

(predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Martina Lihter, M. Graf, A. Rađenović

[2D Materials as Building Blocks for Advanced Biosensing Platforms](#)

17th Christmas Biophysics Workshop XBW

Ogulin, Hrvatska, 11.-12.12.2023., str. 10-10

(predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Ida Delač, A. L. Brkić, A. Supina, D. Čapeta, L. Dončević, L. Ptiček, Š. Mandić, L. Racanè

[Organic molecule modifications of 2D material - monolayer MoS₂](#)

17th Christmas Biophysics Workshop XBW

Ogulin, Hrvatska, 11.-12.12.2023., str. 9-9

(predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Nikša Krstulović; Radičić, Rafaela; Krce, Lucija

[LAL nanoparticles and their incorporation into polymers by APPJ for various applications](#)

Workshop on plasma-assisted conversion of gases for a sustainable future, 97th IUVESTA

Ljubljana, Slovenija, 17.-21.12.2023., str. 17-17

(pozvano predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

4.4 KNJIGE – UREDNIŠTVO (UKUPNO 1)

Berti Erjavec, Damir Starešinić, Yuki Utsumi Boucher, Silvije Vdović, Danijela Osredečki, Nives Punčec, Marija Sobol, Nikolina Žilić Martinović, Dalibor Novak, Osor S. Barišić



Godišnji izvještaj 2022.

Institut za fiziku, Zagreb, Hrvatska (2023)

4.5 PATENTI I PRIJAVE PATENATA (UKUPNO 1)

Mario Rakić, Hrvoje Skenderović, Antonio Supina, Antun Lovro Brkić

[3D printer without moving parts](#)

Broj patenta: PCT/EP2023/077366



5. SEMINARI I NASTUPNA PREDAVANJA NA INSTITUTU ZA FIZIKU (UKUPNO 30)

19.12.2023. u 14:00h

Seminar: Prof. Duncan J. Mowbray

[Photoinduced Quantum Transport](#)

Institute of Physics, 1st wing lecture hall and Zoom

18.12.2023. u 14:00h

Seminar: Dr. Nenad Kralj

[Room-temperature quantum optomechanics and the development of a mechanical quantum memory for single photons](#)

Institute of Physics, 1st wing lecture hall and Zoom

13.12.2023. u 15:00h

Nastupno predavanje: Dr.sc. Osor Barišić

[Teorija i eksperiment - elektronske korelacije i vezanje na rešetku](#)

Institut za fiziku, predavaonica 1. krila Instituta i putem interneta

13.12.2023. u 11:00h

Seminar: Dr. rer. nat. Fraser MacMillan

[Understanding Movement and Mechanism in Membrane Proteins: A Magnetic Resonance Spectroscopist's View](#)

Institute of Physics, 1st wing lecture hall and Zoom

28.11.2023. u 11:00h

Seminar: Petar Pervan

[Electric field modifications of metal-dielectric multilayer systems for fabrication of optical filter microarray](#)

Institute of Physics, 1 st wing lecture room & Zoom

20.11.2023. u 14:00h

Nastupno predavanje: Dr. sc. Nikša Krstulović

[Fotokataliza organskih boja pomoću laserski sintetiziranih nanočestica](#)

Institut za fiziku, predavaonica 1. krila Instituta i putem interneta



16.11.2023. u 15:00h

Nastupno predavanje: Dr. sc. Nives Štrkalj

[Exploring Nanoscale Ferroelectricity in Oxide Heterostructures](#)

Institut za fiziku, predavaonica 1. krila i putem interneta

10.11.2023. u 11:00h

Seminar: Dr. Benjamin Fetić

[Atomic processes in strong laser fields and attophysics](#)

Institute of Physics, 1st wing lecture room & Zoom

09.11.2023. u 14:00h

Nastupno predavanje: Dr. sc. Nikolina Novosel

[Sustavi s jakim elektronskim korelacijama: transportna i magnetska svojstva manganita](#)

Institut za fiziku, predavaonica 1. krila i putem interneta

07.11.2023. u 11:00h

Seminar: Dr. Cosme Gonzalez Ayani

[Probing the phase transition to a coherent 2D Kondo Lattice](#)

Institute of Physics, 1st wing lecture room & Zoom

03.11.2023. u 11:00h

Nastupno predavanje: Dr. sc. Andrey Mishchenko

[Diagrammatic Monte Carlo and Analytic Continuation: from a single polaron to artificial Kondo lattices](#)

Nastupno predavanje se održalo putem aplikacije Zoom

02.11.2023. u 11:00h

Seminar: Dr. Alexander Lopez

[Interplay of spin-orbit and radiation fields in low-dimensional systems](#)

Institute of Physics, 1st wing lecture room & Zoom



19.10.2023. u 11:00h

Nastupno predavanje: Dr. sc. Yuki Utsumi Boucher

[Experimental studies of strongly correlated electron systems](#)

Institut za fiziku, predavaonica 1. krila i putem interneta

02.10.2023. u 10:00h

Nastupno predavanje: Dr. sc. Vesna Mikšić Trontl

[Some aspects of modifying electronic structure](#)

Institut za fiziku, predavaonica 1. krila i putem interneta

29.09.2023. u 11:00h

Nastupno predavanje: Dr.sc. Nataša Vujičić

[Photoexcitations in 2D Layered Systems](#)

Institut za fiziku, predavaonica 1. krila i putem interneta

21.09.2023. u 11:00h

Seminar: Dr. Elena Voloshina

[Band structure engineering of 2D materials: Insights from theory](#)

Online seminar @Institute of Physics

19.09.2023. u 11:00h

Seminar: Dr. Yuriy Dedkov

[Electronic and magnetic properties of 2D materials and systems](#)

Online seminar @Institute of Physics

07.07.2023. u 11:00h

Nastupno predavanje: Dr. sc. Vito Despoja

[Exciton-polaritons in layered van der Waals heterostructures](#)

Institut za fiziku, predavaonica 1. krila i putem interneta



07.07.2023. u 13:00h

Seminar: Dr. András Vukics

[Photon-blockade breakdown as a first-order dissipative phase transition in zero dimension](#)

Institute of Physics, 1st wing lecture hall

15.06.2023. u 11:00h

Seminar: mag. phys. Ana Senkić

[Microscopic investigation of intrinsic defects in transition metal dichalcogenide monolayers grown by chemical vapour deposition](#)

Institute of Physics, 1st wing lecture room + online

05.06.2023. u 11:00h

Seminar: prof. Peter Saalfrank,

[Light-driven processes in molecules and materials: From photophysics to photochemistry](#)

Institute of Physics, 1st wing lecture room

16.05.2023. u 11:00h

Nastupno predavanje: dr.sc. Hrvoje Skenderović

[Holography and coherent optics](#)

Institute of Physics, 1st wing lecture room

15.05.2023. u 11:00h

Seminar: Dr. sc. Tonica Valla

[How Angle Resolved Photoemission Spectroscopy and High Tc Superconductivity grew up together and what is next](#)

Institute of Physics, 1st wing lecture room + online

03.05.2023. u 10:00h

Ostala događaja: [Research equipment and methods at the Institute of Physics, Zagreb](#)

Institute of Physics, 1st wing lecture room

25.04.2023. u 11:00h

Nastupno predavanje: Dr.sc. Marin Petrović



Overcoming challenges in synthesis, characterization and manipulation of epitaxial 2D materials
Institut za fiziku, dvorana u 1. krilu i online

20.04.2023. u 11:00h

Ostala događaja: [Predstavljanje usluge Srca „Napredno računanje“ - superračunalo „Supek“](#)

Institut za fiziku, dvorana u 1. krilu

30.03.2023. u 14:00h

Seminar: dr.sc. Tonči Tadić

[Inovacije na Institutu za fiziku: 9. Fuzija, ITER i DONES](#)

Institut za fiziku, dvorana u 1. krilu

23.02.2023. u 14:00h

Seminar: dr. sc. Félix Rose

[Dynamics and transport in the vicinity of a quantum phase transition](#)

Institute of Physics, 3rd wing lecture hall and zoom

08.02.2023. u 11:00h

Seminar: prof.dr.sc. Olga Gornik Kljaić

[Inovacije na Institutu za fiziku - 8. Od ideje do patenta: Postupak predviđanja razvoja šećerne bolesti tipa 2 pomoću analize N-glikana vezanih na plazmatske proteine zdravih osoba](#)

Institut za fiziku, velika predavaonica u 3. krilu

12.01.2023. u 14:00h

Nastupno predavanje: dr. sc. Martina Lihter

[2D materials: nanofabrication, functionalization and applications](#)

Institut za fiziku, velika predavaonica u 3. krilu i putem Zoom-a



6. POZVANI SEMINARI (UKUPNO 11)

Denis Abramović

[Non-classical holography with heralded single-photon source](#)

WE-Heraeus-Seminar Sensing with quantum light, Bonn, Njemačka, 5.-7.6.2023.

Matija Čulo

[Interplay between correlations and disorder in manganites](#)

Institute Jožef Stefan, Ljubljana, Slovenija, 30.11.2023.

Naveen Singh Dhani

[Hydrostatic pressure effects on electronic and crystal structures of non-centrosymmetric \$\text{EuTGe}_3\$ \(T = Co, Rh, and Ir\)](#)

Zakopane School of Physics 2023, Zakopane, Poljska, 23.-27.5.2023.

Marko Kralj

[Atomically thin two-dimensional materials](#)

PMF Sarajevo, Sarajevo, Bosna i Hercegovina, 5.5.2023.

Ivor Krešić

[Nonlinear self-organization of driven ultracold atoms in the transverse plane](#)

ETH Zürich (grupa T. Esslinger), Švicarska, ožujak 2023.

Ivor Krešić

[Nonlinear self-organization of driven ultracold atoms in the transverse plane](#)

IST Austria (grupa O. Hostena), Austrija, travanj 2023.

Ivor Krešić

[Nonlinear self-organization of driven ultracold atoms in the transverse plane](#)

Sveučilište Oxford (grupa D. Jakscha), Ujedinjeno Kraljevstvo, svibanj 2023.



Ivor Krešić

[Quantum correlations via self-organization of driven ultracold atoms](#)

Wigner Research Center for Physics (grupa P. Domokosa), Mađarska, studeni 2023.

Iva Šrut Rakić

[Hitchhikers guide to straintronics in 2D materials - fractional Landau levels, anisotropic bands and interactions](#)

Fizički odsjek PMF-a, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska, 19.1.2024.

Hrvoje Skenderović

[Quantum light imaging](#)

Faculty of Applied Sciences, Munchen, Njemačka, 24.– 29.9.2023.

Goran Zgrablić

[Two multi-MHz repetition rate sources based on specialty optical fibers: from VIS-NIR supercontinuum to VUV ultrafast pulses](#)

Artemis, STFC-CLF, Oxfordshire, Ujedinjeno Kraljevstvo, 18.1.2023.



7. SUDJELOVANJE NA KONFERENCIJAMA I RADIONICAMA

7.1 POZVANA PREDAVANJA (UKUPNO 28)

Damir Aumiler

[Centre for Advanced Laser Techniques \(CALT\)](#)

Wigner Research Centre for Physics
Budimpešta, Mađarska, 22.11.2023.

Ticijana Ban

[Multichannel laser cooling of atoms using an optical frequency comb](#)

Wigner Research Centre for Physics
Budimpešta, Mađarska, 22.11.2023.

Ticijana Ban

[Multichannel laser cooling of atoms using an optical frequency comb](#)

University of Groningen
Groningen, Njemačka, 30.11.2023.

Yuki Utsumi Bousher

[Pressure evolution of crystal and electronic structure of \$\text{EuTGe}_3\$ \(T=Co, Rh, Ir\)](#)

H-Physics workshop: Topology, spin-orbit interactions and superconductivity in strongly correlated quantum materials under extreme conditions
Grenoble, Francuska, 09.-12.10.2023.

Matija Čulo

[Dual nature of charge carriers in the iron-based superconductor \$\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x\$](#)

Joint Annual Meeting of the Swiss Physical Society and Austrian Physical Society
Basel, Švicarska, 4-8.9.2023.

Matija Čulo

[Long, rich and exotic path from insulating to metallic states in strongly correlated ceramic materials \(plenarno predavanje\)](#)

Advanced Ceramic and Application Conference XI
Beograd, Srbija, 18.-20.9.2023.



Ida Delač

[Exploring the influence of solvents and adsorbed organic molecules on the properties of 2D MoS₂](#)
29th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique
Gozd Martuljek, Slovenija, 10.-12.05.2023. (predavanje nije održano)

Vito Despoja

[Scanning the electromagnetic eigen-modes in layered van der Waals heterostructures](#)
Nanoscience Summer School @ Yachay 2023 (NSSY 2023)
Galapagos, Ecuador, 23.-29.4.2023.

Naveen Singh Dhani

[Electronic and crystal structure study of non-centrosymmetric EuTGe₃ \(T = Co, Rh, AND Ir\) under hydrostatic pressure](#)
29th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique
Gozd Martuljek, Slovenija, 10.-12.05.2023.

Tomislav Ivek

[Colossal Magnetoresistance and Metastability in La_{1-x}Ca_xMnO₃ \(x>0.5\) Thin Films](#)
7th Conference of the Serbian Society for Ceramic Materials
Beograd, Srbija, 14.-16.6.2023.

Marko Kralj

[Van der Waals Epitaxy of 2D Materials and Versatile Interface Engineering by Self-Intercalation](#)
Workshop on Low-Dimensional Electronic Materials Preparation and Characterization
Peking, Kina, 21.7.2023.

Virna Kisiček

[Second harmonic generation probing of antiferromagnetic domains in magnetoelectrics](#)
29th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique
Gozd Martuljek, Slovenija, 10.-12.05.2023.

Ivor Krešić

[Non-Hermitian optical design by coordinate transformations and mapping](#)
13th International Conference on Metamaterials, Photonic Crystals and Plasmonics (META 2023)
Paris, Francuska, 18.-21.7.2023.



Ivor Krešić

[Exploring quantum coherence, cooling and self-ordering with optical frequency combs](#)

ESI Conference on Blackbody Radiation Induced Effects and Phenomena

Beč, Austrija, 13.2.-17.2.2023.

Nikša Krstulović

[LAL nanoparticles and their incorporation into polymers by APPJ for various applications](#)

Workshop on plasma-assisted conversion of gases for a sustainable future

Ljubljana, Slovenija, 17.-21.12.2023.

Martina Lihter

[Nanofabrication, Functionalization and Applications of Atomically Thin 2D Materials](#)

Solid-State Science & Research Meeting 2023 (SCIRES2023)

Zagreb, Hrvatska, 28.-30.6.2023.

Martina Lihter

[2D Material-based Nanodevices \(plenarno predavanje\)](#)

Sinergy at the Chemistry-Nanotechnology Interface 2023, IMI

Zagreb, Hrvatska, 26.5.2023.

Dino Novko

[Atto2Nano: modeling ultrafast dynamics across time-scales in condensed matter](#)

CECAM Psi-k research conference 2023

Newport, SAD, 11.-16.6.2023.

Dino Novko

[Dynamics at Surfaces](#)

Gordon Research Conference

Lausanne, Švicarska, 26.-29.9.2023.

Marin Petrović

[Epitaxial borophene: From fundamentals towards applications](#)

Workshop on Low-Dimensional Electronic Materials Preparation and Characterization

Peking, Kina, 21.7.2023.



Rafaela Radičić

[Fotokataliza: budućnost pročišćavanja otpadnih voda?](#)

Rijeka Tehnologije, Sveučilište u Rijeci, Centar za popularizaciju
Rijeka, Hrvatska, 30.1.-4.2.2023.

Ana Senkić

[Microscopic Investigation of Intrinsic Defects in CVD-grown MoS₂ Monolayers](#)

29th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique
Gozd Martuljek, Slovenija, 10.-12.05.2023.

Hrvoje Skenderović

[Dynamics of optomechanical array revealed by holography](#)

Photonica 2023

Beograd, Srbija, 28. – 31. 8. 2023.

Neven Šantić

[Quantum technology group in Zagreb: from hot to cold atoms](#)

Beyond MCQST & IMPRS-QST: Alumni Network Kick-Off Event
Garching, Njemačka, 14.7.2023.

Antonio Šiber

[Extreme Mechanics of Pollen Deformation](#)

Coarse Graining the Finer Structure of Macromolecular Interactions, City Museum
Ljubljana, Slovenija, 27.-30.8.2023.

Antonio Šiber

[Mechanical design and infolding of pollen grain](#)

Solid-State Science & Research Meeting 2023 (SCIRES2023)
Zagreb, Hrvatska, 28.-30.6.2023.

Silvia Tomić

[From solid state to soft matter physics: structural dynamics of dna](#)

Coarse Graining the Finer Structure of Macromolecular Interactions, City Museum
Ljubljana, Slovenija, 27.-30.8.2023.



Goran Zgrablić

[Exploring novel photochemical behaviour of BODIPY-phenol chromophores using time-resolved photoelectron spectroscopy](#)

17th Christmas Biophysics Workshop XBW

Ogulin, Hrvatska, 11.-12.12.2023.

7.2 PREDAVANJA (UKUPNO 24)

Yuki Utsumi Bousher

[Electronic structure of \$\(\text{Co,Ni}\)_{1/3}\text{NbS}_2\$ studied by angle-resolved photoelectron spectroscopy](#)

ECMetAC days 2023

Kranjska Gora, Slovenija, 27.-30.11.2023.

Matija Čulo

[Dual character of the magnetotransport in \$\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x\$](#)

Catch-22 Tinternational workshop

Tintern, UK, 21.-23.11.2023.

Matija Čulo

[Quantum vortex liquid in iron-based superconductors \$\text{FeSe}_{1-x}\text{S}_x\$ and \$\text{FeSe}_{1-x}\text{Te}_x\$](#)

Solid-State Science & Research Meeting 2023 (SCIRES2023)

Zagreb, Hrvatska, 28.-30.6.2023.

Ida Delač

[Organic molecule modifications of 2D material - monolayer \$\text{MoS}_2\$](#)

17th Christmas Biophysics Workshop XBW

Ogulin, Hrvatska, 11.-12.12.2023.

Vito Despoja

[Transition from weak to strong light-molecule coupling in fullerene \$\text{C}_{60}\$ multilayers](#)

Nanophotonics of 2D Materials, N2D 2023

San Sebastian, Španjolska, 19.-22.6.2023.



Tomislav Ivek

[Exploring the Effects of Disorder and Metastability in Insulating Thin-Film Manganites](#)

Solid-State Science & Research Meeting 2023 (SCIRES2023)

Zagreb, Hrvatska, 28.-30.6.2023.

Sherif Kamal

[Boron in the Nanoworld: Electronic Structure of Atomically-Thin Borophene on Iridium](#)

Institute for Medical Research and Occupational Health (IMI)

Zagreb, Hrvatska, 26.5.2023.

Sherif Kamal

[Epitaxial borophene on iridium: Nano-modulated binding and effects of Li deposition](#)

Graphene Week 2023

Gothenburg, Švedska, 4.-8.9.2023.

Ivor Krešić

[Quantum motional state Dicke squeezing by cavity self-organization of ultracold atoms](#)

Virtual: American Physical Society (APS) March Meeting 2023

Virtualno, Las Vegas, SAD, 20.-22.3.2023.

Mateo Kruljac

[Workshop - Writing as a scientist and the mistakes we make](#)

7th PhD Symposium, University of Zagreb

Zagreb, Hrvatska, 21.-23.4.2023.

Martina Lihter

[2D Materials as Building Blocks for Advanced Biosensing Platforms](#)

17th Christmas Biophysics Workshop XBW

Ogulin, Hrvatska, 11.-12.12.2023.

Marko Mandarić

[Optimisation of the search for new high mass higgs bosons in the four-lepton channel with the CMS experiment](#)

7th PhD Symposium, University of Zagreb

Zagreb, Hrvatska, 21.-23.4.2023.



Naveen Kumar Chogondahalli Muniraju

[Roles of the two electronic subsystems in high- \$T_c\$ cuprates – an optical spectroscopy perspective](#)

8th international conference on superconductivity and magnetism (ICSM2023)

Ölüdeniz-Fethiye, Turska, 4.-11.5.2023.

Marin Petrović

[Istraživanja materijala elektronskim spektroskopijama](#)

Industry Day (CEMS), Institut za fiziku

Zagreb, Hrvatska, 17.2.2023.

Marin Petrović

[Nano-modulated electronic properties of borophene on Ir\(111\)](#)

Graphene 2023

Manchester, UK, 27.-30.6.2023.

Petar Popčević

[Complexities of 2H-NbS₂ intercalations](#)

8th international conference on superconductivity and magnetism (ICSM2023)

Ölüdeniz-Fethiye, Turska, 4.-11.5.2023.

Borna Radatović

[Litografija na mikro i nanoskali](#)

Industry Day (CEMS), Institut za fiziku

Zagreb, Hrvatska, 17.2.2023.

Iva Šrut Rakić

[Primjene napredne mikroskopije i spektroskopije pomoću pretražne probe i bliskog polja](#)

Industry Day (CEMS), Institut za fiziku

Zagreb, Hrvatska, 17.2.2023.



Iva Šrut Rakić

[Tuning MoS₂ band structure: How self-intercalation affects screening, interactions and strain](#)

Virtual: American Physical Society (APS) March Meeting 2023

Virtualno, Las Vegas, SAD, 20.-22.3.2023.

Wojciech Sas

[Various strategies of synthesizing Prussian blue analogs of mixed composition into reduced dimensionality systems](#)

Solid-State Science & Research Meeting 2023 (SCIRES2023)

Zagreb, Hrvatska, 28.-30.6.2023.

Wojciech Sas

[Strategies of synthesizing Prussian blue analogs of mixed composition into reduced dimensionality systems](#)

ECMetAC days 2023

Kranjska Gora, Slovenija, 27.-30.11.2023.

Hrvoje Skenderović

[Holography with Single Photons](#)

DPG Spring Meeting, SAMOP 2023

Hannover, Njemačka, 5. – 10. 3. 2023.

Nataša Vujičić

[Primjena optičkih spektroskopija](#)

Industry Day (CEMS), Institut za fiziku

Zagreb, Hrvatska, 17.2.2023.

Seyed Ashkan Moghadam Ziabari

[Synthesis and characterization of Fe₂P and Mn₂P](#)

7th PhD Symposium, University of Zagreb

Zagreb, Hrvatska, 21.-23.4.2023.



7.3 OSTALA SUDJELOVANJA (UKUPNO 40)

Ivan Balog

[Renormalization Group and Probability](#)

French-German WE-Heraeus-Seminar- Exploring New Topics with Functional Renormalisation

Bad Honnef, Njemačka, 30.4.-6.5.2023.

(poster)

Ticijana Ban

[Cavity-assisted dispersive interaction of cold atoms with a frequency comb](#)

EGAS54 Conference

Strasbourg, Francuska, 18.-22.6.2023.

(poster)

Yuki Utsumi Bousher

[X-rays for the study of quantum materials](#)

Summerschool – MPG-UBC-UTokyo Center

Dresden, Njemačka, 26.-29. 9.2023.

(poster)

Naveen Singh Dhani

[Crystal structure study of non-centrosymmetric EuTGe₃](#)

ECMetAC days 2023

Kranjska Gora, Slovenija, 27.-30.11.2023.

(poster)

Naveen Singh Dhani

[Hydrostatic pressure effects on electronic and crystal structures of non-centrosymmetric EuTGe₃ \(T=Co, Rh & Ir\)](#)

Solid-State Science & Research Meeting 2023 (SCIRES2023)

Zagreb, Hrvatska, 28.-30.6.2023.

(poster)



Naveen Singh Dhani

[High energy resolution fluorescence detected XAS study of non-centrosymmetric \$\text{EuTGe}_3\$ \(\$T = \text{Co, Rh, and Ir}\$ \) under pressure](#)

X-rays for the study of quantum materials

Dresden, Njemačka, 26.-29.9.2024.

(poster)

Naveen Singh Dhani

Condensed Matter Workshop, Faculty of Physics and Applied Computer Science, AGH University

Krakow, Poljska, 15.-16.2.2023.

(edukacija)

Marin Đujić

[A comparative study of decoherence rates in alkali cells for applications in quantum memories](#)

EGAS54 Conference

Strasbourg, Francuska, 18.-22.6.2023.

(poster)

Marin Đujić

Introductory Course 2023 , Institute IQOQI

Innsbruck, Austrija, 9.-12.7.2023.

(edukacija)

Lucija Nora Farkaš

[Lower Critical Dimension in the \$\phi^4\$ Theory](#)

French-German WE-Heraeus-Seminar- Exploring New Topics with Functional Renormalisation

Bad Honnef, Njemačka, 30.4.-6.5.2023.

(poster)

Andrej Fedorenko

[Non-Anderson disorder-driven quantum transition in nodal semimetals](#)

French-German WE-Heraeus-Seminar- Exploring New Topics with Functional Renormalisation

Bad Honnef, Njemačka, 30.4.-6.5.2023.

(poster)



Nina Girotto

[Raman features of graphene and Weyl semimetals beyond the standard nonadiabatic theory](#)

DPG-Frühjahrstagung (DPG Spring Meeting) of the Condensed Matter Section (SKM)

Dresden, Njemačka, 26.-31.3.2023.

(poster)

Nina Girotto

SSCHA School 2023

San Sebastian, Španjolska, 26.-30.6.2023.

(edukacija)

Nina Girotto

Finite-temperature and anharmonic response properties of solids in theory and practice, Marcus Wallenberg symposium

Linköping, Švedska, 21.-25.8.2023.

(edukacija)

Sherif Kamal

[Nano-modulated binding and effects of Li deposition](#)

Electrochemical energy storage in 2D and layered materials Workshop, Lorentz Centre

Leiden, Nizozemska, 14.-17.11-2023.

(poster)

Ivor Krešić

[Transforming space with non-Hermitian dielectrics](#)

Virtual: American Physical Society (APS) March Meeting 2023

Virtualno, Las Vegas, SAD, 20.-22.3.2023.

(poster)

Ivor Krešić

[Generating multiparticle entangled states by self-organization of driven ultracold atoms](#)

EGAS54 Conference

Strassbourg, Francuska, 18.-22.6.2023

(poster)



Nikša Krstulović

[Photocatalysis of methylene blue and diazepam using laser synthesized black TiO₂ nanoparticles under irradiation with UV and visible light](#)

29th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique

Gozd Martuljek, Slovenija, 10.-12.05.2023.

(poster)

Nikša Krstulović

[UV and visible-light photodegradation of Methylene Blue and Diazepam using laser synthesized black TiO₂ nanoparticles](#)

The Second Conference " Multiscale Irradiation and Chemistry Driven Processes and Related Technologies" MultIChem 2023

Prag, Češka, 26.-28.4.2023.

(poster)

Nikolina Novosel

29th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique

Gozd Martuljek, Slovenija, 10.-12.05.2023.

(sudjelovanje)

Petar Popčević

[Electronic transport in intercalated 2H-NbS₂ modulated by magnetic 3d orbitals](#)

ECMetAC days 2023

Kranjska Gora, Slovenija, 27.-30.11.2023.

(poster)

Gaurav Pransu

[Investigation of Transport and Magnetic Properties of Intercalated TMDs](#)

ECMetAC days 2023

Kranjska Gora, Slovenija, 27.-30.11.2023.

(poster)

Gaurav Pransu

[Investigation of Magnetic and Transport Properties of Intercalated TMD's](#)

ICAM Conference, University of California Santa Barbara

Santa Barbara, SAD, 3.-8.12.2023.

(poster)



Gaurav Pransu

[Investigation of Electrical and Magnetic Properties of Various Intercalated Systems](#)

7th PhD Symposium, University of Zagreb

Zagreb, Hrvatska, 21.-23.4.2023.

(poster)

Ivana Puljić

[Towards a variable-geometry multiplexed strontium](#)

Young Atom Opticians conference 2023

Barcelona, Španjolska, 12.-16.6.2023.

(poster)

Rafaela Radičić

[Laser synthesis of ZnO-Ag heterojunction nanoparticles and its application in photocatalysis under solar irradiation](#)

29th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique

Gozd Martuljek, Slovenija, 10.-12.05.2023.

(poster)

Rafaela Radičić

[Laser Synthesis of nanoparticles and their application in photocatalysis](#)

7th PhD Symposium, University of Zagreb

Zagreb, Hrvatska, 21.-23.4.2023.

(poster)

Rafaela Radičić

[Laser synthesis of Ag, Au, and Pt doped ZnO nanoparticles and application in photocatalysis under UV irradiation](#)

The Second Conference " Multiscale Irradiation and Chemistry Driven Processes and Related Technologies" MultIChem 2023

Prag, Češka, 26.-28.4.2023.

(poster)

Iva Šrut Rakić

[Tuning MoS₂ band structure: How self-intercalation affects screening, interactions and strain](#)

29th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique



Gozd Martuljek, Slovenija, 10.-12.05.2023.
(poster)

John Erick Toro Rojo
Introductory Course 2023 , Institute IQOQI
Innsbruck, Austrija, 9.-12.7.2023.
(edukacija)

John Erick Toro Rojo
[Towards a variable-geometry multiplexed strontium optical atomic clock](#)
Ultracold molecules: Quantum physics and applications
Les Houches, Francuska, 9.-20.10.2023.
(poster)

Patrick Seleš
International Hybrid Training school – Characterization techniques for epitaxial materials, OPERA Cost Action, University of Aveiro
Aveiro, Portugal, 13.-17.6.2023.
(edukacija)

Ana Senkić
Mauterndorf Winter School
Mauterndorf, Austrija, 12.-17.2.2023.
(edukacija)

Ana Senkić
Near-field Optical Nanoscopy Summer School
San Sebastian, Španjolska, 6.-9.6.2023.
(edukacija)

Hrvoje Skenderović
[Holography of biomimetic structures based on butterfly wings for image sensing](#)
CLEO/Europe-EQEC 2023
Munchen, Njemačka, 25. – 30. 6. 2023.
(poster)



Neven Šantić

EURAMET TC-TF meeting, PTB

Braunschweig, Njemačka, 22.-23.3.2023.

(sudjelovanje)

Vjekoslav Vulić

[Optically induced lattices in rubidium vapor](#)

EGAS54 Conference

Strasbourg, Francuska, 18.-22.6.2023.

(poster)

Goran Zgrablić

[High-throughput and high-resolution Raman spectrometer for monitoring of mechanochemistry reactions](#)

Solid-State Science & Research Meeting 2023 (SCIRES2023)

Zagreb, Hrvatska, 28.-30.6.2023.

(poster)

Seyed Ashkan Moghadam Ziabari

Condensed Matter Workshop, Faculty of Physics and Applied Computer Science, AGH University

Krakow, Poljska, 15.-16.2.2023.

(edukacija)

Seyed Ashkan Moghadam Ziabari

European School on Magnetism 2023, Universidad Autónoma de Madrid

Madrid, Španjolska, 3.-15. 9.2023.

(edukacija)



7.4 ORGANIZACIJA (UKUPNO 12)

Mateo Kruljac

Član organizacijskog odbora

7th PhD Symposium, University of Zagreb

Zagreb, Hrvatska, 21.-23.4.2023.

Mario Rakić

Član organizacijskog odbora

29th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique

Gozd Martuljek, Slovenija, 10.-12.05.2023.

Iva Šrut Rakić

Član organizacijskog odbora

29th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique

Gozd Martuljek, Slovenija, 10.-12.05.2023.

Ticijana Ban

Član međunarodnog programskog odbora

EGAS54 Conference

Strasbourg, Francuska, 18.-22.6.2023.

Nikolina Novosel

Član međunarodnog programskog odbora

Solid-State Science & Research 2023 (SCIRES 2023), PMF – Kemijski odsjek, Sveučilište u Zagrebu

Zagreb, Hrvatska, 28.-30.6.2023.

Goran Zgrablić

Član organizacijskog odbora

Solid-State Science & Research 2023 (SCIRES 2023), PMF – Kemijski odsjek, Sveučilište u Zagrebu

Zagreb, Hrvatska, 28.-30.6.2023.



Ticijana Ban
Član međunarodnog programskog odbora
CLEO®/Europe 2023 konferencija, područje Quantum Optics and Quantum Matter
Munchen, Njemačka, 26.-30.6.2023.

Wojciech Sas
Član lokalnog organizacijskog odbora
YOUNG MULTIS 2023 - Multiscale Phenomena in Condensed Matter conference
Krakow, Poljska, 3.-5.7.2023.

Damir Aumiler
Glavni organizator
Generalna skupština Laserlab Europe konzorcija, Institut za fiziku
Zagreb, Hrvatska, 28.-29.11.2023.

Ida Delač
Član organizacijskog odbora
17th Christmas Biophysics Workshop XBW
Ogulin, Hrvatska, 11.-12.12.2023.

Tomislav Vuletić
Član organizacijskog odbora
17th Christmas Biophysics Workshop XBW
Ogulin, Hrvatska, 11.-12.12.2023.



8. DOKTORSKE DISERTACIJE I DIPLOMSKI RADOVI

8.1 OBRANJENE DOKTORSKE DISERTACIJE (UKUPNO 5)

Lucija Nora Farkaš

Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Fizički odsjek

[Funkcionalna renormalizacijska grupa i rijetki događaji](#)

Zagreb, 13.12.2023.

Mentor: Ivan Balog

Julio Car

Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Fizički odsjek

[Modeliranje parametara sustava koloidnih otopina nanočestica dobivenih laserskom ablacijom u vodi i primjene](#)

Zagreb, 30.11.2023.

Mentor: Nikša Krstulović

Denis Abramović

Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Fizički odsjek Prirodoslovno-matematički fakultet

[Application of quantum light in holography](#)

Zagreb, 21.9.2023.

Mentor: Nazif Demoli

Mentor: Hrvoje Skenderović

Domagoj Kovačić

Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Fizički odsjek Prirodoslovno-matematički fakultet

[Development of an optical frequency standard](#)

Zagreb, 14.3.2023.

Mentor: Ticijana Ban



Mateo Forjan

Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Fizički odsjek

[Ultrabrza spektroskopija i fotokemija međuprodukata s potencijalnom primjenom u biologiji i medicini](#)

Zagreb, 2.3.2023.

Mentor: Silvije Vdović

8.2 OBRANJENI DIPLOMSKI RADOVI (UKUPNO 1)

Luka Cavaliere Lokas

Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Fizički odsjek

[Kontrola propagacije svjetlosti u nehermitskom dielektričnom mediju](#)

završni rad - diplomski/integralni studij

Zagreb, 01.12.2023.

Mentor: Neven Šantić

8.3 DOKTORSKE DISERTACIJE U TIJEKU (UKUPNO 26)

Antun Lovro Brkić

[Predložena tema: Modifying 2D materials' properties by molecular functionalization](#)

Fakultet za matematiku in fiziko, Sveučilište u Ljubljani

Mentorica: Ida Delač

Vedran Brusar

[Predložena tema: Ultrabrza spektroskopija poluvodičkih tankih slojeva dihalogenida i oksinitrida prijelaznih metala](#)

Mentor: Silvije Vdović

Ali Mardan Dezfouli

[Predložena tema: Generation and detection of orbital angular momentum in optical vortex](#)

Mentor: Hrvoje Skenderović



Naveen Singh Dhmi

Predložena tema: Pressure dependent electronic and crystal structures of Eu-compound

Mentorica: Yuki Utsumi Boucher

Martina Dragičević

Naslov teme: Anizotropija magnetski uređenih stanja u niskodimenzionalnim magnetoelektricima

Mentorica: Mirta Herak (do 02.12.2018.)

Mentor: Tomislav Ivek (od 03.12.2018.)

Marin Đujić

(naslov teme još nije određen)

Mentorica: Ticijana Ban

Nina Girotto

Predložena tema: Istraživanje elektron-fonon vezanja u novim 2D materijalima

Mentor: Dino Novko

Blaž Ivšić

Predložena tema: Dinamika proteina Rac1 u amebi Dictyostelium discoideum

Mentor: Tomislav Vuletić

Josip Jakovac

Predložena tema: Plazmoni i plazmaroni u 2D kristalima

Mentor: Vito Despoja

Ana Jurković

(naslov teme još nije određen)

Mentorica: Martina Lihter

Sherif Kamal

Predložena tema: Sinteza i karakterizacija borofena na metalnim podlogama

Mentor: Marin Petrović

Karmen Kapustić

Predložena tema: Sinteza dihalogenida prijelaznih metala i njihovih heterostruktura

Mentorica: Iva Šrut Rakić



Virna Kisiček

Predložena tema: Statička i dinamička svojstva multiferoika

Mentor: Damir Dominko

Marko Mandarić

(naslov teme još nije određen)

Mentorica: Ticijana Ban

Tomislav Miškić

(naslov teme još nije određen)

Mentor: Osor Slaven Barišić

Šimun Mandić

Predložena tema: Funkcionalizirani dvodimenzionalni materijali

Mentorica: Ida Delač

Seyed Ashkan Moghadam Ziabari

Predložena tema: Synthesis and characterization of transition metal phosphides

Mentorica: Yuki Utsumi Boucher

Gaurav Pransu

Predložena tema: Utjecaj interkalacije na fizikalna svojstva dihalogenida prijelaznih metala

Mentor: P. Popčević

Ivana Puljić

Predložena tema: Visoko-razlučiva spektroskopija atoma stroncija pomoću optičkog frekventnog češlja

Mentorica: T. Ban

Rafaela Radičić

Predložena tema: Razvoj metode sinteze dvokomponentnih nanočestica i njihova primjena u fotokatalizi

Mentor: N. Krstulović



Željko Rapljenović

Naslov teme: Kolektivna dinamika u multiferoicima

Mentor: T. Ivek

Patrick Seleš

Predložena tema: Sinteza dvodimenzionalnih materijala baziranih na boru na podlogama prijelaznih metala

Mentor: Marin Petrović

Ana Senkić

Mikroskopsko istraživanje intrinzičnih defekata u jednoslojnim dihalogenidima prijelaznih metala naraštanim kemijskom depozicijom para

Mentorica: N. Vujičić

Antonio Supina

Predložena tema: Mikroskopska kinematika epitaksijalnog rasta TMD materijala

Mentor: Marko Kralj

Johnn ErickToro Rojo

Predložena tema: Variable-geometry multiplexed strontium optical atomic clock

Mentor: Neven Šantić

Vjekoslav Vulić

Predložena tema: Razvoj Ti:safir lasera sa spregnutim modovima pumpanog plavim diodama i njegova primjena u istraživanju međudjelovanja atoma s laserskom svjetlošću

Mentor: Damir Aumiler

8.4 DOKTORSKE DISERTACIJE U TIJEKU S DRUGIH INSTITUCIJA (UKUPNO 3)

Neven Golenić

Institucija: Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA) u Trstu

Naslov teme: Eksiton polaritoni i plazmon polaritoni u 2D vdW heterostrukturama.

Mentor: Vito Despoja



Silvija Badurina
Institucija: Prirodoslovno matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu
Naslov teme: [Izgledi hlađenja atoma stroncija optičkim frekventnim češljem](#)
Mentor: D. Aumiler

Lucija Nora Farkaš
Institucija: Prirodoslovno matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu
Naslov teme: [Strongly nonuniform fluctuations within the Functional Renormalization Group](#)
Mentor: Ivan Balog, Gilles Tarjus LPTMC CNRS

9. NASTAVA ODRŽANA NA DRUGIM INSTITUCIJAMA

9.1 EVIDENCIJA DODIPLOMSKE NASTAVE U ŠKOLSKOJ GODINI 2023./2024. (UKUPNO 16)

| PREZIME, ime | ZVANJE | INSTITUCIJA | NAZIV KOLEGIJA | NOSITELJ |
|---------------------------|--------|-------------|---|------------|
| Aumiler, Damir | ZSV | PMF ZG | Eksperimentalne metode atomske fizike | D. Aumiler |
| Aumiler, Damir | ZSV | PMF ZG | Fizika Lasera | D. Aumiler |
| Brkić, Antun Lovro | AS/DOK | PMF ZG | Praktikum iz eksperimentalne nastave fizike 1 | K. Jeličić |
| Brkić, Antun Lovro | AS/DOK | PMF ZG | Praktikum iz eksperimentalne nastave fizike 2 | K. Jeličić |
| Čapeta, Davor | VSS | PMF ZG | Napredni fizički praktikum 1 | D. Pelc |
| Čapeta, Davor | VSS | PMF ZG | Napredni fizički praktikum 2 | D. Pelc |
| Ivšić, Blaž | AS/DOK | PMF ZG | Klasična mehanika 1 | I. Kupčić |



| | | | | |
|------------------------|--------|--------|---------------------------------------|-------------|
| Ivšić, Blaž | AS/DOK | PMF ZG | Klasična mehanika 2 | I. Kupčić |
| Ivšić, Blaž | AS/DOK | PMF ZG | Praktikum fizike | D. Pajić |
| Krsnik, Juraj | AS/DOK | PMF ZG | Fizika čvrstog stanja 1 | I. Kupčić |
| Krsnik, Juraj | AS/DOK | PMF ZG | Fizika čvrstog stanja 2 | I. Kupčić |
| Mandić, Šimun | AS/DOK | PMF ZG | Praktikum fizike | D. Pajić |
| Senkić, Ana | AS/DOK | PMF ZG | Praktikum iz fizike za kemičare | D. Pajić |
| Šantić, Neven | ZS | PMF ZG | Stručna praksa L. Kardum | N. Šantić |
| Zgrablić, Goran | VZS | PMF ZG | Stručna praksa E. Hudec, A. Kardum | G. Zgrablić |
| Ida Delač | ZS | PMF ZG | Stručna praksa Vigor Božičević | I. Delač |



9.2 EVIDENCIJA DOKTORSKE NASTAVE U ŠKOLSKOJ GODINI 2023./2024. (UKUPNO 17)

| PREZIME, ime | ZVANJE | INST. | NAZIV KOLEGIJA | NOSITELJ |
|---|-----------|--------|--|----------------------|
| Aumiler, Damir | ZSV | PMF ZG | Koherentno međudjelovanje atoma i svjetlosti | D. Aumiler |
| Ban, Ticijana | ZSV | PMF ZG | Lasersko hlađenje i zarobljavanje | T. Ban |
| Buljan, Hrvoje Ban, Ticijana | ZSV | PMF ZG | Uvod u modernu atomsku, molekulsku i optičku fiziku | T. Ban |
| Ban, Ticijana | ZSV | PMF ZG | Primjena lasera u medicini | T. Ban |
| Barišić, Osor Slaven | VZS | PMF ZG | Teorijska fizika kondenzirane tvari | O. S. Barišić |
| Delač, Ida Kralj, Marko | ZS ZSV | UNI RI | Fizika površina i međuslojeva | M. Kralj I. Delač |
| Despoja, Vito | VZS | PMF ZG | Fizika poluvodiča | V.Despoja |
| Despoja, Vito | VZS | PMF ZG | Fizika površina i nanostruktura | V.Despoja |
| Kralj, Marko | ZSV | PMF ZG | Nanotehnologije | M. Kralj |
| Krstulović, Nikša | VZS | UNI RI | Plazmene tehnologije | N. Krstulović |
| Milošević, Slobodan | ZSV | PMF ZG | Niskotemperaturne plazme i primjene | S. Milošević |
| Novko, Dino | VZS | PMF ZG | Odabrana poglavlja teorijske fizike kondenzirane tvari | D. Novko |
| Skenderović, Hrvoje | ZSV | PMF ZG | Optika i holografija | H. Skenderović |
| Vdović, Silvije | VZS | PMF ZG | Nekonvencionalne tehnike u atomskoj spektroskopiji | S. Vdović |
| Vujičić, Nataša | ZS | PMF ZG | Femtosekundna laserska spektroskopija | N. Vujičić |



| | | | | |
|--------------------------|-----|--------|--|------------|
| Vuletić, Tomislav | VZS | PMF ZG | Dielektrična spektroskopija | T. Vuletić |
| Vuletić, Tomislav | VZS | PMF ZG | Raspršenje rendgenskih zraka pod malim kutom | T. Vuletić |



10. MOBILNOST ZNANSTVENIKA

10.1 ODLAZNA MOBILNOST (UKUPNO 49)

| IME I PREZIME / VRSTA BORAVKA | ZEMLJA | VREMENSKO RAZDOBLJE |
|--|------------------|----------------------------|
| G. ZGRABLIĆ – EKSPERIMENTALNA MJERENJA | VELIKA BRITANIJA | 15.01.2023. – 22.01.2023. |
| M. KRULJAC – ZNANSTVENA SURADNJA | AUSTRIJA | 05.02.2023. – 06.03.2023. |
| A. L. BRKIĆ – EKSPERIMENTALNA MJERENJA | AUSTRALIJA | 07.02.2023. – 10.02.2023. |
| A. SENKIĆ – ZIMSKA ŠKOLA | AUSTRIJA | 11.02.2023. – 18.02.2023. |
| N. SINGH DHAMI – ZIMSKA ŠKOLA | POLJSKA | 11.02.2023. – 19.02.2023. |
| M. SEYED ASHKAN – ZIMSKA ŠKOLA | POLJSKA | 12.02.2023. – 19.02.2023. |
| O.S. BARIŠIĆ – SASTANAK U EU PARLAMENTU | BELGIJA | 28.02.2023. – 02.03.2023. |
| T. BAN – EVALUACIJA PROJEKTA | NJEMAČKA | 01.03.2023. – 05.03.2023. |
| E. TROGRLIĆ – ZNANSTVENI SASTANAK | NJEMAČKA | 21.03.2023. – 24.03.2023. |
| N. ŠANTIĆ – ZNANSTVENI SASTANAK | NJEMAČKA | 21.03.2023. – 24.03.2023. |
| G. ZGRABLIĆ - EKSPERIMENTALNA MJERENJA | SLOVENIJA | 21.03.2023. – 31.03.2023. |
| J. SAS WOJCIECH – ZNANSTVENI USAVRŠAVANJE | POLJSKA | 06.04.2023. – 11.04.2023. |
| V. DESPOJA –LJETNA ŠKOLA, POZVANO PREDAVANJE | EKVADOR | 20.04.2023. – 02.05. 2023. |
| M. RAKIĆ – ZNANSTVENA SASTANAK | ŠPANJOLSKA | 04.06.2023. – 08.06.2023. |
| B. RADATOVIĆ - EKSPERIMENTALNA MJERENJA | ŠPANJOLSKA | 07.06.2023. – 30.06.2023. |



| | | |
|---|------------------|---------------------------|
| E. J. TORO ROJO – ZNANSTVENO USAVRŠAVANJE | NJEMAČKA | 12.06.2023. – 17.06.2023. |
| P. SELEŠ - LIJETA ŠKOLA | PORTUGAL | 13.06.2023. – 19.06.2023. |
| A. MARDAN DEZFOULI- LIJETA ŠKOLA | IRSKA | 16.06.2023. – 24.06.2023. |
| N. GIOTTO – LIJETA ŠKOLA | ŠPANJOLSKA | 25.06.2023. – 01.07.2023. |
| N. KRSTULOVIĆ – ZNANSTVENI POSJET | SPLIT, HRVATSKA | 03.07.2023. – 05.07.2023. |
| E. J. TORO ROJO – LIJETA ŠKOLA | AUSTRIJA | 09.07.2023. – 13.07.2023. |
| M. ĐUJIĆ – LIJETA ŠKOLA | AUSTRIJA | 09.07.2023. – 13.07.2023. |
| J. SAS WOJCIECH – ZNANSTVENO USAVRŠAVANJE | POLJSKA | 11.07.2023. – 25.07.2023. |
| N. ŠANTIĆ – ZNANSTVENI SASTANAK | NJEMAČKA | 13.07.2023. – 16.07.2023. |
| M. KRALJ – ZNANSTVENA POSJET | KINA | 14.07.2023. – 24.07.2023. |
| M. PETROVIĆ – ZNANSTVENI POSJET | KINA | 14.07.2023. – 24.07.2023. |
| P. SELEŠ – ZNANSTVENI POSJET | RIJEKA, HRVATSKA | 19.07.2023. – 21.07.2023. |
| D. AUMILER – ZNANSTVENI SASTANAK | LATVIJA | 24.07.2023. – 27.07.2023. |
| L.N. FARKAŠ – ZNANSTVENO USAVRŠAVANJE | FRANCUSKA | 25.07.2023. – 12.08.2023. |
| M. LIHTER – EKSPERIMENTALNA MJERENJA | ŠVICARSKA | 22.08.2023. – 27.08.2023. |
| M. SEYED ASHKAN – LIJETA ŠKOLA | ŠPANJOLSKA | 03.09.2023. – 15.09.2023. |
| M. KRALJ – ZNANSTVENI SASTANAK | RUMUNJSKA | 14.09.2023. – 17.09.2023. |
| N. SINGH DHAMI – LIJETA ŠKOLA | NJEMAČKA | 24.09.2023. – 01.10.2023. |
| H. SKENDEROVIĆ – ZNANSTVENI POSJET | NJEMAČKA | 24.09.2023. – 29.09.2023. |



| | | |
|--|------------|----------------------------|
| Y. UTSUMI BOUCHER – LIJETA ŠKOLA, PREDAVANJE | NJEMAČKA | 25.09.2023. – 01.10.2023. |
| T. BAN – ZNANSTVENI SASTANAK | BELGIJA | 25.09.-2023. – 28.09.2023. |
| E. J. TORO ROJO – ZNANSTVENO USAVRŠAVANJE | FRANCUSKA | 09.10.2023. – 21.10.2023. |
| J. SAS WOJCIECH - ZNANSTVENO USAVRŠAVANJE | POLJSKA | 12.10.2023. – 22.10.2023. |
| G. PRANSU - ZNANSTVENO USAVRŠAVANJE | POLJSKA | 15.10.2023. – 22.10.2023. |
| G. ZGRABLIĆ – ZNANSTVENI SASTANAK | BELGIJA | 16.10.2023. – 19.10.2023. |
| M. KRALJ – ZNANSTVENI SASTANAK | NJEMAČKA | 28.10.2023. – 31.10.2023. |
| G. ZGRABLIĆ – EKSPERIMENTALNA MJERENJA | SLOVENIJA | 07.11. 2023. – 24.11.2023. |
| V. MIKŠIĆ TRONTL – EKSPERIMENTALNA MJERENJA | ITALIJA | 12.11.2023. – 24.11.2023. |
| G. PRANSU - ZNANSTVENO USAVRŠAVANJE | INDIJA | 13.11.2023. – 24.11.2023. |
| S. KAMAL – STRUČNO USAVRŠAVANJE | NIZOZEMSKA | 13.11.2023. – 20.11.2023. |
| I. BALOG – ZNANSTVENA SURADNJA | FRANCUSKA | 26.11.2023. – 14.12.2023. |
| L. N. FARKAŠ - ZNANSTVENO USAVRŠAVANJE | FRANCUSKA | 28.11.2023. – 21.12.2023. |
| T. BAN – ZNANSTVENI POSJET | NIZOZEMSKA | 29.11.2023. – 03.12.2023. |
| N. KRSTULOVIĆ – ZNANSTVENI POSJET | SLOVENIJA | 17.12.2023. – 21.12.2023. |

**10. 2 ULAZNA MOBILNOST (UKUPNO 8)**

| IME I PREZIME / VRSTA BORAVKA | ZEMLJA | VREMENSKO RAZDOBLJE |
|---|------------------|---------------------------|
| DAOUMA ZOUBAIR – ZNANSTVENA SURADNJA | FRANCUSKA | 19.04.2023. – 29.04.2023. |
| PLEVOVA KATERINA – ZNANSTVENA SURADNJA | AUSTRIJA | 08.05.2023. – 30.05.2023. |
| PLEVOVA KATERINA – ZNANSTVENA SURADNJA | AUSTRIJA | 04.06.2023. – 16.06.2023. |
| MENDOZA SANCHEZ BEATRIZ – ZNANSTVENI POSJET | NJEMAČKA | 27.07.2023. – 30.07.2023. |
| DEDKOV YURIY – ZNANSTVENA SURADNJA | NJEMAČKA | 17.10.2023. – 22.10.2023. |
| LOPEZ ALEXANDER – ZNANSTVENI POSJET | EKVADOR | 27.10.2023. – 05.11.2023. |
| FRASER MACMILLAN – ZNANSTVENI POSJET | VELIKA BRITANIJA | 09.12.2023. – 13.12.2023. |
| MOWBRAY DUNCAN J. – ZNANSTVENI POSJET | EKVADOR | 12.12.2023. – 29.12.2023. |



11. RAD U ZNANSTVENO-ISTRAŽIVAČKIM, STRUČNIM I OBRAZOVNIM TIJELIMA (UKUPNO 13)

Ticijana Ban

- članica Matičnog odbora za polje fizike
- hrvatska predstavica u Quantum Community Network (QCN), u okviru Quantum Support Action (QSA)
- urednica u časopisu Applied Physics B, Springer

Matija Čulo

- gostujući urednik u specijalnom izdanju 'New Insights into Metal-Insulator Transitions' u časopisu 'Materials'
- voditelj seminara na Institutu za fiziku do 28.9.2023.

Berti Erjavec

- član uredništva Matematičko-fizičkog lista

Mirta Herak

- članica *Scientific Advisory Committee* za 2024 European School on Magnetism koju organizira European Magnetism Association (EMA)

Marko Kralj

- član Vijeća doktorskog studija fizike Sveučilišta u Rijeci
- npj 2D Materials and Applications, editorial board member
- strateški odbor za istraživačku infrastrukturu MZO, član
- High Level Group on Advanced Materials EK, član

Nikša Krstulović

- predsjednik Hrvatskog vakuumskeg društva
- član Upravnog odbora konzorcija DONES.HR i hrvatske istraživačke jedinice u sklopu EUROfusion programa
- član Vijeća doktorskog studija fizike Sveučilišta u Rijeci
- član odbora COST akciji akcije za Hrvatsku - CA20129 Multiscale Irradiation and Chemistry Driven
- član panela za vrednovanje IP projekata HrZZ-a
- predsjednik povjerenstva za ocjenu eksperimentalnih radova srednjih škola, Agencija za znanost i visoko obrazovanje (AZVO)



Martina Lihter

- Nagrada Pečat izvrsnosti (Seal of Excellence) od strane Europske komisije za projekt HORIZON TMA MSCA Postdoctoral Fellowships - European Fellowships (HORIZON-MSCA-2023-PF-01), „2D Nano Hybrid Systems: interfacing biomolecular motors with nanopores in 2D materials (2D-NanoHyb)“

Nikolina Novosel

- predsjednica Povjerenstvo za programe popularizacije znanosti pri Ministarstvu znanosti i obrazovanja
- član državnog povjerenstva za natjecanje u znanju iz fizike srednjih škola, Agencija za znanost i visoko obrazovanje (AZVO)

Petar Popčević

- predstavnik Instituta za fiziku u Znanstvenom i Upravnom odboru te Generalnoj skupštini European Integrated Center for the Development of New Metallic Alloys and Compounds – European CMetAC
- predstavnik Instituta za fiziku u Upravnom odboru Mid-European Node konzorcija Instituta za kompleksnu adaptivnu materiju (ICAM-I2CAM - Institute for Complex Adaptive Matter)
- član uredništva Matematičko-fizičkog lista

Mario Rakić

- član nadzornog Hrvatskog vakuumskog društva
- član povjerenstva za inovacije Instituta za fiziku

Iva Šrut Rakić

- članica upravnog odbora Hrvatskog vakuumskog društva
- predstavnik Instituta za predmet Stručna praksa
- članica povjerenstva za ravnopravnost spolova na Institutu za fiziku

Silvije Vdović

- sindikalni povjerenik NSZVO na Institutu za fiziku

Goran Zgrablić

- predsjednik Etičkog povjerenstva
- predstavnik Hrvatske u upravnom odboru (MC) COST akcije CA22148 - NEXT



12. POPIS POPULARIZACIJSKIH I OSTALIH AKTIVNOSTI (UKUPNO 46)

| R.B. | AUTORI ILI IZVOĐAČI | MJESTO ODRŽAVANJA, NASLOV ČASOPISA, DOGAĐAJA ILI EMISIJE | VRIJEME | NASLOV PREDAVANJA, RADIONICE, EMISIJE, ČLANKA ILI AKTIVNOSTI | VRSTA AKTIVNOSTI | LINK | NAPOMENA |
|------|---|---|------------|--|------------------------------------|---|--------------------------------|
| 1. | Petra Ivatović | Jutarnji list, 5.1.2023. | 5.1. 2023 | Petra Ivatović, studentica koja je već godinama povezana s našim Institutom | Članak u dnevnim novinama | http://popularizacija.ifs.hr/mediji/clanci/2022-petra-ivatovic-studentica-koja-je-vec-godinama-povezana-s-nasim-institutom/ | |
| 2. | Marko Kralj | OŠ S.S. Kranjčevića Zagreb | 17.1. 2023 | Periodičnost u prirodi | Predavanje za učenike i roditelje | http://popularizacija.ifs.hr/predavanja/predavanja/2023-periodicnost-u-prirodi/ | |
| 3. | Marko Kralj | Hrvatskog društvo kemijskih inženjera i tehnologa (HDKI) | 18.2. 2023 | Nanotehnologija u očima fizičara: od Feynmanovih koncepata do skenirajućih proba i atomski tankih materijala | Predavanje za studente | http://popularizacija.ifs.hr/predavanja/predavanja/2023-nanotehnologija-danas-i-sutra/ | |
| 4. | Ana Smontara | Matematičko-fizičko list, LXXII 3 (2021. – 2022.) | 3.3. 2023 | Kriogeni centar Instituta za fiziku | Članak u časopisu | http://popularizacija.ifs.hr/predavanja/predavanja/2023-osvrt-na-projekt-kacif/ | |
| 5. | Ticijana Ban, Nataša Vujičić | Svjetski kvantni dan, gimnazija Josipa Slavenskog u Čakovcu | 14.4. 2023 | Hladni atomi i kvantne tehnologije, 2D materijali i kvantne tehnologije | Predavanja za učenike i nastavnike | http://popularizacija.ifs.hr/predavanja/predavanja/2023-svjetski-quantni-dan/ | Događaj međunarodnog karaktera |
| 6. | Ana Senkić, Mario Rakić, Silvije Vdovičić i Berti Erjavec | Festival znanosti, Tehnički muzej u Zagrebu | 25.4. 2023 | Aktivnosti programa Zvijezda je rođena | Radionica za učenike | http://popularizacija.ifs.hr/predavanja/radionice/2023-festival-znanosti/ | |



| R.B. | AUTORI ILI IZVOĐAČI | MJESTO ODRŽAVANJA, NASLOV ČASOPISA, DOGAĐAJA ILI EMISIJE | VRIJEME | NASLOV PREDAVANJA, RADIONICE, EMISIJE, ČLANKA ILI AKTIVNOSTI | VRSTA AKTIVNOSTI | LINK | NAPOMENA |
|------|--|--|------------------------|--|---|---|--|
| 7. | Mario Rakić | OŠ Gradac i Područna škola Drvenik | 17.4. 21.4. 2023 | Primijenjena istraživanja u fizici | Predavanje za učenike i nastavnike | http://popularizacija.ifs.hr/predavanja/predavanja/2023-zanimljivosti-iz-svijeta-fizike/ | |
| 8. | Mario Rakić, Silvije Vdović, Rafaela Radičić i Berti Erjavec | Izložba inovacija Ivanić Grad | 24.5. 2023 | Fotokataliza, Robot upravljan mobitelom, LED komplet | Sudjelovanje na izložni inovacija | http://popularizacija.ifs.hr/predavanja/predavanja/2023-sajam-inovacija-ivanic-grad/ | Događaj međunarodnog karaktera, osvojena zlatna medalja za inovacije |
| 9. | Znanstvenici IFS – 40 znanstvenika IRB- 40 znanstvenika | Institut za fiziku i prostor oko instituta | 2.6. 2023 | Predstavljanje 6 laboratorija i 3 dodatne aktivnosti | Frizbijada - zajednički Otvoreni dan Instituta za fiziku i Instituta Ruđer Bošković | http://popularizacija.ifs.hr/otvoreni/2023-2/ | Glavni godišnji popularizacijski događaj velikog odjeka i angažmana znanstvenika |
| 10. | Ticijana Ban, Iva Tolić, Vernesa Smolčić, Tanja Rudež | Institut za fiziku | 2.6. 2023 | <i>Znanstvena komunikacija: vještina u razvoju</i> | Okrugli stol - Frizbijada | http://popularizacija.ifs.hr/otvoreni/2023-2/ | |
| 11. | Vedran Brusar Silvije Vdović | Institut za fiziku | 2.6. 2023 | Laboratorij za ultrabrznu spektroskopiju | Predstavljanje laboratorija | http://popularizacija.ifs.hr/otvoreni/2023-2/ | |
| 12. | Damir Starešinić Nikolina Novosel | Institut za fiziku | 2.6. 2023 | Kriogeno postrojenje | Predstavljanje laboratorija | http://popularizacija.ifs.hr/otvoreni/2023-2/ | |
| 13. | Mateo Kruljac Marin Đujić | Institut za fiziku | 2.6. 2023 | Laboratorij za hladne atome | Predstavljanje laboratorija | http://popularizacija.ifs.hr/otvoreni/2023-2/ | |
| 14. | Petar Popčević Gaurav Pransu | Institut za fiziku | 2.6. 2023 | Laboratorij za proučavanje transportnih fenomena | Predstavljanje laboratorija | http://popularizacija.ifs.hr/otvoreni/2023-2/ | |
| 15. | Šimun Mandić Ida Delač | Institut za fiziku | 2.6. 2023 | Laboratorij za sintezu 2D materijala | Predstavljanje laboratorija | http://popularizacija.ifs.hr/otvoreni/2023-2/ | |
| 16. | Iva Šrut Rakić Karmen Kapustić | Institut za fiziku | 2.6. 2023 | Laboratorij za napredne spektroskopske tehnike | Predstavljanje laboratorija | http://popularizacija.ifs.hr/otvoreni/2023-2/ | |
| 17. | Neven Šantić | Institut za fiziku | 2.6. 2023 | Razbijanje čaše zvukom i Chladnieve figure | Demonstracija na otvorenom | http://popularizacija.ifs.hr/otvoreni/2023-2/ | |



| R.B. | AUTORI ILI IZVOĐAČI | MJESTO ODRŽAVANJA, NASLOV ČASOPISA, DOGAĐAJA ILI EMISIJE | VRIJEME | NASLOV PREDAVANJA, RADIONICE, EMISIJE, ČLANKA ILI AKTIVNOSTI | VRSTA AKTIVNOSTI | LINK | NAPOMENA |
|------|--|--|---------------|---|--|--|--|
| 18. | Ana Senkić Virna Kisiček | Institut za fiziku | 2.6. 2023 | Fizika za najmlađe | Radionica za najmlađi uzrast | http://popularizacija.ifs.hr/otvoreni/2023-2/ | |
| 19. | Mario Rakić Berti Erjavec Nataša Vujičić | Institut za fiziku | 2.6. 2023 | Otvoreni dan - Frizbijada | Priprema i organizacija događaja | http://popularizacija.ifs.hr/otvoreni/2023-2/ | M. Čulo – glavni organizator B. Erjavec – organizator N. Vujičić - koordinator |
| 20. | Znanstvenici i posjetitelji | Institut za fiziku | 2.6. 2023 | Otvoreni dan - Frizbijada | TV prilog Dnevnik HTV 1 | https://www.youtube.com/watch?v=vudL8VYdUIg&t=17s | |
| 21. | Berti Erjavec | Hrvatski radio, Oko znanosti | 7.6. 2023 | <i>Fizika i znanstvena komunikacija</i> | Sudjelovanje u emisiji | http://popularizacija.ifs.hr/wp-content/uploads/2023/06/Fizika-i-znanstvena-komunikacija.mp3 | |
| 22. | Neven Šantić | Astronomski opservatorij Beograd | 1.7. 2023 | <i>Nastavak suradnje s umjetnikom Hrvojem Hiršlom na instalaciji "Izuzetna točka"</i> | Suradnja u znanstveno - umjetničkom projektu | https://hrvojehirsl.com/Exceptional-point https://www.kcb.org.rs/2023/07/na-pragu-nevidljivog/ | Događaj međunarodnog karaktera |
| 23. | Silvije Vdović | 54. astronomska škola u Delnicama | 12.7. 2023 | <i>"Laseri u svemiru"</i> | Predavanje za učenike i nastavnike | https://zvjezdarnica.hr/wp-content/uploads/2023/08/Astronomska-ljetna-skola-2023.-godine.pdf | |
| 24. | Ana Smontara, Berti Erjavec | Matematičko-fizički list, Vol.74, No 293 | 21.9. 2023 | Osvrt na Frizbijadu | Članak u MFL-u | http://popularizacija.ifs.hr/mediji/clanci/2023-osvrt-na-frizbijadu/ | |



| R.B. | AUTORI ILI IZVOĐAČI | MJESTO ODRŽAVANJA, NASLOV ČASOPISA, DOGAĐAJA ILI EMISIJE | VRIJEME | NASLOV PREDAVANJA, RADIONICE, EMISIJE, ČLANKA ILI AKTIVNOSTI | VRSTA AKTIVNOSTI | LINK | NAPOMENA |
|------|---|--|--------------|--|--|---|--|
| 25. | Ana Smontara | Matematičko-fizički list, Vol.74, No 293 | 21.9. 2023 | Znanstvenice koje su obilježile hrvatsku fiziku u zadnjih 100 godina | Članak u MFL-u | http://popularizacija.ifs.hr/mediji/clanci/2023-znanstvenice-koje-su-obiljezile-hrvatsku-fiziku-u-zadnjih-100-godina/ | |
| 26. | Damir Aumiler | Index.hr | 5.10. 2023 | Zašto je otkriće ultrakratkih pulseva svjetlosti vrijedno Nobela? | Članak na portalu Index.hr | http://popularizacija.ifs.hr/mediji/clanci/2023-zastojie-otkrice-ultrakratkih-pulseva-svjetlosti-vrijedno-nobela/ | |
| 27. | Suzana Jurički, Matija Čulo, Mario Rakić, Silvije Vdović i Berti Erjavec | 12. Znanstveni piknik Gornja Stubica | 6.10. 2023 | Nitroled – sladoled spravljen pomoću tekućeg dušika | Sudjelovanje na Znanstvenom pikniku | http://popularizacija.ifs.hr/predavanja/radionice/2023-znanstveni-piknik/ | Veliki popularizacijski događaj međunarodnog karaktera |
| 28. | Učenici 15. Gimnazije u Zagrebu | STEM festival, sveučilište Algebra u Zagrebu | 20. 10. 2023 | Robot upravlján pomoću mobitela | Predstavljanje aktivnosti projekta Zvijezda je rođena i demonstracija rada robota | http://popularizacija.ifs.hr/predavanja/radionice/2023-stem-festival/ | |
| 29. | I. Šrut Rakić, M. Lihter, I. Delač, V. Brusar | WISE, PMF Zagreb, Sveučilište u Zagrebu | 25. 10. 2023 | WISE- Dan karijera 2023, 5. dan karijera WorkIn' Science PMFa, Sveučilišta u Zagrebu | Priprema i organizacija događaja te predstavljanje IF-a potencijalnim budućim studentima | https://wise.pmf.unizg.hr/#home | |
| 30. | N. Novosel, Y. Utsumi, A. Jurković, A. Senkić, R. Radičić, S. Vdović, N. Giroto, M. Đujić | WISE, PMF Zagreb, Sveučilište u Zagrebu | 25. 10. 2023 | WISE- Dan karijera 2023, 5. dan karijera WorkIn' Science PMFa, Sveučilišta u Zagrebu | Predstavljanje Instituta za fiziku potencijalnim budućim studentima | https://wise.pmf.unizg.hr/#home | |
| 31. | Mario Rakić | OŠ don Mihovila Pavlinovića u Podgori | 2.11. 2023 | Istraživanja u fizici | Predavanje za učenike i nastavnike | http://popularizacija.ifs.hr/predavanja/predavanja/2023-posjet-os-don-mihovila-pavlinovica-u-podgori/ | |



| R.B. | AUTORI ILI IZVOĐAČI | MJESTO ODRŽAVANJA, NASLOV ČASOPISA, DOGAĐAJA ILI EMISIJE | VRIJEME | NASLOV PREDAVANJA, RADIONICE, EMISIJE, ČLANKA ILI AKTIVNOSTI | VRSTA AKTIVNOSTI | LINK | NAPOMENA |
|------|---|--|--------------------|---|---|---|----------|
| 32. | Antonio Šiber | OŠ Ivan Lovrić, Sinj | 10. 11. 2023 | Fizika, cvjetići i pčelice, OŠ Ivan Lovrić, Sinj | Predavanje za učenike i nastavnike | https://www.antoniosiber.org/otvoreno_pismo/ep22_transcript.html | |
| 33. | Ana Smontara | Matematičko-fizički list, LXXIV 2 (2023. – 2024.) | 20. 11. 2023 | Fizičarke-metodičarke nastave fizike u Hrvatskoj posljednjih 100 godina | Članak u MFL-u | http://popularizacija.ifs.hr/mediji/clanci/2023-fizicarke-metodicarke-nastave-fizike-u-hrvatskoj-posljednjih-100-godina/ | |
| 34. | Nataša Vujičić | Nobel na IRB-u, Institut ruđer Bošković | 23. 11. 2023 | Nobelova nagrada za fiziku | Predavanje za znanstvenike | http://popularizacija.ifs.hr/predavanja/predavanja/2023-nobelova-nagrada-za-fiziku/ | |
| 35. | M. Lihter, I. Delač I. Šrut Rakić, | Institut za fiziku | 1.12. 2023 | Karijerni putovi na Institutu za fiziku | Priprema i organizacija događaja, informiranje studenata FO PMF-a | http://www.ifs.hr/news/izdvojeno/2023-karijerni-putovi-na-institutu-za-fiziku/ | |
| 36. | T.Vuletić, N. Šantić, S. Vdović, P.Popčević, O.Barišić, N.Novosel, A.Senkić, R. Radičić, V. Mikšić Trontl, G. Zgrablić, N. Krstulović | Institut za fiziku | 1.12. 2023 | Karijerni putovi na Institutu za fiziku | Informiranje studenata Fizičkog odsjeka PMFa o mogućnostima razvoja znanstvenih karijera na Institutu za fiziku | http://www.ifs.hr/news/izdvojeno/2023-karijerni-putovi-na-institutu-za-fiziku/ | |
| 37. | Nikša Krstulović, Rafaela Radičić, Ines Dukić i učenici 15.g | Institut za fiziku | 2023 | Fotokataliza - utjecaj nanočestica na biljke, projekt Zvijezda je rođena 2022 | Kontinuirani rad s darovitim učenicima | http://popularizacija.ifs.hr/projekti/2022-fotokataliza/ | |
| 38. | Berti Erjavec | Institut za fiziku | 2023 | Zvijezda je rođena | Voditelj projekta | http://popularizacija.ifs.hr/projekti/2022-zvijezda-je-rođena-2022-mzo/ | |
| 39. | Nikolina Novosel | MZO | 2023 | Sudjelovanje u Povjerenstvu za programe popularizacije znanosti pri MZO | Predsjednica povjerenstva | | |



| R.B. | AUTORI ILI IZVOĐAČI | MJESTO ODRŽAVANJA, NASLOV ČASOPISA, DOGAĐAJA ILI EMISIJE | VRIJEME | NASLOV PREDAVANJA, RADIONICE, EMISIJE, ČLANKA ILI AKTIVNOSTI | VRSTA AKTIVNOSTI | LINK | NAPOMENA |
|------|--------------------------------------|--|--------------|--|---|---|----------|
| 40. | Nikolina Novosel | Podgora | 8.-11.5.2023 | Član državnog povjerenstva za natjecanje iz fizike – srednje škole | Vođenje i ocjenjivanje natjecanja u znanju | | |
| 41. | Nikša Krstulović | Podgora | 8.-11.5.2023 | Predsjednik državnog povjerenstva za natjecanje iz fizike eksperimentalni radovi – srednje škole | Vođenje i ocjenjivanje eksperimentalnih radova | | |
| 42. | A. Smontara, P. Popčević, B. Erjavec | Matematičko fizički list | 2023 | Članovi uređivačkog odbora | Znanstveno popularni časopis za popularizaciju matematike, fizike i informatike | http://web.math.pmf.unizg.hr/mfl/ured.htm | |
| 43. | Berti Erjavec | Stranica popularizacije Instituta za fiziku | 2023 | Web stranica koja prvenstveno prati popularizacijske aktivnosti Instituta | Berti Erjavec urednik sadržaja | http://popularizacija.ifs.hr/ | |
| 44. | Berti Erjavec Neven Šantić | YouTube stranica Instituta za fiziku | 2023 | Ukupno 163 video zapisa, 616.956 pregleda i 1520 pretplatnika | Berti Erjavec urednik video priloga | https://www.youtube.com/user/INSTITUTzaFIZIKU/about | |
| 45. | M. Kralj, B. Erjavec | Facebook stranica Instituta za fiziku | 2023 | Sadržaji vezani za popularizaciju znanosti i aktivnosti Instituta, 630 pratitelja | Marko Kralj urednik znanstvenih vijesti, Berti Erjavec popularizacije | https://www.facebook.com/institut.zagreb/ | |
| 46. | Marko Kralj | LinkedIn stranica Instituta za fiziku | 2023 | Sadržaji vezani za profesionalnu aktivnost Instituta | Marko Kralj urednik sadržaja | https://www.linkedin.com/company/institut-za-fiziku-zagreb | |



13. STRUKTURA FINACIJSKOG POSLOVANJA 2014.-2023.

| Struktura finacijskog poslovanja | | 2014. | 2015. | 2016. | 2017. | 2018. | 2019. | 2020. | 2021. | 2022. | 2023. |
|----------------------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| A | PRIHODI | 17.913.693 | 18.537.140 | 18.733.252 | 22.410.320 | 42.825.361 | 21.845.608 | 27.348.022 | 78.914.435 | 75.814.051 | 8.087.594 |
| 1. | PRIHODI IZ DRŽAVNOG PRORAČUNA | 17.187.874 | 16.424.509 | 15.623.904 | 19.216.565 | 18.000.258 | 15.542.222 | 16.474.360 | 16.510.201 | 24.299.847 | 2.524.306 |
| 1.1. | Naknade za zaposlene | 128.876 | 202.355 | 268.497 | 377.889 | 379.112 | 358.289 | 334.460 | 372.858 | 407.607 | 62.960 |
| 1.1.1. | Plaće | 13.057.232 | 11.680.231 | 11.231.382 | 11.497.156 | 12.461.998 | 14.710.810 | 15.648.033 | 14.171.419 | 14.909.611 | 2.211.253 |
| 1.1.2. | Druge naknade (putovanja, školovanje, usavršavanje, školarine) | 32.500 | 196.759 | 196.759 | 0 | 79.777 | 82.545 | 20.497 | 0 | 8.000 | 2.662 |
| 1.2. | Troškovi poslovanja/materijalni troškovi | 1.266.619 | 1.141.184 | 1.084.699 | 1.058.183 | 1.460.529 | 565.600 | 481.592 | 554.581 | 1.120.016 | 146.892 |
| 1.2.1. | HLADNI POGON | | | | | 1.098.617 | 1.976.356 | 1.733.368 | 1.934.174 | 2.243.227 | 297.657 |
| 1.2.2. | VIF | 496.728 | 404.772 | 404.161 | 329.379 | 361.912 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.3. | Priprema projekta ZCI – IRB | 0 | 549.476 | 293.539 | 3.134.204 | 60.109 | 1.072.616 | 0 | 1.183.949 | 831.496 | 125.785 |
| 1.4. | Međunarodni znanstveni projekti (financirani od RH) Mob...Bilat. | 177.505 | 161.015 | 174.760 | 76.626 | 157.475 | 106.753 | 108.680 | 22.382 | 18.554 | 10.463 |
| 1.5. | Međunarodna suradnja | 198.715 | 161.111 | 0 | 450.060 | 242.320 | 843.360 | 392.644 | 15.292 | 0 | 0 |
| 1.6. | Organizacija znanstvenih skupova | 25.237 | 0 | 0 | 21.729 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 400 |
| 1.7. | Nabava časopisa | 22.800 | 19.600 | 15.064 | 7.510 | 11.285 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



| Struktura financijskog poslovanja | | 2014. | 2015. | 2016. | 2017. | 2018. | 2019. | 2020. | 2021. | 2022. | 2023. |
|-----------------------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| 1.8. | Izdavaštvo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.9. | Tekuće održavanje | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.10. | Izgradnja i investicijsko održavanje | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.11. | Opema za obavljanje znanst. istraživanja/direktno MZOS,povrat PDV-a | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.12. | Ostale vrste prihoda | 1.781.662 | 1.908.006 | 1.955.044 | 2.263.825 | 2.964.407 | 3.939.253 | 3.051.746 | 6.529.761 | 11.486.286 | 1.264.607 |
| 1.12.1. | Prijevoz na posao i s posla | 271.188 | 241.859 | 217.299 | 231.272 | 267.254 | 293.891 | 334.460 | 337.514 | 288.921 | 37.500 |
| 1.12.2. | Hrvatska zaklada za znanost | 893.300 | 1.292.500 | 1.418.043 | 1.862.802 | 2.611.153 | 3.056.077 | 2.684.380 | 6.160.497 | 4.948.421 | 1.221.817 |
| 1.12.3. | MZO-ostalo | 0 | 0 | 83.750 | 83.750 | 97.246 | 409.044 | 32.906 | 31.750 | 6.248.944 | 22.290 |
| 1.12.4. | Kriogeno postrojenje-helij | 86.000 | 86.000 | 86.000 | 86.000 | 86.000 | 180.241 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.12.5. | MZO-UKF | 531.176 | 287.647 | 149.952 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2. | PRIHODI IZ PRORAČUNA OSTALIH JAVNIH IZVORA | 172.606 | 222.037 | 98.909 | 98.909 | 24.302.916 | 95.842 | | 8.172.176 | 44.975.935 | 7.307.653 |
| 2.1. | Strukturni-CALT | | | | | 19.690.998 | 0 | 0 | 5.596.425 | 38.809.916 | 5.938.889 |
| 2.2. | Šestar | | | | | 84.780 | 0 | 0 | 71.316 | 70.161 | 0 |
| 2.3. | Strukturni-KaCIF | | | | | 4.527.138 | | 13.963.637 | 2.509.419 | 6.058.811 | 1.367.117 |
| 2.4. | Prihodi i pomoći od jedinica lokalne uprave i samouprave | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2.5. | Prihodi i pomoći ostalih subjekata, PMF i ostali fakulteti-struja | 172.606 | 214.632 | 98.909 | 98.909 | 0 | 88.137 | 57.547 | 39.429 | 37.047 | 1.647 |
| 2.6. | Ukupno ostale vrste | 0 | 7.405 | 0 | 0 | 0 | 7.705 | 0 | 18.225 | 0 | 0 |
| 2.6.1. | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | |



| Struktura financijskog poslovanja | | 2014. | 2015. | 2016. | 2017. | 2018. | 2019. | 2020. | 2021. | 2022. | 2023. |
|-----------------------------------|--|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| 3. | PRIHODI OD VLASTITE (STRUČNE) DJELATNOSTI | 239.242 | 238.379 | 1.097.138 | 213.827 | 313.952 | 199.999 | 183.783 | 330.880 | 170.597 | 88.874 |
| 3.1. | Prihodi od komercijalnih usluga i prodaje proizvoda | 22.713 | 1.960 | 3.920 | 0 | 0 | 2.025 | 0 | | 93.983 | 31.025 |
| 3.1.1. | od toga iz javnih izvora (ministarstva, agencije i druge javno financirane ustanove i tvrtke) BICRO...CARNET.. | 22.713 | 1.960 | 839.746 | 23.644 | 110.210 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3.1.2. | od toga iz privatnog sektora/izbor u znan. zvanje | 0 | 0 | 0 | 0 | 14.000 | 7.000 | 0 | 0 | 34.023 | 13.234 |
| 3.1.3. | drugo/Fakulteti PMF... Helij, struja, nastava | 0 | 0 | 92.872 | 175.407 | 180.781 | 190.099 | 141.262 | 202.266 | 5.760 | 18.065 |
| 3.2. | Stručni projekti, studije i elaborati | 162.942 | 228.010 | 151.832 | 7.520 | 0 | 0 | 40.000 | 0 | 0 | 0 |
| 3.2.1. | od toga iz javnih izvora (ministarstva, agencije i druge javno financirane ustanove i tvrtke) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3.2.2. | od toga iz privatnog sektora | 162.942 | 228.010 | 151.832 | 144.781 | 0 | 0 | 0 | 126.970 | 27.023 | 13.234 |
| 3.2.3. | Ekspertize | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 3.3. | Patenti, licence | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 3.4. | Prihodi od najma | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 3.5. | Publikacije | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 3.6. | Drugi prihodi (specificirati) | | | | 0 | | | | 126.476 | 33.786 | 27.961 |
| 3.6.1. | Zagrebačka banka od prodaje stanova | 53.587 | 8.409 | 8.768 | 7.256 | 8.920 | 2.875 | 2.521 | 2.138 | 2.439 | 133 |
| 3.6.2. | Pozitivne tečajne razlike | 0 | 0 | 0 | 0 | 41 | 16 | 0 | 0 | 606 | 20 |



| Struktura financijskog poslovanja | | 2014. | 2015. | 2016. | 2017. | 2018. | 2019. | 2020. | 2021. | 2022. | 2023. |
|-----------------------------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| 4. | PRIHODI IZ OSTALIH IZVORA ZA ZNANSTVENE PROJEKTE ukupno | 237.560 | 87.060 | 368.051 | 469.793 | 161.960 | 116.593 | 2.760 | 46.446.353 | 234.067 | 47.624 |
| 4.1. | EU -pomoći iz inozemstva i od subjekata unutar općeg proračuna | 0 | 0 | 310.910 | 303.595 | 25.000 | 0 | 0 | 46.444.252 | 123.162 | 17.756 |
| 4.2. | Ostalih međunarodnih izvora | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 |
| 4.2.1. | Donacije u robi | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 |
| 4.2.2. | Međ. novčane donacije za konferencije, skupove, škole... | 237.560 | 87.060 | 57.141 | 166.197 | 136.960 | 8.062 | 0 | | 0 | 0 |
| 5. | OSTALI (NESPOMENUTI) PRIHODI (specificirati) | 76.411 | 69.274 | 2.551 | 101.160 | 46.295 | 4.544 | 0 | | 0 | 0 |
| 5.1. | Kamata, dionica.... | 76.411 | 69.274 | 2.551 | 101.160 | 46.295 | 103.987 | 2.760 | 2.101 | 110.905 | 29.868 |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | 2014. | 2015. | 2016. | 2017. | 2018. | 2019. | 2020. | 2021. | 2022. | 2023. |
| | RASHODI | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 1. | RASHODI ZA ZAPOSLENE | 13.325.420 | 12.499.144 | 12.142.985 | 12.861.936 | 13.866.058 | 14.710.810 | 15.648.033 | 16.999.586 | 18.227.398 | 2.522.529 |
| 1.1. | Plaće za zaposlene | 12.869.778 | 12.245.635 | 11.442.953 | 12.026.340 | 13.024.565 | 11.761.833 | 12.117.670 | 14.309.135 | 14.952.923 | 1.818.154 |
| 1.2. | Naknade za zaposlene (dodatni honorari - bonusi, dodaci..) | 46.320 | 53.154 | 122.678 | 13.557 | 16.194 | 14.400 | 14.400 | 14.400 | 73.733 | 7.123 |
| 1.3. | Vanjski suradnici - naknade za istraživački rad | 330.107 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.4. | HRZZ, fuzija...plaće | 0 | 0 | 313.838 | 434.443 | 446.187 | 589.111 | 959.861 | 1.522.975 | 1.904.670 | 272.690 |



| Struktura financijskog poslovanja | | 2014. | 2015. | 2016. | 2017. | 2018. | 2019. | 2020. | 2021. | 2022. | 2023. |
|-----------------------------------|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 1.5. | Ukupno ostalo (specificirati) | 79.215 | 200.355 | 263.515 | 387.594 | 379.112 | 404.088 | 499.478 | 684.796 | 800.521 | 343.808 |
| 1.5.1. | Jubilarnе nagrade, regres, božićnica..... | 19.290 | 128.892 | 137.636 | 265.734 | 278.366 | 349.189 | 433.479 | 379.319 | 421.037 | 70.674 |
| 1.5.2. | Darovi.. | 16.500 | 15.500 | 16.000 | 16.500 | 18.500 | 18.000 | 18.600 | 36.000 | 35.412 | 4.300 |
| 1.5.3. | Otpremnine ... | 21.561 | 24.940 | 38.559 | 48.167 | 38.603 | 12.042 | 32.641 | 26.542 | 30.453 | 1.970 |
| 1.5.4. | Naknade za bolest, invalidnost i slučaj smrti | 21.846 | 31.023 | 71.320 | 57.193 | 43.643 | 24.857 | 14.758 | 17.977 | 8.649 | 3.810 |
| 2. | RASHODI ZA MATERIJAL I ENERGIJU | 1.184.067 | 1.194.793 | 1.349.668 | 1.271.962 | 1.134.507 | 1.600.246 | 1.055.285 | 2.299.428 | 4.052.104 | 1.142.298 |
| 2.1. | Uredski materijal i ostali materijalni rashodi | 537.372 | 495.038 | 581.404 | 442.746 | 453.416 | 565.600 | 481.592 | 980.741 | 748.735 | 103.548 |
| 2.2. | Laboratorijski materijal | 0 | 6.070 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2.3. | Energija | 573.159 | 592.598 | 580.814 | 573.643 | 484.502 | 427.921 | 366.802 | 696.398 | 832.928 | 107.834 |
| 2.4. | Materijal i dijelovi za tekuće i investicijsko održavanje | 41.541 | 80.008 | 153.423 | 210.181 | 159.612 | 575.384 | 181.232 | 541.614 | 2.444.628 | 926.246 |
| 2.5. | Sitni inventar | 30.339 | 13.510 | 31.028 | 39.928 | 32.108 | 26.217 | 20.634 | 67.709 | 21.731 | 3.729 |
| 2.6. | Ukupno ostalo (specificirati) Službena, radna i zaštitna | 1.656 | 7.569 | 2.999 | 5.462 | 4.869 | 5.124 | 5.025 | 12.967 | 4.082 | 941 |
| 3. | RASHODI ZA USLUGE | 603.434 | 599.896 | 568.958 | 748.677 | 707.814 | 1.016.060 | 1.384.069 | 1.919.021 | 1.996.254 | 348.800 |
| 3.1. | Telefon, pošta, prijevoz | 83.105 | 66.827 | 59.367 | 56.694 | 28.949 | 31.506 | 47.523 | 55.426 | 75.356 | 8.481 |
| 3.2. | Usluge tekućeg i investicijskog održavanja | 55.664 | 95.823 | 82.250 | 116.851 | 86.096 | 541.752 | 297.194 | 416.241 | 818.927 | 181.822 |
| 3.3. | Promidžba i informiranje | 35.287 | 28.667 | 55.482 | 59.785 | 38.205 | 96.946 | 112.844 | 125.145 | 243.163 | 35.899 |
| 3.4. | Komunalne usluge | 202.972 | 201.624 | 181.243 | 193.125 | 179.697 | 130.730 | 163.809 | 158.011 | 182.838 | 20.481 |
| 3.5. | Zakup, najam | 6.744 | 7.204 | 13.714 | 5.975 | 12.178 | 6.772 | 1.162 | 3.079 | 5.859 | 1.413 |
| 3.6. | Intelektualne i osobne usluge (ugovori o djelu, honorari) | 63.153 | 25.246 | 92.006 | 176.980 | 52.331 | 87.662 | 677.481 | 1.042.645 | 300.411 | 60.121 |



| Struktura financijskog poslovanja | | 2014. | 2015. | 2016. | 2017. | 2018. | 2019. | 2020. | 2021. | 2022. | 2023. |
|-----------------------------------|--|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| 3.7. | Računalne usluge | 35.922 | 37.805 | 37.574 | 41.364 | 60.021 | 35.677 | 41.689 | 37.534 | 82.895 | 5.600 |
| 3.8. | Ukupno ostalo (specificirati) | 120.587 | 136.699 | 47.323 | 97.900 | 151.355 | 33.845 | 2.239 | 55.708 | 169.611 | 24.790 |
| 3.8.1. | Grafičke i tiskarske usluge, kop., uvez ... | 22.403 | 4.569 | 5.821 | 21.084 | 39.753 | 9.683 | 1.297 | 3.027 | 17.930 | 1.063 |
| 3.8.2. | Film i izrada fotografija .. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 |
| 3.8.3. | Uređenje prostora | 38.970 | 55.810 | 4.447 | 8.414 | 172.349 | 0 | 0 | 3.586 | 12.819 | 3.655 |
| 3.8.4. | Usluge pri registraciji službenog vozila ... | 943 | 926 | 1.044 | 925 | 926 | 2.966 | 3.882 | 1.077 | 1.863 | 0 |
| 3.8.5. | Naknade za rad upravnog vijeća | 49.540 | 38.861 | 27.191 | 33.993 | 33.994 | 33.994 | 30.608 | 31.894 | 31.894 | 4.233 |
| 3.8.6. | Ostale nespomenute usluge; zdravstveni pregledi ... | 1.500 | 35.207 | 8.820 | 33.481 | 37.307 | 4.527 | 4.341 | 17.542 | 52.688 | 1.242 |
| 4. | RASHODI ZA NEFINANCIJSKU IMOVINU | 1.507.961 | 1.510.612 | 1.064.876 | 1.588.799 | 850.067 | 5.013.645 | 3.961.209 | 70.521.430 | 46.732.291 | 2.407.432 |
| 4.1. | Poslovni objekti | 0 | 14.635 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4.2. | Računalna oprema | 189.934 | 173.081 | 156.613 | 148.793 | 206.647 | 175.863 | 8.644 | 627.978 | 476.529 | 55.990 |
| 4.3. | Laboratorijska oprema | 4.127 | 73.856 | 4.428 | 0 | 18.956 | 4.013.190 | 921.603 | 3.800.537 | 6.129.420 | 488.076 |
| 4.4. | Uredska oprema | 8.120 | 65.308 | 3.867 | 6.909 | 10.875 | 5.952 | 2.457 | 5.753 | 1.248 | 1.669 |
| 4.5. | Komunikacijska oprema | 34.421 | 21.013 | 21.820 | 6.197 | 3.874 | 0 | 0 | 7.391 | 14 | 0 |
| 4.6. | Instrumenti, uređaji i strojevi | 1.087.064 | 856.380 | 706.700 | 876.906 | 445.469 | 760.937 | 193.906 | 27.284.540 | 22.297.268 | 1.283.637 |
| 4.7. | Literatura /knjige u knjižnici.. | 583 | 920 | 1.495 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4.8. | Ulaganja u postrojenja, strojeve i ostalu opremu | 28.715 | 8.717 | 19.839 | 129.560 | 8.512 | 27.712 | 2.808.944 | 9.126.478 | 8.517.371 | 578.060 |
| 4.9. | Dodatna ulaganja na građevinskim objektima | 138.603 | 252.338 | 107.598 | 413.469 | 127.550 | 0 | 24.533.083 | 29.636.932 | 9.270.009 | 0 |
| 4.10. | Oprema za održavanje i zaštitu/računalni programi... | 15.521 | 19.001 | 42.517 | 3.750 | 28.184 | 14.207 | 17.146 | 0 | 40.432 | 0 |



| Struktura financijskog poslovanja | | 2014. | 2015. | 2016. | 2017. | 2018. | 2019. | 2020. | 2021. | 2022. | 2023. |
|-----------------------------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| 4.11. | Ukupno ostalo(specificirati) Licence.... | 873 | 25.363 | 0 | 3.212 | 0 | 0 | 0 | 2.012 | 0 | 0 |
| 5. | NAKNADE TROŠKOVA ZAPOSLENIMA | 1.195.890 | 1.008.449 | 840.611 | 985.792 | 1.055.442 | 1.004.377 | 485.767 | 740.058 | 1.227.662 | 156.223 |
| 5.1. | Službena putovanja + sl. putovanja osoba izvan radnog odnosa | 798.228 | 674.096 | 516.430 | 674.923 | 669.819 | 563.543 | 130.810 | 344.839 | 722.069 | 85.794 |
| 5.2. | Stručna usavršavanja | 126.474 | 75.069 | 89.984 | 58.911 | 88.195 | 82.545 | 20.497 | 57.685 | 156.946 | 27.033 |
| 5.3. | Ukupno ostalo (specificirati) uključujući i troškove prijevoza | 271.188 | 259.284 | 234.197 | 251.957 | 297.428 | 358.289 | 334.460 | 337.534 | 348.647 | 43.396 |
| 5.3.1. | Troškovi prijevoza na posao i s posla | 271.188 | 259.284 | 234.197 | 251.957 | 297.428 | 358.289 | 334.460 | 337.534 | 348.647 | 43.396 |
| 6. | OSTALI NESPOMENUTI RASHODI POSLOVANJA | 96.921 | 131.568 | 87.833 | 116.534 | 102.848 | 87.498 | 70.915 | 183.721 | 233.919 | 93.015 |
| 6.1. | Premije osiguranja | 5.114 | 4.478 | 5.245 | 3.879 | 2.816 | 4.527 | 4.341 | 0 | 21.250 | 0 |
| 6.2. | Reprezentacija | 57.828 | 50.187 | 26.587 | 29.816 | 22.907 | 23.196 | 562 | 7.178 | 37.332 | 17.309 |
| 6.3. | Članarine | 14.934 | 43.029 | 13.826 | 25.809 | 25.572 | 33.831 | 43.982 | 29.240 | 34.319 | 5.215 |
| 6.4. | Bankarske i usluge platnog prometa | 9.369 | 6.292 | 7.288 | 8.768 | 10.927 | 25.944 | 22.030 | 24.421 | 70.610 | 1.327 |
| 6.5. | Kamate | 194 | 0 | 384 | 0 | 4.293 | 0 | 0 | 54.182 | 289 | 30 |
| 6.6. | Ostali financijski izdaci | 9.482 | 27.583 | 34.503 | 48.259 | 36.333 | 0 | 0 | 19.841 | 24.295 | 59.220 |
| 6.6.1. | Ostali nspomenuti/ održavanje znan. skupova, vijenci, cvijeće... | | 27.583 | 34.503 | 10.712 | 4.163 | 0 | 0 | 9.433 | 10.534 | 2.597 |
| 6.6.2. | Pristojbe i naknade | | | | | 32.170 | | | 48.859 | 35.290 | 7.317 |
| B | UKUPNO RASHODI POSLOVANJA | 17.913.693 | 16.944.462 | 16.054.931 | 17.573.702 | 17.716.736 | 18.622.734 | 18.832.052 | 22.629.312 | 25.062.158 | 4.262.866 |
| | | | | | | | | | | | |



| Struktura financijskog poslovanja | | 2014. | 2015. | 2016. | 2017. | 2018. | 2019. | 2020. | 2021. | 2022. | 2023. |
|-----------------------------------|---|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| C | Preneseno stanje iz prethodne godine | 1.831.468 | 1.495.881 | 1.542.699 | 2.310.065 | 4.980.858 | 29.682.712 | 29.682.471 | 7.962.108 | -6.349.762 | -308.942 |
| | | | | | | | | | | | |
| | UKUPNO STANJE 31.12. (A-B+C) | 1.495.881 | 1.592.678 | 2.310.065 | 4.980.858 | 20.127.767 | 30.122.489 | 28.947.287 | -6.274.199 | -2.327.721 | 1.108.355 |
| | | | | | | | | | | | |

ISSN 1849-7357