



Institut za fiziku Zagreb

Godišnji izvještaj 2021.

Institut za fiziku
Zagreb, 2022.

Ka^oCIF
KRIOGENI CENTAR INSTITUTA ZA FIZIKU



Europska unija
Zajedno do fondova EU



EUROPSKI STRUKTURNI
I INVESTICIJSKI FONDovi

CAL T

CENTAR ZA NAPREDNE
LASERSKE TEHNIKE



Operativni program
KONKURENTNOST
I KOHEZIJA



Godišnji izvještaj 2021.

Izdavač:

Institut za fiziku
Bijenička cesta 46
10000 Zagreb
Hrvatska

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

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

Zagreb, 2022.



KRATKI PREGLED AKTIVNOSTI U 2021. GODINI

Institut za fiziku je javna ustanova u vlasništvu Republike Hrvatske. 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. Prepoznatljivost Instituta temelji se na vrhunskim znanstvenim istraživanjima sa značajnim međunarodnim odjekom.

U proteklom razdoblju, koje obuhvaća i 2021. godinu, posebno su njegove snage bile usredotočene na unapređenje znanstveno-istraživačke infrastrukture. Pri tome, Institut sudjeluje u visokom obrazovanju, ali i u promicanju gospodarskog razvoja i konkurentnosti. Odnosno, kako je predviđeno njegovom strategijom za razdoblje od 2018-2022. godine, strateški razvojni ciljevi Instituta bili su i) uspješna provedba infrastrukturnih projekata, ii) podizanje kvalitete znanstveno-istraživačkog rada, iii) sustavno sudjelovanje u visokoškolskom obrazovanju, iv) jačanje partnerstva s gospodarskim subjektima, v) popularizacija znanosti, promidžbene aktivnosti i utjecaj na društvo.

Infrastrukturni projekti i projekt obnove

Poseban prioritet Instituta u 2021. godini bila je provedba dvaju infrastrukturnih projekata financiranih iz europskih fondova i pokretanje novog projekta radi otklanjanja posljedica potresa od 22. ožujka 2020. godine.

Prvi projekt, Centar za napredne laserske tehnike (CALT), <http://calt.ifs.hr/>, je strateški projekt Republike Hrvatske u području znanstvene infrastrukture, ukupne vrijednosti 121.304.417,38 kuna. CALT je financiran iz Europskog fonda za regionalni razvoj (ERDF) i obuhvaća cjelokupnu obnovu i proširenje jednog od triju institutskih krila te nabavu najsuvremenije znanstvene opreme za laserska istraživanja. 2021. godinu obilježio je posebno važan korak u izvođenju projekta CALT, dobivanjem uporabne dozvole za uspješno preuređeno I krilo Instituta, s dodatnim katom s uredskim prostorima. Ovo je omogućilo preseljenje dijela znanstvenika u adekvatne prostore. Odnosno, učinjen je važan korak prema normalnom poslovanju, koje je do tada bilo značajno suženo zbog manjka dostupnog laboratorijskog i uredskog prostora. Štoviše, ovo je također stvorilo i preduvjete za novi projekt obnove od potresa, omogućujući djelomično preseljenje sada iz oštećenih dijelova Instituta u novu zgradu.

Drugi infrastrukturni projekt od prioritetne važnosti u 2021. godini za Institut za fiziku bio je Kriogeni centar Instituta za fiziku (KaCIF), <http://kacif.ifs.hr/>, ukupne vrijednosti 39.663.665,00 kuna, financiran također iz ERDF fonda. Cilj projekta KaCIF je unapređenje postojećih i razvoj novih kriogenih tehnika te modernizacija i nadogradnja znanstveno-istraživačke opreme koja se koristi u temeljnim i primijenjenim istraživanjima u području fizike kondenzirane materije i znanosti o materijalima. Uspješno dovršenje projekta KaCIF osigurava platformu za izvrsnost u znanstvenim istraživanjima s naglaskom na fiziku materijala, kao i tehnološki razvoj te inovacije u suradnji s gospodarstvom. KaCIF također predviđa novo Kriogeno postrojenje i uspostavu Prototipske radionice.



Institut za fiziku je u 2021. godini također intenzivno radio na prijavi i pripremi dokumentacije za projekt obnove, kojim bi se on doveo u stanje prije potresa od 22. ožujka 2020. godine. Naime, oštećenja na Institutu zbog potresa bila su znatna, čineći neke prostorije praktički neuporabljivima za rad u II i III krilu Instituta, pogotovo onaj eksperimentalni. Prijava ovog trećega projekta oslanjala se na sredstva iz Fonda solidarnosti Europske unije (FSEU). Tijekom 2021. godine potpisan je i ugovor, uz ukupnu predviđenu vrijednost operacije u iznosu od 7.370.625,00 kuna.

Istraživački rad Instituta

Redovni istraživački rad Instituta za fiziku u najvećem dijelu se 2021. financirao iz proračuna RH te kroz domaće i međunarodne znanstvene projekte, a u manjem opsegu kroz suradnju s gospodarskim subjektima. Institut je tako u 2021. godini imao dva istraživačka projekta financirana iz Europskog fonda za regionalni razvoj, tri Obzor 2020 projekata, jedan NATO projekt, 14 projekata Hrvatske zaklade za znanost, devet bilateralnih projekata, udio u eurofuzijskom projektu DONES, i jedan znanstveno-popularni projekt.

Kao glavna partnerska ustanova Instituta Ruđera Boškovića, Institut za fiziku je u 2021. godini uspješno sudjelovao u radu Znanstvenog centra izvrsnosti za napredne materijale i senzore (CEMS). U sklopu CEMS-a tako na IF-u djeluje jedna istraživačka jedinica, Jedinica za znanost o grafenu i srodnim 2D strukturama. Udio početnih sredstava koji se odnosi na Institutu iznosio je 10.353.000,00 kuna. Dio institutskih znanstvenika sudjelovao je također u radu Znanstvenog centra izvrsnosti za kvantne i kompleksne sustave te reprezentacije Liejevih algebri, čiji je nositelj Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Ustrojavanje znanstveno-istraživačkog dijela Instituta

Tijekom 2021. godine Institut za fiziku uložio je poseban napor kako bi se ustrojio njegov znanstveno-istraživački dio, kroz osnivanje dvaju odsjeka koji okupljaju ukupno osam istraživačkih grupa. Cilj ovih aktivnosti bio je dobivanje strukture koja će znatno unaprijediti organizaciju rada, mogućnosti planiranja i razvoja znanstvenih aktivnosti te suradnje s gospodarstvom. Strukturiranje znanstveno-istraživačkog dijela Instituta ujedno je bila preporuka vanjskih vrednovatelja Instituta, a snažno je bila podržana i od Znanstvenog savjeta Instituta koji okuplja eminentne svjetske stručnjake.

Organizacija znanstveno-istraživačkog dijela Instituta za fiziku, koja je službeno stupila na snagu u siječnju 2022., glasi:

Centar za napredne laserske tehnike – pročelnik dr. sc. Damir Aumiler

Grupa za istraživanje površina, međupovršina i 2D materijala – voditelj dr. sc. Marko Kralj

Grupa za kvantne tehnologije – voditeljica dr. sc. Ticijana Ban

Grupa za plazmena i laserska primijenjena istraživanja - voditelj dr. sc. Nikša Krstulović

Grupa za nano/bio sustave i meku kondenziranu tvar - voditelj dr. sc. Antonio Šiber



Grupa za ultrabrzu spektroskopiju - voditelj dr. sc. Silvije Vdović

Odsjek za istraživanje materijala u ekstremnim uvjetima – pročelnik dr. sc. Damir Starešinić

Teorijska grupa za fiziku kondenzirane materije i statističku fiziku - voditelj dr. sc. Eduard Tutiš

Grupa za eksperimentalno istraživanje naprednih elektronskih materijala - voditelj dr. sc. Tomislav Ivek

Grupa za istraživanje kompleksnih i jako koreliranih funkcionalnih materijala - voditelj dr. sc. Petar Popčević

Konferencije u suorganizaciji Instituta

Iako je i dalje tijekom 2021. trajala pandemija bolesti COVID-19, epidemiološka situacija je donekle olakšana te su epidemiološke mjere djelomično omogućile aktivnosti diseminacije i popularizacije znanosti. Neki lani otkazani događaji ove godine odvili su se u on-line okruženju. Tako je od 10. do 11. lipnja 2021. Institut bio suorganizator konferencije Solid-State & Research (SCIRES 2021), održane on-line, a u organizacijskom odboru su bili dr. sc. T. Ivek i dr. sc. N. Novosel.

Također, od 5. do 9. srpnja 2021. on-line je održana lani otkazana konferencija 52. Conference of the European Group on Atomic Systems (EGAS), kojoj je Institut za fiziku bio suorganizator. U organizaciji i pripremi te konferencije sudjelovali su djelatnici Instituta dr. sc. T. Ban, dr. sc. N. Vujičić, dr. sc. S. Vdović i dr. sc. S. Milošević.

Popularizacija

Od popularizacijskih aktivnosti vrijedi izdvojiti projekt „Zvijezda je rođena – rad s darovitim učenicima“, koji je sufinanciran sredstvima Ministarstva znanosti i obrazovanja. Projekt je proveden u suradnji s XV. Gimnazijom u Zagrebu i njenim nastavnicima, a obuhvaća znanstvene aktivnosti namijenjene darovitim i motiviranim učenicima. Voditelj projekta bio je Berti Erjavec, dipl. ing., uz sljedeće aktivnosti:

1. Laseri u primjeni; voditelji: dr.sc. Mario Rakić, dr. sc. S. Vdović, M. Movre, m. sc.
2. Nanočestice u primjeni - fotokataliza; voditelji: dr. sc. N. Krstulović, D. Blažeka, R. Radičić, M. Marceljak Ilić, prof., I. Dukić, prof.
3. Umjetna inteligencija (AI) u znanosti i primjeni; voditelji: A. Supina, dr. sc. D. Dominko, M. Movre, m.sc.

Posjet učenika iz Poljske i Estonije bio je organiziran u okviru međunarodnog projekta The Mystery of Science. Također, valja spomenuti novinske članke vezane uz znanstveni rad i institutske projekte, sudjelovanje u televizijskim i radio emisijama znanstvenog programa, postavljanje znanstveno umjetničke instalacije te nekoliko stručnih članaka vezanih uz znanstvenike i znanstvena istraživanja na Institutu.



Sljedeći koraci

U sljedećem vremenskom razdoblju, cilj je Instituta dalje jačati svoje temeljne ljudske i infrastrukturne potencijale te na takav način osigurati uspješno provođenje infrastrukturnih projekata i zadržati svoj položaj među vodećim hrvatskim institutima u području temeljnih i primijenjenih istraživanja i visokom obrazovanju. Planirane teme istraživanja predstavljaju znanstveno-istraživačku cjelinu oko koje će se okupljati veći broj znanstvenika, koji, kroz zajedničku suradnju, doprinose kvaliteti istraživanja.

Planirane teme istraživanja imaju svoje jako uporište u infrastrukturnim projektima Instituta, koji će omogućiti rad na vrhunskoj znanstvenoj opremi, i koji će dodatno podići kvalitetu i međunarodnu konkurentnost znanstveno-istraživačkog rada, privući kvalitetan znanstveni kadar te općenito povećati vidljivost Instituta. Pri tome će se insistirati na izvrsnosti, prepoznatljivosti, komplementarnosti i jedinstvenosti istraživačkih aktivnosti Instituta, s ciljem još čvršćega pozicioniranja unutar europskog istraživačkog prostora.



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. Osor Slaven Barišić, Institut za fiziku, predstavnik zaposlenika, do 27. veljače 2021.

dr. sc. Nikša Krstulović, Institut za fiziku, predstavnik zaposlenika, do 14. lipnja 2021.

dr. sc. Hrvoje Skenderović, Institut za fiziku, predstavnik zaposlenika, od 15. lipnja 2021.



dr. sc. Damir Starešinić, predsjednik

dr. sc. Vito Despoja, zamjenik predsjednika, do 27. kolovoza 2021.

dr. sc. Ivan Balog, zamjenik predsjednika, od 3. rujna 2021.

RAVNATELJ

dr. sc. Marko Kralj, do 31. svibnja 2021.

dr. sc. Osor Slaven Barišić, od 1. lipnja 2021.

POMOĆNICI RAVNATELJA

dr. sc. Damir Aumiler, do 31. svibnja 2021.

dr. sc. Nataša Vujičić, do 31. svibnja 2021.

dr. sc. Tacijana Ban, od 1. lipnja 2021.

dr. sc. Nikša Krstulović, od 1. lipnja 2021.



1.2 DJELATNICI INSTITUTA

ZNANSTVENO-ISTRAŽIVAČKI ODJEL

ZNANSTVENI SAVJETNICI

Marko Kralj,

Hrvoje Skenderović,

Damir Aumiler, od 15. srpnja 2021.

Eduard Tutiš, od 1. travnja 2021.

ZNANSTVENI SAVJETNICI U TRAJNOM ZVANJU

Ticijana Ban,

Slobodan Milošević,

Petar Pervan,

Antonio Šiber

VIŠI ZNANSTVENI SURADNICI

Damir Aumiler, do 14. srpnja 2021.

Osor S. Barišić,

Vito Despoja,

Mirta Herak,

Tomislav Ivek, od 1. travnja 2021.

Nikša Krstulović,

Damir Starešinić,

Eduard Tutiš, do 31. ožujka 2021.

Silvije Vdović,

Tomislav Vuletić,

Goran Zgrablić



ZNANSTVENI SURADNICI

Matija Čulo, od 1. lipnja 2021.

Ivan Balog,

Ida Delač Marion,

Ivor Krešić, od 1. lipnja 2021.

Damir Dominko,

Tomislav Ivek, do 31. ožujka 2021.

Vesna Mikšić Trontl,

Dino Novko

Nikolina Novosel,

Marin Petrović,

Petar Popčević,

Mario Rakić

Neven Šantić

Iva Šrut Rakić,

Yuki Utsumi Boucher,

Nataša Vujičić

ZASLUŽNI ZNANSTVENICI

Branko Gumhalter,

Milorad Milun,

Goran Pichler,

Silvia Tomić,

Veljko Zlatić



VIŠI ASISTENTI - POSLIJEDOKTORANDI

Dean Popović, od 1. travnja 2021.

Dejan Maletić, do 30. studenog 2021.

Naveen Chogondahalli Muniraju, od 1. travnja 2021.

Sudhakar Pandey, do 31. listopada 2021.

Obaidulla Sheikh Muhammad

Borna Pelić, od 13. prosinca 2021.

ASISTENTI - DOKTORANDI

Denis Abramović,

Dean Popović, do 31. ožujka 2021.

Damjan Blažeka,

Danijel Buhin,

Antun Lovro Brkić,

Julio Car,

Martina Dragičević, do 5. prosinca 2021.

Mateo Forjan,

Valentino Jadriško,

Josip Jakovac,

Virna Kisiček,

Domagoj Kovačić,

Juraj Krsnik,

Mateo Kruljac,



Borna Pelić, do 20. studenog 2021.

Borna Radatović,

Željko Rapljenović,

Ana Senkić,

Naveen Singh Dhama,

Luka Sinković,

Antonio Supina,

Vjekoslav Vulić,

Blaž Ivšić

Kamal Sherif,

Vedran Brusar, od 1. lipnja 2021.

Mateo Kruljac,

Ivana Puljić,

Ali Mardan Dezfouli, od 10. ožujka 2021.

Nina Giroto,

Rafaela Radičić, od 15. travnja 2021.

Šimun Mandić, od 1. lipnja 2021.

Seyed Ashkan Moghadam Ziabari, od 15. prosinca 2021.

SURADNICI U ZNANOSTI I VISOKOM OBRAZOVANJU

Jadranko Gladić, stručni savjetnik

Davor Čapeta, viši stručni suradnik

Elinor Trogrlić, stručni savjetnik



SURADNICI NA PROJEKTIMA

Đuro Drobac, suradnik na KaCIF projektu, do 31. kolovoza 2021.

Mladen Prester, savjetnik na projektima, do 31. kolovoza 2021.

ODJEL ZA PRAVNE, KADROVSKE I OPĆE POSLOVE

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

Nives Punčec, voditelj ostalih ustrojstvenih jedinica – pravnik, od 15. lipnja 2021.

Odsjek za opće poslove

Marija Sobol, voditelj općih poslova,

Jozo Zovko, tehnički suradnik,

Draženka Zajec, pomoćnik domara,

Gordana Matić, portir-recepcionist,

Renata Macešan, domaćica,

Danijela Sitarić, spremačica do 30. travnja 2021. – zamjena za Mostečak

Snježana Mostečak - spremačica

Odsjek za tehničku podršku

Dalibor Novak, tehnički suradnik, od 15. srpnja 2021.

Damir Altus, tehnički suradnik,

Ivan Čičko, viši tehničar,

Franjo Zadavec, tehnički suradnik,

Branko Kiš, viši tehničar,

Alan Vojnović, viši tehničar,

Josip Pogačić, viši tehničar za kriogeno postrojenje

Žarko Vidović, tehničar za kriogeno postrojenje



ODJEL ZA PROJEKTNE AKTIVNOSTI I FINACIJE

Danijela Osredečki, rukovoditelj odjela za projektne aktivnosti i financije

Dunja Epih, viši stručni savjetnik za poslove javne nabave

Antonela Maračić, viši stručni savjetnik za pripremu i praćenje projekata

Berti Erjavec, viši stručni suradnik u znanosti i visokom obrazovanju

Gordan Karlić, projektni administrator, do 31. ožujka 2021.

Žana Počuča, projektni administrator

Odsjek za financije

Nikolina Žilić Martinović, rukovoditelj Odsjeka za financije, povratak na rad 14. travnja 2021.

Katica Hunjet, rukovoditelj Odsjeka za financije /zamjena za Žilić Martinović/

Željko Kneclin, viši stručni savjetnik ekonomske struke

Kristina Stažić, viši stručni referent ekonomske struke

Suzana Jurički, ekonom - dostavljač

Josipa Šestak, ekonom - skladištar

Mirjana Ličina, operater na unosu podataka



3. ZNANSTVENA DJELATNOST

Znanstvena djelatnost Institutu za fiziku, kao što je uvedeno spomenuto, obuhvaća područja od atomske i molekulske fizike, fizike čvrstog stanja, fizike površina, optičke fizike, biološke fizike, statističke fizike, do fizike plazme. Istraživanja se provode u okviru nacionalnih i međunarodnih projekata čiji je popis dan u četvrtom poglavlju.

Istraživačke aktivnosti 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 detaljan popis dan u petom poglavlju.

U nastavku su detaljnije prikazani neki istaknuti radovi istraživača Instituta za fiziku u 2021. godini. Kratke osvrtne na radove pripremili su dr. sc. Slivije Vdović i dr. sc. Yuki Utsumi Boucher, urednici Znanstvenih vijesti Instituta za fiziku.

Fizika čvrstog stanja

Kontrola polarnog uređenja u vektorskom kiralnog magnetu

Naši kolege Martina Dragičević, David Rivas Góngora, Željko Rapljenović, Mirta Herak, Vedran Brusar, Damir Altus i Tomislav Ivek su u suradnji sa suradnicima na IJS, Slovenija i EPFL, Švicarska objavili članak o kontroli feroelektričnosti u antiferomagnetskom materijalu sa spiralnim uređenjem spinova β -TeVO₄.

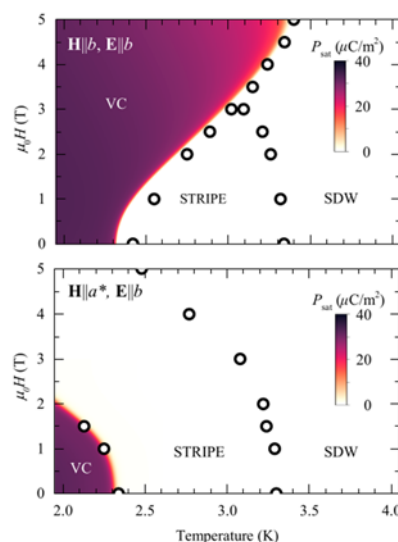
Control of a polar order via magnetic field in a vector-chiral magnet

Martina Dragičević, David Rivas Góngora, Željko Rapljenović, Mirta Herak, Vedran Brusar, Damir Altus, Matej Pregelj, Andrej Zorko, Helmuth Berger, Denis Arčon, and Tomislav Ivek, *Physical Review B* **104**, L121107 (2021).

[DOI: 10.1103/PhysRevB.104.L121107](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.L121107)

Magnetoelektrici su materijali u kojima istovremeno postoji vezano magnetsko uređenje spinova i feroelektrično uređenje električnih dipola. U posljednjim se godinama pogotovo istražuju mogući magnetoelektrici iz klase izolatorskih magneta u kojima do feroelektrične polarizacije dolazi upravo uslijed uređenja spinova. Među ostalim, spiralno uređenje spinova bi moglo dozvoliti pojavu feroelektričnosti.

β -TeVO₄ je lančasti kvantni magnet u kojem spinovi međudjeluju sa svojim prvim susjedima feromagnetski, a s drugim susjedima antiferomagnetski. Kaže se da su spinovi u takvom sustavu frustrirani i teško se uređuju, a u ovom spoju do uređenja dolazi tek na veoma niskim temperaturama, ispod 5 K. U članku iz naslova naši kolege donose izravni eksperimentalni dokaz da je tzv. vektorsko-kiralna antiferomagnetska faza u β -TeVO₄ ujedno i feroelektrična tj. magnetoelektrična. Potpuno neočekivano, otkriveno je da „tvrdoća“ feroelektričnog odziva značajno ovisi o primjeni vanjskog magnetskog polja što upućuje na mogući novi način kontrole multiferoičnih domena. Ovo je istraživanje od izravnog značaja za razvoj novih senzora i digitalnih memorija kao i za unapređenje razumijevanja tvari u ekstremnim uvjetima.



Slika: Feroelektrični fazni dijagram β -TeVO₄ u dvije orijentacije magnetnog polja H uspoređen s kritičnim temperaturama magnetskih prijelaza. Sjenčanje predstavlja interpoliranu mjerenu saturacijsku polarizaciju P_{sat} za $E||b$ koja jasno pokazuje da se feroelektrični odziv pojavljuje isključivo unutar vektorsko-kiralne faze. Krugovi označavaju kritične temperature određene mjerenjima magnetske susceptibilnosti iz literature.



Fizika površina

Nove faze dvodimenzionalnih dihalogenida prijelaznih metala

Naši kolege Marin Petrović i Marko Kralj u suradnji sa kolegama s više institucija (Sveučilišta u Siegenu, Kölnu i Münsteru u Njemačkoj, te Sveučilišta King Abdullah u Saudijskoj Arabiji) objavili su članak u prestižnom časopisu ACS Nano, na temu kontrolirane sinteze dvije različite faze jednoslojnog tantalovog sulfida.

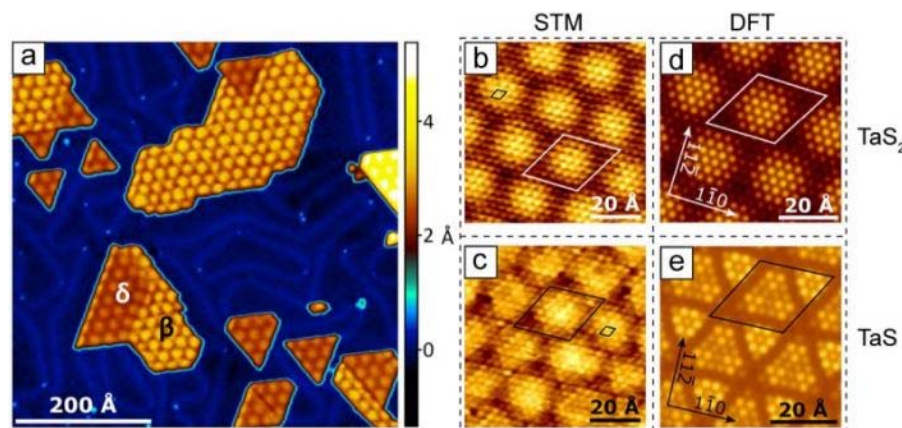
Two Phases of Monolayer Tantalum Sulfide on Au(111)

D. Dombrowski, A. Samad, C. Murray, M. Petrovic, P. Ewen, T. Michely, M. Kralj, U. Schwingenschlögl, C. Busse, ACS Nano **15**, 13516-13525 (2021).

[DOI: 10.1021/acsnano.1c04249](https://doi.org/10.1021/acsnano.1c04249)

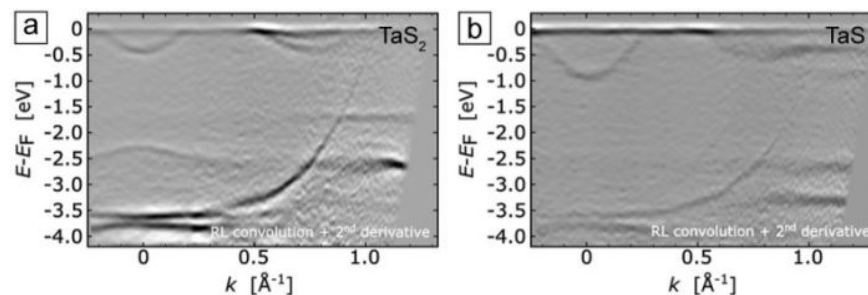
Interes za atomski tanke dihalogenide prijelaznih metala (TMD), općenite stohiometrije MX_2 (gdje M označava metalni atom, a X halkogeni atom), početno je bio usmjeren na poluvodičke sisteme koji imaju direktni energetski procjep, što je od značaja za razvoj primjena u elektronici i fotonici. Međutim TMD monoslojevi su polimorfni, pri čemu je poluvodička ili metalna MX_2 faza asocirana sa takozvanim 2H, odnosno 1T strukturnom fazom. Pored toga, nedavno su se počele razmatrati i nestehiometrijske izvedenice, primjerice one obogaćene metalom ili osiromašene halkogenim elementom. Kako se radi o atomski tankim materijalima, takve promjene u strukturi induciraju značajne modifikacije svojstva različitih TMD materijala. To je trenutno tema od fundamentalnog značaja, koju treba istražiti za razvoj budućih primjena. Zbog sličnosti kristalnih rešetki nestehiometrijske i stehiometrijske faze, javlja se mogućnost razvoja naprednih lateralnih heterostruktura s dobro definiranim i oštrim granicama faza.

U ovom radu, podešavajući uvjete sinteze jednoslojnog tantal-sulfida na Au(111) površini u metodi epitaksije molekularnog snopa (MBE), prvenstveno količinu sumpora, sintetizirana je stehiometrijska 2H-TaS₂ i nestehiometrijska sumporom siromašna TaS faza. Oslikavanjem metodom pretražne tunelirajuće mikroskopije (STM), moguće je jasno razlučiti razliku kontrasta kao i granicu između dviju faza (slika 1). U atomski razlučivim topografijama obje faze pokazuju heksagonalnu strukturu, međutim, s razlikama koje su lako usporedive sa proračunima i simulacijama funkcionala gustoće (DFT). To omogućuje identifikaciju TaS faze kao sumporom osiromašene faze kojoj u odnosu na 2H-TaS₂ fazu nedostaje cijeli jedan sloj sumpora, i to onaj orijentiran prema Au(111) površini.



Slika 1. STM topografija tantal sulfida na površini zlata (a) Otoci TaS_2 (smeđe, oznaka δ) i TaS (žuto, oznaka β) na $Au(111)$ (plavo). (b,c) Uvećani prikazi TaS_2 i TaS faza u atomskoj rezoluciji. (d,e) DFT simulacije STM topografije TaS_2 i TaS faza.

Nedostatak sumpora znatno mijenja međudjelovanje tantal sulfida i podloge, a zbog razlike u konstantama rešetke i prisutnosti moiré strukture, dolazi do dodatnog izvijanja TaS sloja. Svi navedeni faktori uzrokuju pojačano međudjelovanje s podlogom, što uključuje i djelovanje periodičkog potencijala. Taj potencijal vodi na značajan pomak površinskog stanja $Au(111)$ na više vezivne energije, te inducira formiranje replika tog površinskog stanja. Ti efekti jasno su vidljivi pomoću kutno razlučive fotoelektronske spektroskopije (ARPES) (slika 2). Dodatne razlike u elektronskoj strukturi vidljive su i u spektroskopiji pomoću STM-a (STS), čime se razlučuje elektronska struktura i stanja iznad Fermijeve energije.



Slika 2. ARPES karakterizacija (a) TaS_2 i (b) TaS na $Au(111)$. Mogu se razaznati pomaci površinskog stanja zlata, kao i pojava novih elektronskih vrpca karakterističnih za pojedini sistem.



Naši rezultati značajni su za buduće napore u inženjeringu različitih nestehiometrijskih TMD faza, pri čemu se sumporom osiromašena TaS faza istražena u ovom radu može primijeniti kao dobar kontakt s metalnom elektrodom, a može lateralno dobro vezati sa poluvodičkom 2H-TaS₂ fazom.

Electronic Structure of Quasi-Freestanding WS₂/MoS₂ Heterostructures

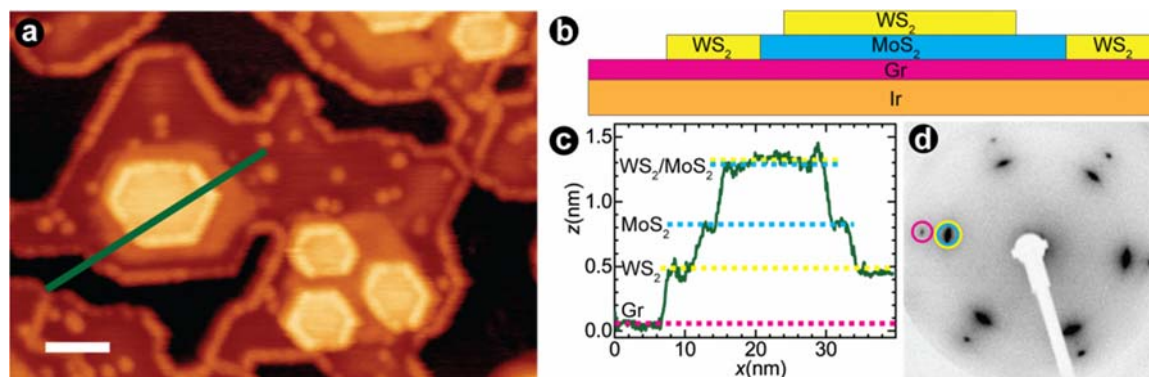
Naš doktorand Borna Pelić i nekoliko članova SIMAT grupe, zajedno sa suradnicima sa Sveučilišta u Siegenu i Sveučilišta u Zagrebu, objavili su znanstveni rad u prestižnom časopisu ACS Applied Materials & Interfaces na temu rasta i karakterizacije kvazi-slobodnostojećih WS₂/MoS₂ heterostruktura.

Electronic Structure of Quasi-Freestanding WS₂/MoS₂ Heterostructures

Borna Pelić, Dino Novko, Iva Šrut Rakić, Jiaqi Cai, Marin Petrović, Robin Ohmann, Nataša Vujičić, Mario Basletić, Carsten Busse, and Marko Kralj, ACS Appl. Mater. Interfaces **13**, 42, 50552–50563 (2021).

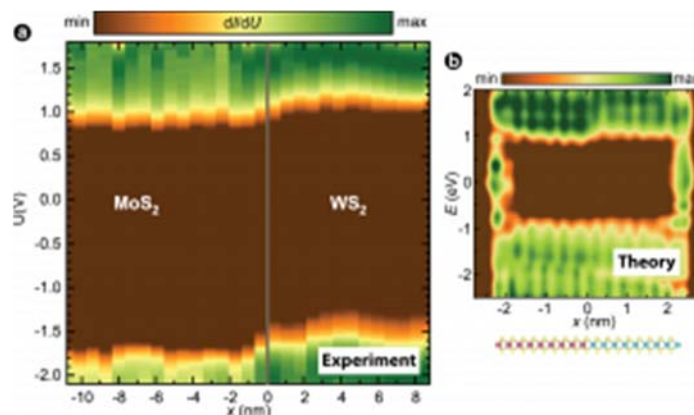
[DOI: 10.1021/acsami.1c15412](https://doi.org/10.1021/acsami.1c15412)

Rast dvodimenzionalnih (2D) materijala u uvjetima ultra-visokog vacuuma (UHV) omogućuje in-situ karakterizaciju uzoraka s direktnim spektroskopskim uvidom. Heteroepitaksija dihalogenida prijelaznih metala (TMDs) u UHV-u još uvijek je izazov za integraciju određenih monoslojeva u novi funkcionalni sistem. U ovom radu proučen je epitaksijalni rast lateralne WS₂–MoS₂ i vertikalne WS₂/MoS₂ heterostruktura na grafenu (slika 1). Uz pomoć skenirajuće tunelirajuće spektroskopije (STS) te teorije funkcionala gustoće (DFT), prvo je istražena elektronska struktura monoslojeva MoS₂ i WS₂, te WS₂/MoS₂ vertikalne heterostruktura. Slaba van der Waals (vdW) interakcija između TMD-a i grafena rezultirala je relativno velikim energijskim procijepima i tek neznatnim razlikama s dobivenim DFT-PBE0 računima za slobodnostojeće slojeve. Također, zaključeno je da se i ostale kritične točke u energiji dobro slažu s DFT-om. U WS₂/MoS₂ vertikalnoj heterostrukturi otkriveno je jako međuslojno vezanje na temelju razlike u energiji kritičnih točaka Γ_1 i Γ_2 .



Slika 1: (a) STM slika WS_2 – MoS_2 lateralne i WS_2/MoS_2 vertikalne heterostrukture na $Gr/Ir(111)$. Napon tuneliranja, struja tuneliranja: 1.2 V, 0.05 nA, skala: 10 nm. (b) Shematski prikaz uzduž zelene linije u (a). (c) Linijski STM profil uzduž zelene linije u (a), koji prikazuje razliku u visinama karakterističnih područja: grafen, WS_2 , MoS_2 i WS_2/MoS_2 vertikalna heterostruktura. (d) LEED struktura je superpozicija WS_2 (žuto), MoS_2 (cijan) i grafenskih (magenta) točaka označenih krugovima. Elektronska energija: 73 eV.

Štoviše, istraženo je i savijanje vrpce u neposrednoj blizini uskih jednodimenzionalnih (1D) granica, naime WS_2 – MoS_2 lateralne heterostrukture te zrcalne granice domena (MTB) u WS_2/MoS_2 vertikalnoj heterostrukтури. Uz pomoć STS-a i DFT-a dobivene su pozicija-energija mape za svaki sistem. Za dobro definiranu granicu WS_2 – MoS_2 lateralne heterostrukture potvrđeno pridruženje vrpce tipa-II (slika 2). Uz pomoć jednostavnog udžbeničkog modela za pn spojeve, određeno je električno polje na granici od 100×10^6 V/m te područje osiromašenja naboja od 5 nm. Takva mala područja osiromašenja naboja popraćena su relativno velikim koncentracijama naboja. Uz ovaj model, korištena je i nelinearna Thomas-Fermi teorija uz pomoć koje su određene koncentracije naboja, te je zaključeno da se potonja dva modela relativno dobro slažu. Granica domena, konkretno 4|4E MTB, pojavljuje se između dva WS_2 otoka na MoS_2 na $Gr/Ir(111)$. Linijski STS profil otkriva da se oba ruba energijskog procjepa savijaju simetrično s obzirom na granicu. Zaključeno je da MTB sadrži naboj definiran 1D vrpcom MTB-a te polarizacijskim nabojem. Razmatranjem savijanja kritičnih točaka u energiji na rubovima procjepa, dolazi se također do zaključka da dielektrično zasjenjenje od grafena uglavnom utječe na prvi sloj, odnosno MoS_2 . U takvoj su okolini WS_2/MoS_2 heterostrukтури parcijalno sačuvana njena slobodnostojeća svojstva. Kvazi-slobodnostojeće heterostrukture s oštro definiranim granicama, visokim intrinzičnim električnim poljima, te uskim područjima osiromašenja odlični su kandidati za dizajniranje elektroničkih i optoelektroničkih uređaja budućnosti.



Slika 2: (a) STS linijski profil WS_2 – MoS_2 lateralne heterostrukture. Siva linija označava poziciju granice. (b) Pozicija-energija mapa s gustoćom elektronskih stanja (DOS) prikazanom skalom u boji. Mapa je dobivena DFT-PBE računom za jediničnu ćeliju prikazanu ispod.

Mikroskopska teorija nastanka eksciton polaritona u realističnim dvodimenzionalnim nanošupljinama

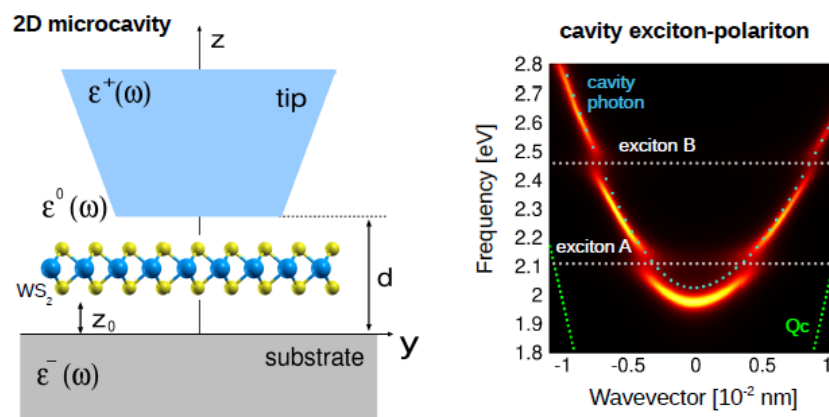
Naši kolege Dino Novko i Vito Despoja objavili su članak u časopisu Physical Review Research (Letter). Autori predstavljaju mikroskopsku teoriju iz prvih principa koja je u mogućnosti simulirati nastanak eksciton polaritona u realističnim dvodimenzionalnim nanošupljinama.

Cavity exciton polaritons in two-dimensional semiconductors from first principles

Dino Novko and Vito Despoja, Physical Review Research **3** L032056 (2021).

[DOI: 10.1103/PhysRevResearch.3.L032056](https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.3.L032056)

Dvodimenzionalna (2D) poluvodička mikrošupljina, u kojoj se mogu formirati eksciton polaritoni, predstavlja obećavajuću postavu za istraživanje i manipuliranje različitim režimima interakcije svjetlosti i materije. U ovom radu se istražuje vezanje između 2D ekscitona i fotona metalne šupljine primjenom propagatorske tehnike iz prvih principa. Jačinu vezanja ekscitona i fotona karakterizira pripadajuće Rabi cijepanje na dva eksciton polaritona, koji se mogu vrlo lako ugađati promjenom veličine šupljine. Maksimalno cijepanje od 128 meV postiže se u šupljini fosforena, dok se izvanredna vrijednost od oko 440 meV predviđa u jednoslojnom uređaju baziranom na 2D boron nitridu. Dobiveno Rabi cijepanje u mikrošupljini WS_2 u izvrsnom je slaganju s najnovijim eksperimentima. Ova nova metodologija može biti korisna u predviđanju i predlaganju mogućih postavki za formiranje robusnih 2D eksciton-polariton kondenzata.



Slika 1. Lijevi panel: Shema uređaja za mikrošupljinu. 2D kristal opisan optičkom vodljivošću $\sigma(\omega)$ umetnut je u mikrošupljinu koja se sastoji od podloge, dielektričnog medija i vrha opisanih makroskopskim dielektričnim funkcijama $\epsilon^-(\omega)$, $\epsilon^0(\omega)$ i $\epsilon^+(\omega)$. Desni panel: Intenzitet elektromagnetskih modova koji pokazuje hibridizaciju između modova šupljine $n = 1$ (tirkizno točkasto) i ekscitona WS_2 A i B (bijelo točkasto) u srebrnoj šupljini debljine $d = 260$ nm.

Plazmonska fotoemisija s monokristalnog srebra

Naši kolege Dino Novko i Branko Gumhalter, u suradnji sa znanstvenicima sa Sveučilišta u Pittsburghu i Georg-August Sveučilišta u Göttingenu, objavili su članak u prestižnom časopisu ACS Photonics. Autori istražuju jedinstvenu nelinearnu fotoemisiju s površina srebra induciranu plazmanskim poljem.

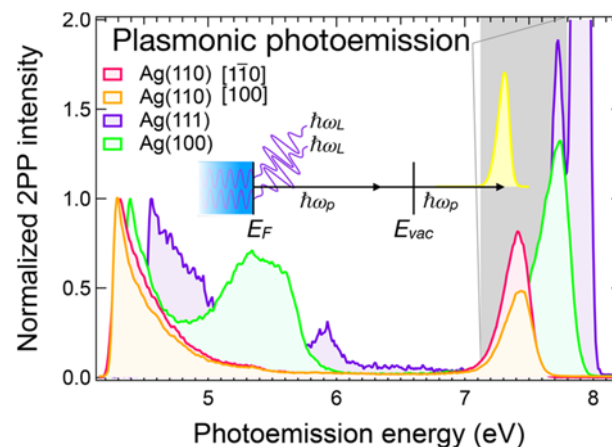
Plasmonic Photoemission from Single-Crystalline Silver

A. Li, M. Reutzler, Z. Wang, D. Novko, B. Gumhalter, and H. Petek, ACS Photonics **8**, 1, 247–258 (2021).

DOI: [10.1021/acsphotonics.0c01412](https://doi.org/10.1021/acsphotonics.0c01412)

Optička polja u interakciji s materijalima pobuđuju kvantne jednočestične prijelaze te induciraju kolektivno zasjenjenje koje definira njihov prodor, apsorpciju i refleksiju. Međuigra ovih interakcija na attosekundnoj skali definira kako se optička energija pretvara u elektronsku, postavljajući granice učinkovitosti za procese kao što su prikupljanje sunčeve energije ili fotokataliza. Naše se razumijevanje interakcije svjetlosti i tvari prvenstveno temelji na određivanju elektroničke strukture i početnih čestica ili polja koja zauzimaju dobro definirana stanja,

te na ishodu njihove interakcije koja kulminira emisijom fotoelektrona ili fotona, s oskudnom sposobnošću praćenja ultrabrzih mnogočestičnih interakcija koje zapravo definiraju tu interakciju. Optička svojstva metala mijenjaju se od metalnih do dielektričnih kada realni dio dielektrične funkcije, $\text{Re}[\epsilon(\omega)]$, prolazi kroz nulu. Na niskim frekvencijama $\text{Re}[\epsilon(\omega)] < 0$ i kolektivni slobodni elektronski plazmوني odgovor daje visoku reflektivnost. Na visokim frekvencijama $\text{Re}[\epsilon(\omega)] > 0$ i polja prodiru u dielektrik stvarajući valove gustoće naboja uključujući longitudinalne plazmone. Načina na koji se takvi kolektivni plazmوني modovi raspadaju na femtosekundnoj skali u jednočestična pobuđenja kardinalno je za plazmoniku, no duboko eksperimentalno ili teorijsko razumijevanje pripadnih mikroskopskih mnogočestičnih procesa još uvijek nedostaje. U ovom radu ispitujemo spektroskopske potpise nelinearnih jednočestičnih i kolektivnih pobuđenja površine srebra pomoću nelinearne dvofotonske fotoemisije spektroskopije, na frekvencijama gdje dielektrična funkcija prolazi kroz nulu. Otkrili smo da se prijelaz kroz regiju gdje dielektrična funkcija prolazi kroz nulu odražava u nelinearnim spektrima fotoemisije, a posebno u plazmonskom raspadu koji inducira nekonvencionalne plazmonske komponente u fotoemisiju. Ovaj odgovor, tamo gdje energija fotoelektrona nije definirana ulaznim fotonima, javlja se kad fotoni pobude longitudinalne plazmone, koji se potom raspadaju na pobuđenja fotoelektrona selektivno s Fermijevog nivoa. Takav način raspadanja plazmona u vruće elektrone suprotan je s općeprihvaćenom slikom, ali potvrđuje teorijsko predviđanje J. J. Hopfielda iz 1965. Naš eksperiment osvjetljava energetski učinkovitiji protok optičko-elektronske energije u metalima koji do sada nije bio dobro poznat.



Slika 1. Sažetak plazmonske fotoemisije s površina srebra pobuđene dvofotonskom fotoemisijom (2PP) inducirane laserskim pulsevima energije $\hbar\omega_L$ za koju je realni dio dielektrične funkcije srebra vrlo blizu nule. Spektri su normalizirani na pripadni izlazni rad. Za svaku površinu odabiru se $\hbar\omega_L$ i polarizacija koji pobuđuju najintenzivniji $2\hbar\omega_p$ maksimum. Zasjenjeno područje ističe kolektivni plazmوني fotoemisijski signal s Fermi nivoa. Ostali signali mogu se pridijeliti jednočestičnim prijelazima.



Plazmonski potpomognuti kanali fotoemisije metala

Naši kolege Dino Novko, Vito Despoja i Branko Gumhalter, u suradnji sa znanstvenicima sa Sveučilišta u Pittsburghu i Georg-August Sveučilišta u Göttingenu, objavili su članak u časopisu Physical Review B, u kojem teorijski istražuju jedinstvenu nelinearnu fotoemisiju s površina srebra induciranu plazmonskim poljem. Urednik časopisa uvrstio je članak među istaknute, tzv. Editors' Suggestion, tekstove.

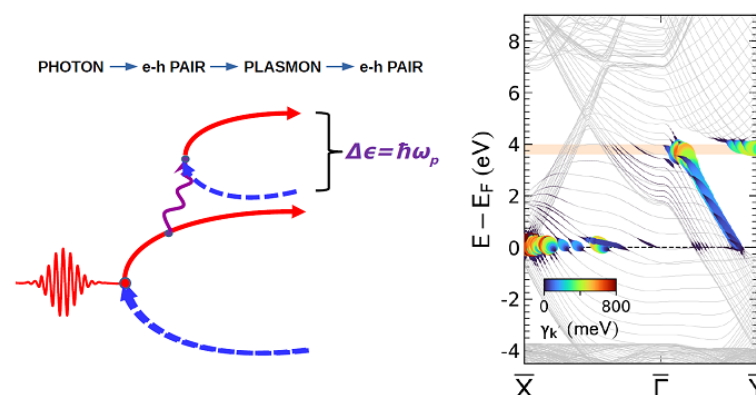
Plasmonically assisted channels of photoemission from metals

Dino Novko, Vito Despoja, Marcel Reutzler, Andi Li, Hrvoje Petek, and Branko Gumhalter, Physical Review B **103**, 205401 (2021).

[DOI: 10.1103/PhysRevB.103.205401](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.205401)

Fotoemisijaska spektroskopija eksperimentalna je metoda koja se temelji na fotoelektričnom efektu. Njegov prvi kvantno-mehanički jednoelektronski opis dao je Einstein: apsorpcija fotona (kvant primijenjenog zračenja) elektronom pobuđuje ga s početne razine na višu razinu s energijom većom za energiju fotona. Ovaj linearni odnos (skaliranje) između energija apsorbiranih fotona i fotoemitiranih elektrona korišten je za tumačenje nebrojenih istraživanja elektroničke strukture materije.

U mnogočestičnim sustavima poput metala jake su interakcije elektrona s kvantiziranim oscilacijama elektronske gustoće (slabo disperzivni plazmoni). Ovdje primarna fotoekscitacija elektrona može biti popraćena sekundarnim procesima koji uključuju plazmone, tako da konačni fotoelektronski spektar može obuhvaćati neelastične doprinose koji ne poštuju Einsteinovo skaliranje u fotoelektronskim spektrima. U našim nedavnim studijama dvofotonske fotoemisije s površine srebra otkrili smo da se energije određenih spektralnih linija ne skaliraju s primijenjenom energijom fotona, već ostaju prikovane na višestrukim plazmonskim energijama iznad Fermijeve razine. Ovaj učinak monokromatizirane emisije elektrona u pretvorbi optičke energije vrlo je netrivialan i ovdje ga tumačimo u smislu plazmonski potpomognutih kanala fotoemisije. Prikazana teorija temelji se na scenariju u kojem stvarni plazmoni pobuđeni u sekundarnim procesima djeluju kao pobudno polje za emitiranje elektrona s Fermijeve razine na višestrukim plazmonskim energijama. Rezultati naših proračuna koji kombiniraju ovaj scenarij i elektronsku strukturu srebra u skladu su s eksperimentima. Ovo uvodi novu paradigmu "ne-Einsteinovih" plazmonski potpomognutih kanala fotoemisije za tumačenje posebnosti u linearnim i nelinearnim spektrima fotoemisije srebra.



Lijevo: Plazmonska fotoemisija kroz "foton – e-š par – plazmon – e-š par" excitacijski proces. Desno: Vrpčasta struktura Ag(110) površine i vjerojatnosti plazmonski potpomognute fotoemisije.

Budući da su naša mjerenja i popratne teorijske interpretacije plazmonske fotoemisije ograničene na srebro, postavlja se pitanje je li ovo specifičnost istraženog sustava ili općenitiji fenomen. To daje poticaj za buduća istraživanja.

Sinteza 2D bora na velikim skalama

Naš kolega Marin Petrović je objavio novi članak u kojem se demonstrira skalabilna metoda sinteze 2D sloja bora debljine samo jednog atoma. Članak je rezultat suradnje s istraživačima sa Sveučilišta Duisburg-Essen i Sveučilišta u Kölnu, te je objavljen u časopisu ACS Nano. Prezentirani rezultati otkrivaju nove mogućnosti za proizvodnju velikih, visokokvalitetnih slojeva nadolazećih 2D materijala.

Segregation-Enhanced Epitaxy of Borophene on Ir(111) by Thermal Decomposition of Borazine

Karim M. Omambac, Marin Petrović, Pantelis Bampoulis, Christian Brand, Marko A. Kriegel, Pascal Dreher, David Janoschka, Ulrich Hagemann, Nils Hartmann, Philipp Valerius, Thomas Michely, Frank J. Meyer zu Heringdorf, and Michael Horn-von Hoegen, ACS Nano **15**, 4, 7421–7429 (2021).

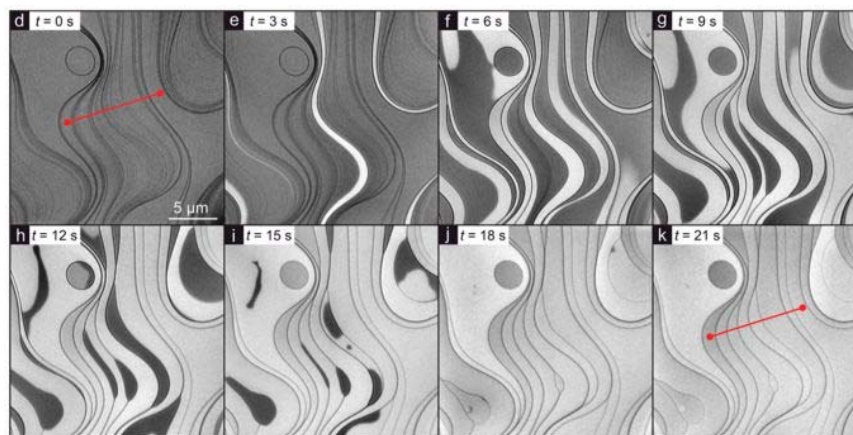
DOI: [10.1021/acsnano.1c00819](https://doi.org/10.1021/acsnano.1c00819)



Istraživači su u stalnoj potrazi za novim materijalima koji bi mogli omogućiti nova znanstvena otkrića i tehnološki napredak. Pritom, potrebni su visokokvalitetni materijali čija sinteza mora biti skalabilna na proizvoljno velike dimenzije. Isti izazovi su prisutni u zajednici istraživača 2D materijala, gdje je velike i u isto vrijeme uniformne uzorke često teško proizvesti. To je poglavito slučaj za nove članove obitelji 2D materijala, koji su još uvijek relativno slabo istraženi.

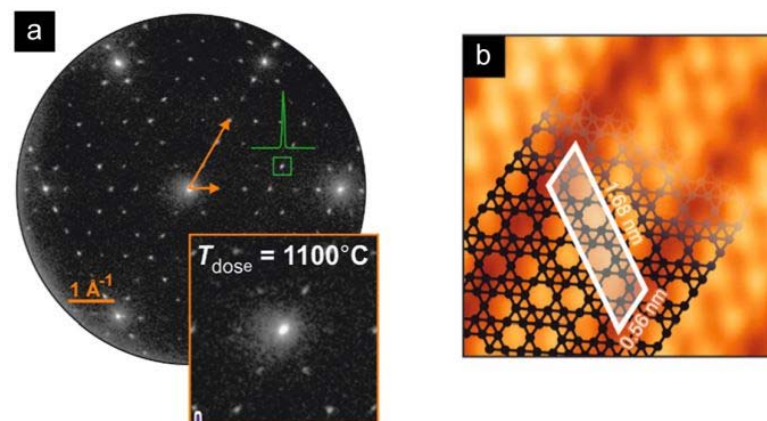
Jedan takav novi 2D materijal je borofen, odnosno 2D sloj borovih atoma. Zbog elektronske strukture atoma bora, borofen je polimorfan i može poprimiti različite kristalne strukture ovisno o podlozi na kojoj je sintetiziran. Ovakvo ponašanje je suprotno od grafena, koji postoji isključivo u obliku heksagonalne mreže. Mnogi polimorfi borofena imaju metalna svojstva, i pokazuju visoku mehaničku čvrstoću i fleksibilnost. Osim što je zanimljiv kao „umjetni 2D materijal“, zbog nedostatka 3D analogona, borofen bi se mogao potencijalno kombinirati s drugim 2D materijalima i formirati zanimljive heterostrukture.

U ovom radu, autori prezentiraju novu metodu sinteze jednoslojnog borofena na Ir(111) podlozi. Metoda se sastoji od (i) izlaganja zagrijane površine Ir monokristala (~ 1100 °C) parama borazina ($B_3H_6N_3$) u vakuumu, te (ii) postepenog hlađenja do sobne temperature. Na visokim temperaturama, molekule borazina se fragmentiraju, pri čemu vodik i dušik desorbiraju sa površine podloge. Međutim, atomi bora se otapaju u iridiju na tako visokim temperaturama budući da je topivost B u Ir također visoka. Kako se podloga hladi, topivost B u Ir se smanjuje, i otopljeni atomi bora efektivno bivaju izgurani iz unutrašnjosti Ir kristala na njegovu površinu, gdje se samo-sastavljaju u jednosloj borofena. Proces segregacije bora i integracija u rastući sloj borofena je prikazan na Slici 1, gdje je nisko-energetska elektronska mikroskopija (low-energy electron microscopy, LEEM) omogućila praćenje procesa formiranja borofena u realnom vremenu.



Slika 1. Niz slika snimljenih nisko-energetskim elektronskim mikroskopom (LEEM-om) koje pokazuju rast borofena debljine jednog atomskog sloja (svijetli kontrast) na Ir(111) podlozi (tamni kontrast).

Epitaksijalni borofen koji je formiran na Ir površini pokazuje odličnu strukturnu kvalitetu, kao što je demonstrirano oštrim točkama u nisko-energetskoj elektronskoj difrakciji [low-energy electron diffraction, LEED, Slika 2(a)] i strukturi bez defekata snimljenoj pomoću pretražnog tunelirajućeg mikroskopa [scanning tunneling microscope, STM, Slika 2(b)]. Važno je naglasiti da ova metoda rasta daje sloj borofena debljine samo jednog atoma, te je veličina sintetiziranog borofena ograničena jedino veličinom podloge na kojoj se sinteza vrši. Stoga, ovakva metoda rasta, koja je potpomognuta segregacijom, može biti iskorištena za proizvodnju jednoslojnih uzoraka borofena velikih dimenzija i odličnih strukturnih svojstava.



Slika 2. (a) Nisko-energetska elektronska difrakcija (LEED) i (b) pretražna tunelirajuća mikroskopija (STM) borofena na Ir(111). Borofen ima (6×2) superstrukturu u odnosu na Ir površinu (sa tri ekvivalentne, 120°-rotirane orijentacije). STM slike omogućuju identifikaciju strukture u obliku traka, koje su karakteristične za ovaj specifičan polimorf borofena.

Rasvjetljavanje elektron-fonon međuigre i dinamičkog protoka energije vrućih nosioca naboja u hibridnim halidnim perovskitima

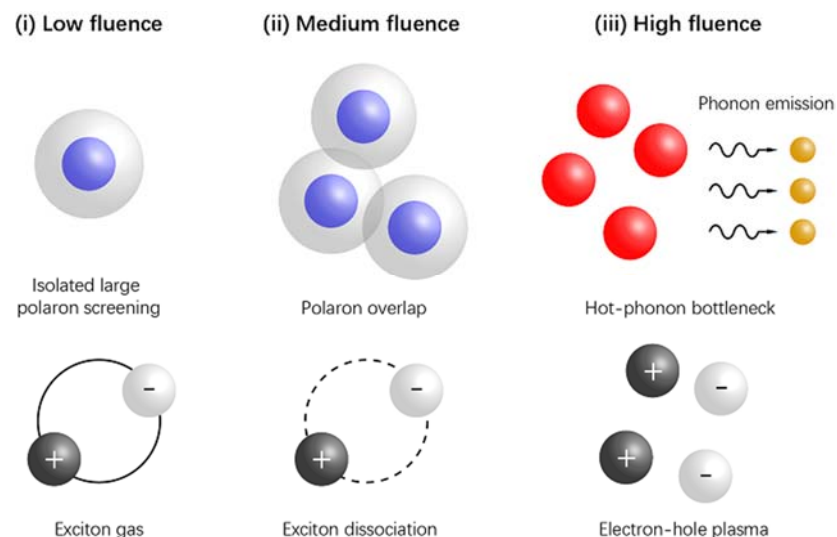
Naš kolega Dino Novko, u suradnji s Ivorom Lončarićem s Instituta Ruđer Bošković i znanstvenicima iz Hong Konga i Guangzhoua (N. R. Kina), objavio je članak u prestižnom časopisu *Advanced Energy Materials*. Autori razjašnjavaju ulogu elektron-fonon interakcija u ultrabrzim procesima hlađenja vrućih nosioca naboja za nekoliko reprezentativnih hibridnih halidnih perovskita primjenom tranzijentne apsorpcijske spektroskopije i perturbativne teorije funkcionala gustoće.

Uncovering the Electron-Phonon Interplay and Dynamical Energy-Dissipation Mechanisms of Hot Carriers in Hybrid Lead Halide Perovskites

Christopher C. S. Chan, Kezhou Fan, Han Wang, Zhanfeng Huang, Dino Novko, Keyou Yan, Jianbin Xu, Wallace C. H. Choy, Ivor Lončarić, and Kam Sing Wong, *Advanced Energy Materials* **11**, 2003071 (2021).

DOI: [10.1002/aenm.202003071](https://doi.org/10.1002/aenm.202003071)

Otkriće sporog hlađenja vrućih nosioca naboja u hibridnim organsko-anorganskim halidnim perovskitima (eng. HOIP) pružilo je uzbudljive izgleda za realizaciju učinkovitih solarnih ćelija koje mogu prevladati Shockley-Queisserovu granicu. Pitanja se još uvijek postavljaju oko toga kako se elektron-fonon interakcija u ovom materijalu razlikuje od interakcije u tradicionalnim polarnim poluvodičima. Ovdje se snaga elektron-fonon vezanja uobičajenih filmova perovskita (MAPbBr_3 , MAPbI_3 , CsPbI_3 i FAPbBr_3) dobiva korištenjem tranzijentne apsorpcijske spektroskopije kako bi se analizirala termodinamika hlađenja vrućih nosioca naboja kroz pojednostavljeni model s dvije temperature. Izračuni teorije funkcionala gustoće numerički se izvode na odgovarajućim elektronskim temperaturama kako bi se potvrdili eksperimenti. Nadalje, analizom temperature nosioca naboja u odnosu na veliki raspon fotoinducirane gustoće u HOIP-ovima dobiva se vrlo zanimljiva ovisnosti u obliku slova "S" početne temperature nosioca o gustoći. Pojava se pripisuje dominaciji velikog polaronskog zasjenjenja i efektu destabilizacije koji uzrokuju rast i pad u temperaturi pri malim snagama ekscitacije. S druge strane pojava zagušenja vrućim fononima uzrokuje učinkovito povećanje temperature nosioca za velike fotoinducirane gustoće. Nagla promjena u opaženoj ovisnosti temperature i gustoće ukazuje na kritičnu Mottovu gustoću povezanu s prijelazom nemetala u metal. Ovakva analiza elektron-fonona vezanja pruža novu perspektivu za kvantificiranje protoka energije u hibridnim halidnim perovskitima te za elektron-ion podsustave. Uz to, složeno međudjelovanje polaronskog zasjenjenja i zagušenja vrućim fononima opsežno je opisano, čime su riješene postojeće eksperimentalne kontradikcije.



Slika. 1 Dominantni mehanizmi hlađenja i mikroskopski fizikalni procesi uključeni za tri različita režima gustoće nosioca naboja u prototipskom hibridnom organsko-anorganskom halidnom perovskitu. i.) Izolirano veliko polaronsko zasjenjenje pri niskoj koncentraciji nosioca naboja; ii.) velika destabilizacija



polarona inducirana efektom preklapanja pri srednjoj gustoći, gdje se odvija Mottov prijelaz iz izolatorskog ekscitonskog plina u metalnu plazmu elektrona i šupljina; iii.) efekt zagušenja vrućim fononima induciran za visoke ekscitacijske snage, pri čemu materijali pokazuju metalična svojstva. Rezultati će pomoći u rasvjetljavanju procesa prikupljanja vrućih nosioca naboja u fotonaponskim sustavima visokih performansi.

Optička fizika

Polymerization kinetics of experimental resin composites functionalized with conventional (45S5) and a customized low-sodium fluoride-containing bioactive glass

Naš kolega Hrvoje Skenderović u suradnji s kolegama sa Stomatološkog fakulteta u Zagrebu i stomatolozima Sveučilišta u Zurichu objavio je zanimljiv rad u prestižnom časopisu Scientific Reports u kojem je istražena *in vitro* brzina polimerizacije kompozitnih smola s dodatkom bioaktivnog stakla.

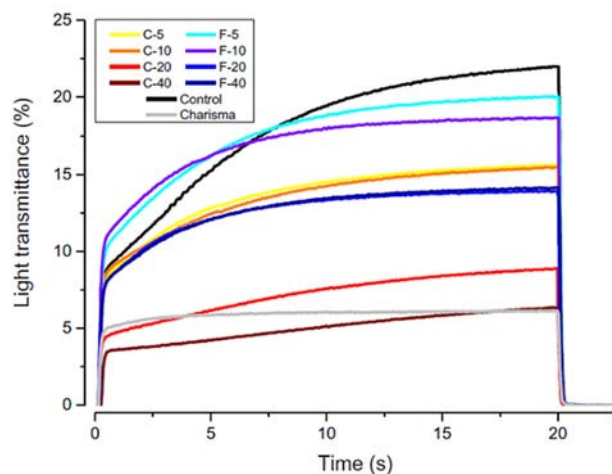
Transforming space with non-Hermitian dielectrics

Matej Par, Katica Prskalo, Tobias T. Tauböck, Hrvoje Skenderović, Thomas Attin, Zrinka Tarle, Sci Rep **11**, 21225 (2021).

[DOI : 10.1038/s41598-021-00774-w](https://doi.org/10.1038/s41598-021-00774-w)

Kompozitne smole koje se upotrebljavaju u stomatologiji predstavljaju raznoliku klasu materijala, a uglavnom su sastavljene od smjese multifunkcijskih metakrilatnih smola punjenih silaniziranim česticama stakla, silicija ili cirkonija heterogenih veličina. Kompoziti su načinjeni fotosenzitivnima upotrebom spojeva koje apsorbiraju plavu svjetlost što im omogućuje fotopolimerizaciju putem polimerizacije grupa slobodnih radikala metakrilata. Stvaranje polimerne mreže je složen proces koji se odvija u uvjetima brzo rastuće viskoznosti. Mobilnost reaktivnih vrsta opada s napredovanjem polimerizacije što dovodi do kompleksno iprepletenih mreža koje postupno postaju imobilizirane i tako sprječavaju daljnju polimerizaciju te dio C=C dvostrukih veza ne ispoljava reakciju.

Bioaktivna stakla (BG) predstavljaju poželjan aditiv za kompozitne smole jer zbog svojih superiornih osobina povećavaju kvalitetu kompozita. Ovaj rad istražuje polimerizacijsku kinetiku dvije serije eksperimentalnih kompozita punjenih s 0–40 masenih udjela 1. BG 45S5 i 2. prilagođenih bioaktivnih stakala s niskim Na. Dodatno je proučavana transmisija svjetlosti kroz kompozit kao važan faktor za procjenu svjetlom uzrokovane polimerizacije.



Slika 1. Usrednjene krivulje ($n=5$) transmisije svjetlosti kroz 2mm debeli uzorak kao funkcije vremena.

U ovome *in vitro* istraživanju eksperimentalno prilagođeno bioaktivno staklo pokazuje povoljne osobine kao funkcionalno punilo u svjetlom aktiviranim kompozitnim smolama. Za razliku od komercijalnih BG 45S5 bioaktivnih stakala koje dovode do smanjenja omjera i dosega polimerizacije s povećanjem doze, ova eksperimentalno prilagođena stakla s porastom doze pokazuju tek zanemarivu redukciju polimerizacije. S time u vezi, smanjenje transmisije svjetlosti zbog dodavanja eksperimentalnih bioaktivnih stakala ne dovodi do slabljenja polimerizacije.



4. POPIS PROJEKATA INSTITUTA ZA FIZIKU PREMA IZVORU FINANCIRANJA

4.1 EUROPSKI FOND ZA REGIONALNI RAZVOJ

1. Naziv projekta: **Centar za napredne laserske tehnike – CALT**
Voditelj projekta: Damir Aumiler
Trajanje projekta: 1. 8. 2017. – 30. 7. 2023.
Vrijednost projekta: 121.304.417,38 kn
2. Naziv projekta: **Kriogeni centar Instituta za fiziku**
Voditelj projekta: Damir Starešinić
Trajanje projekta: 1. 7. 2018. – 15. 12. 2022.
Vrijednost projekta: 39.663.665,00 kn
3. Naziv projekta: **Potpura vrhunskim istraživanjima Centra izvrsnosti za napredne materijale i senzore**
Voditelj projekta: Marko Kralj
Trajanje projekta: 1. 11. 2017. - 1. 11. 2022.
Vrijednost projekta: 37.990.359,10 kn, udio Instituta za fiziku: 10.353.000,00 kn
4. 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

4.2 FOND SOLIDARNOSTI EUROPSKE UNIJE – MINISTARSTVO ZNANOSTI I OBRAZOVANJA

1. Naziv operacije: **Dovođenje Instituta za fiziku u stanje prije potresa 22. ožujka. 2020.**
Voditelj operacije: Ticijana Ban
Trajanje operacije: 7. 7. 2021. - 31. 10. 2022.
Vrijednost operacije: 7.370.625,00 kn



4.3 OBZOR 2020

1. Naziv projekta: **Implementation of activities described in the Roadmap to Fusion during Horizon 2020 through a Joint programme of the members of the EUROfusion consortium - EUROfusion**
Voditelj projekta: Mladen Prester
Trajanje projekta: 1.1.2014. – 31.12.2020.
Ukupna vrijednost projekta: 856.961.937,57 eura
2. Naziv projekta: **Multiscale Modelling For Fusion and Fission Materials - M4F**
Voditelj projekta: Mladen Prester
Trajanje projekta: 1.9.2017. - 31.8.2021.
Ukupna vrijednost projekta: 6.524.695,88 eura
Udio Instituta za fiziku: 117.500,00 Eura
3. Naziv projekta: **The Integrated Initiative of European Laser Research Infrastructures – LASERLAB-EUROPE**
Voditelj projekta: Damir Aumiler
Trajanje projekta: 1.12.2019. - 30.11.2023.
Ukupna vrijednost projekta: 10.000.000,00 eura
Udio Instituta za fiziku: 66.250,00 Eura

4.4 NATO

1. Naziv projekta: **Biological and bioinspired structures for multispectral surveillance**
Voditelj projekta: Hrvoje Skenderović
Trajanje projekta: 15.10.2019. - 15.10.2022.
Ukupna vrijednost projekta: 360.000,00 EUR
Udio Instituta za fiziku: 191.400,00 EUR



4.5 ESFRI/ERDF

1. Naziv projekta: **DONES (Demo Oriented NEutron Source)**
Voditelj projekta: Eurofusion konzorcij
IRB: RBI contribution to Lithium Systems Area (voditelj dr.sc. Tonči Tadić, IRB)
IF: Design of a system to detect the Li evaporation on the target (voditelj doc.dr.sc. Nikša Krstulović)
Trajanje projekta: 2021. - 2029.
Ukupna vrijednost projekta: ukupno za izgradnju i implementaciju projekta DONES 700 MEur

4.6 HRVATSKA ZAKLADA ZA ZNANOST

1. Naziv projekta: **Optička svojstva heterostruktura dihalogenida prijelaznih metala**
Voditelj projekta: Marko Kralj
Trajanje projekta: 1.3.2017. – 30.09.2021.
Vrijednost projekta: 957.050,00 kn
2. Naziv projekta: **Fizika mnogočestičnih sustava - iskorištavanje svijeta kompleksnosti**
Voditelj projekta: Osor Slaven Barišić
Trajanje projekta: 1.3.2017.-31.10.2021.
Vrijednost projekta: 945.306,08 kn
3. Naziv projekta: **Hlađenje atoma frekventnim češljem**
Voditelj projekta: Damir Aumiler
Trajanje projekta: 1.11.2018.-31.10.2022.
Vrijednost projekta: 1.000.000,00 kn
4. Naziv projekta: **Kolektivna dinamika u magnetoelektricima**
Voditelj projekta: Tomislav Ivek
Trajanje projekta: 1.10.2018.-30.9.2022.
Vrijednost projekta: 999.650,66 kn
5. 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

6. 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
7. Naziv projekta: **Sinteza naprednih nanočestica i primjene u fotokatalizi i tekstilnim materijalima**
Voditelj projekta: Nikša Krstulović
Trajanje projekta: 1.10.2019.-30.9.2022.
Vrijednost projekta: 2.090.486,00 kn
8. Naziv projekta: **Fazni prijelazi u sustavima s jakim elektronskim korelacijama inducirani tlakom i temperaturom**
Voditelj projekta: Yuki Utsumi Boucher
Trajanje projekta: 01.01.2020. - 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: 15.01.2020. - 14.01.2025.
Vrijednost projekta: 1.497.000,00 kn
10. Naziv projekta: **Laserska sinteza nanočestica i primjene**
Voditelj projekta: Nikša Krstulović
Trajanje projekta: 07.02.2020. - 06.02.2024.
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 01.02.2021. - 31.01.2025.
Vrijednost projekta: 978.000,00 kn
12. Naziv projekta: **Interkalirani Dihalkogenidi Prijelaznih Metala (iTMD)**
Voditelj projekta: Petar Popčević



Trajanje projekta: 01.02.2021. – 31.01.2025.
Vrijednost projekta: 1.384.300,00 kn

13. Naziv projekta: **2D materijali bazirani na boru (BoBaMat)**

Voditelj projekta: Marin Petrović
Trajanje projekta: 01.01.2021. – 31.12.2025.
Vrijednost projekta: 1.996.300,00 kn

14. Naziv projekta: **Interkalirani Dihalkogenidi Prijelaznih Metala (iTMD)**

Voditelj projekta: Ida Delač
Trajanje projekta: 01.01.2021. – 31.12.2025.
Vrijednost projekta: 1.987.900,00 kn

4.7 MINISTARSTVO ZNANOSTI I OBRAZOVANJA

1. Naziv programa: **Zvijezda je rođena 2021 – rad s darovitim učenicima;**

Voditelj projekta: Berti Erjavec
Trajanje projekta: 1.1.2021. – 31.12.2021.
Vrijednost projekta: 12.406,00 kn

4.8 MINISTARSTVO ZNANOSTI I OBRAZOVANJA - BILATERALNI PROJEKTI

1. Naziv programa: **Teorijsko istraživanje interakcija iona sa grafenom i grafen/izolator/grafen kompozitima**

Financijer: MZO - Srbija
Voditelj projekta: Vito Despoja
Trajanje projekta: 1.5.2019. – 31.12.2021.
Vrijednost projekta: 11.140,00 kn

2. Naziv programa: **Laserska sinteza i analiza dvokomponentnih nanočestica sa povećanom fotokatalitičkom aktivnošću**

Financijer: MZO – Srbija
Voditelj projekta: Nikša Krstulović
Trajanje projekta: 01.05.2019. - 31.05.2022.



Vrijednost projekta: 11.140,00 kn

3. Naziv programa: **Organske poluvodičke nanostrukture na dvodimenzionalnim dihalogenidima prijelaznih metala**
Financijer: MZO – Austrija
Voditelj projekta: Marko Kralj
Trajanje projekta: 01.11.2019. - 31.12.2022.
Vrijednost projekta: 25.280,00 kn

4. Naziv programa: **Atmosferskim plazmenim mlazom potpomognuto mikro-strukturiranje i impregnacija nanočestica u celulozu za buduće primjene**
Financijer: MZO – Austrija
Voditelj projekta: Nikša Krstulović
Trajanje projekta: 01.11.2019. - 31.12.2022.
Vrijednost projekta: 24.759,00 kn

5. Naziv programa: **Istraživanje metalnih i metal-oksidnih senzorskih mogućnosti**
Financijer: MZO – Slovenija
Voditelj projekta: Nikša Krstulović
Trajanje projekta: 01.01.2020. - 31.12.2022.
Vrijednost projekta: 15.000,00 kn



5. ZNANSTVENE PUBLIKACIJE OBJAVLJENE U 2021. GODINI

5.1 PUBLIKACIJE CITIRANE U WEB OF SCIENCE BAZI (UKUPNO 49)

Yoshiki Fukusumi, Osor S. Barišić

Kubo's response theory and bosonization with a background gauge field and irrelevant perturbations

Phys. Rev. B **104**, 235145 (2021)

DOI: [10.1103/PhysRevB.104.235145](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.235145)

Cheng-Long Zhou, Xiao-Hu Wu, Yong Zhang, Hong-Liang Yi, Dino Novko

Near-field thermal radiation of germanium selenide single layer

Phys. Rev. Materials **5**, 124005 (2021)

DOI: [10.1103/PhysRevMaterials.5.124005](https://doi.org/10.1103/PhysRevMaterials.5.124005)

L. Marleba *at all*

Multiscale modelling for fusion and fission materials: The M4F project

Nuclear Materials and Energy **29**, 101051 (2021)

DOI: [10.1016/j.nme.2021.101051](https://doi.org/10.1016/j.nme.2021.101051)

K. Serec, S. Dolanski Babić, S. Tomić

Magnesium ions reversibly bind to DNA double stranded helix in thin films

Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc. **268**, 120663 (2021)

DOI: [10.1016/j.saa.2021.120663](https://doi.org/10.1016/j.saa.2021.120663)

Ramir Ristić, Ignacio A. Figueroa, Amra Salčinović Fetić, Krešo Zadro, Vesna Mikšić Trontl, Petar Pervan, Emil Babić

Transition from high-entropy to conventional (TiZrNbCu)_{1-x}Co_x metallic glasses

Journal of Applied Physics **130**, 195102 (2021)

DOI: [10.1063/5.0064617](https://doi.org/10.1063/5.0064617)

Rapljenović, Ž., Novosel, N., Dominko, D., Kisiček, V., Góngora, D. R., Drobac, Đ., Prester, M., Vinnik, D., Alyabyeva, L. N., Gorshunov, B. P., Ivek, T.

Persisting correlation between electrical transport and magnetic dynamics in M-type hexaferrites



Journal of Alloys and Compounds **895**, 162660 (2021)

DOI: [10.1016/j.jallcom.2021.162660](https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.162660)

Par, Matej; Prskalo, Katic; Tauböck, Tobias T.; Skenderovic, Hrvoje; Attin, Thomas; Tarle, Zrinka

Polymerization kinetics of experimental resin composites functionalized with conventional (45S5) and a customized low-sodium fluoride-containing bioactive glass

Sci Rep **11**, 21225 (2021)

DOI: [10.1038/s41598-021-00774-w](https://doi.org/10.1038/s41598-021-00774-w)

S. Jakovljević, D. Mezdić, G. Baršić, H. Skenderović

Investigation Into the Effects of Laser Texturing on the Wettability of Ti-6Al-4V Alloy

Transactions of FAMENA **45**, 1 (2021)

DOI: [10.21278/TOF.454031721](https://doi.org/10.21278/TOF.454031721)

Borna Pielić*, Dino Novko, Iva Šrut Rakić, Jiaqi Cai, Marin Petrović, Robin Ohmann, Nataša Vujičić, Mario Basletić, Carsten Busse*, Marko Kralj

Electronic Structure of Quasi-Freestanding WS₂/MoS₂ Heterostructures

ACS Appl. Mater. Interfaces **13**, 50552 (2021)

DOI: [10.1021/acscami.1c15412](https://doi.org/10.1021/acscami.1c15412)

Car, J., Blažeka, D., Bajan, T., Krce L., Aviani I., Krstulović

A quantitative analysis of colloidal solution of metal nanoparticles produced by laser ablation in liquids

Appl. Phys. A **127**, 838 (2021)

DOI: [10.1007/s00339-021-04966-z](https://doi.org/10.1007/s00339-021-04966-z)

Babic, Emil; Drobac, Duro; Figueroa, Ignacio Alejandro; Laurent-Brocq, Mathilde; Marohnic, Zeljko; Miksic Trontl, Vesna; Pajic, Damir;

Perriere, Loïc; Pervan, Petar; Remenyi, Gyorgy; Ristic, Ramir; Salcinovic Fetic, Amra; Staresinic, Damir; Zadro, Kreso

Transition from High-Entropy to Conventional Alloys: Which Are Better?

Materials **14**, 19 (2021)

DOI: [10.3390/ma14195824](https://doi.org/10.3390/ma14195824)



Marin Petrović, Frank J. Meyer zu Heringdorf, Michael Horn-von Hoegen, Patricia A. Thiel, Michael C Tringides

Broad background in electron diffraction of 2D materials as a signature of their superior quality

Nanotechnology **32**, 505706 (2021)

DOI: [10.1088/1361-6528/ac244f](https://doi.org/10.1088/1361-6528/ac244f)

D. Novko, K. Lyon, D. J. Mowbray, V. Despoja

Ab initio study of electromagnetic modes in two-dimensional semiconductors: Application to doped phosphorene

Phys. Rev. B **104**, 115421 (2021)

DOI: [10.1103/PhysRevB.104.115421](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.115421)

Martina Dragičević, David Rivas Góngora, Željko Rapljenović, Mirta Herak, Vedran Brusar, Damir Altus, Matej Pregelj, Andrej Zorko, Helmuth Berger, Denis Arčon, Tomislav Ivek

Control of a polar order via magnetic field in a vector-chiral magnet

Phys. Rev. B **104**, L121107 (2021)

DOI: [10.1103/PhysRevB.104.L121107](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.L121107)

Mlinarić Matijaković Nives; Šafranko, Silvija; Vidas, Bernarda; Goman, Dominik; Jokić, Stela; Kontrec, Jasminka; Njegić Džakula, Branka; Delač Marion, Ida; Medvidović-Kosanović, Martina; Stanković, Anamarija

Precipitation of Calcium Oxalate Monohydrate Under Nearly the Same Initial Supersaturation

Croatica chemica acta **94**, 1 (2021)

DOI: [10.5562/cca3806](https://doi.org/10.5562/cca3806)

D. Novko, V. Despoja

Cavity exciton polaritons in two-dimensional semiconductors from first principles

Phys. Rev. Research **3**, L032056 (2021)

DOI: [10.1103/PhysRevResearch.3.L032056](https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.3.L032056)

Elizabeth Hedl, Ivana Fabijanić, Iva Šrut Rakić, Ivan Vadla, Jordi Sancho-Parramon

Fabrication by Spin-Coating and Optical Characterization of Poly (styrene-co-acrylonitrile) Thin Films

Coatings **11**, 1015 (2021)

DOI: [10.3390/coatings11091015](https://doi.org/10.3390/coatings11091015)



Z. Torbatian, D. Novko, R. Asgari
Hyperbolic plasmon modes in tilted Dirac cone phases of borophene
Phys. Rev. B **104**, 075432 (2021)
DOI: [10.1103/PhysRevB.104.075432](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.075432)

Šafranko, Silvija; Goman, Sara; Goman, Dominik; Jokić, Stela; Delač Marion, Ida; Matijaković Mlinarić, Nives; Selmani, Atiđa;
Medvidović-Kosanović, Martina; Stanković, Anamarija
Calcium Oxalate and Gallic Acid: Structural Characterization and Process Optimization Toward Obtaining High Contents of Calcium Oxalate Monohydrate and Dihydrate
Crystals **11**, 954 (2021)
DOI: [10.3390/cryst11080954](https://doi.org/10.3390/cryst11080954)

Damir Dominko, Damir Starešinić, Katica Biljaković, Maja Đekić, Amra Salčinović Fetić, Kerim Hrvat, Matej Lozančić, Jure Demšar, Vladimir Grigorev, Tjaša Parkelj Potočnik, Matjaž Spreitzer
Single crystal-like thin films of blue bronze
Thin Solid Films **731**, 138745 (2021)
DOI: [10.1016/j.tsf.2021.138745](https://doi.org/10.1016/j.tsf.2021.138745)

Josip Jakovac, Leonardo Marušić, Denise Andrade-Guevara, Julio C. Chacón-Torres, Vito Despoja
Infra-Red Active Dirac Plasmon Serie in Potassium Doped-Graphene (KC8) Nanoribbons Array on Al₂O₃ Substrate
Materials **14**, 4256, (2021)
DOI: [10.3390/ma14154256](https://doi.org/10.3390/ma14154256)

D. Dombrowski, A. Samad, C. Murray, M. Petrović, P. Ewen, T. Michely, M. Kralj, U. Schwingenschlögl, C. Busse
Two Phases of Monolayer Tantalum Sulfide on Au(111)
ACS Nano **15**, 13516 (2021)
DOI: [10.1021/acsnano.1c04249](https://doi.org/10.1021/acsnano.1c04249)

Jukić, Jasmina; Korade, Karla; Milisav, Ana-Marija; Delač Marion, Ida; Kovačević, Davor
Ion-Specific and Solvent Effects on PDADMA–PSS Complexation and Multilayer Formation
Colloids and Interfaces **5**, 38 (2021)
DOI: [10.3390/colloids5030038](https://doi.org/10.3390/colloids5030038)



Popović, D., Mozetič, M., Vesel, A., Primc, G., Zaplotnik, R.
Review on vacuum ultraviolet generation in low-pressure plasmas
Plasma Processes Polym. **18**, 2100061 (2021)
DOI: [10.1002/ppap.202100061](https://doi.org/10.1002/ppap.202100061)

Yuki Utsumi, Ivo Batistić, Victor Balédent, Sean R. Shieh, Naveen Singh Dhama, Oleksandr Bednarchuk, Dariusz Kaczorowski, James M. Ablett, Jean-Pascal Rueff
Pressure evolution of the electronic structure of non-centrosymmetric EuRhGe₃
Electronic Structure **3**, 034002 (2021)
DOI: [10.1088/2516-1075/ac0c27](https://doi.org/10.1088/2516-1075/ac0c27)

M. Čulo, C. Duffy, J. Ayres, M. Berben, Y.-T. Hsu, R. D. H. Hinlopen, B. Bernáth, N. E. Hussey
Possible superconductivity from incoherent carriers in overdoped cuprates
SciPost Phys. **11**, 012 (2021)
DOI: [10.21468/SciPostPhys.11.1.012](https://doi.org/10.21468/SciPostPhys.11.1.012)

Erceg I, Maltar-Strmečki N, Jurašin DD, Strasser V, Ćurlin M, Lyons DM, Radatović B, Mlinarić NM, Kralj D, Sikirić MD
Comparison of the Effect of the Amino Acids on Spontaneous Formation and Transformation of Calcium Phosphates
Crystals **11(7)**, 792, (2021)
DOI: [10.3390/cryst11070792](https://doi.org/10.3390/cryst11070792)

K. Omambac, M. Kriegel, C. Brand, B. Finke, L. Kremeyer, H. Hattab, D. Janoschka, P. Dreher, F.-J. Meyer zu Heringdorf, D. Momeni Pakdehi, K. Pierz, H. W. Schumacher, M. Petrović, A. van Houselt, B. Poelsema, M. C. Tringides, M. Horn-von Hoegen
Non-conventional bell-shaped diffuse scattering in low-energy electron diffraction from high-quality epitaxial 2D-materials
Applied Physics Letters **118**, 241902 (2021)
DOI: [10.1063/5.0051220](https://doi.org/10.1063/5.0051220)

Erceg I, Selmani A, Gajović A, Radatović B, Šegota S, Ćurlin M, Strasser V, Kontrec J, Kralj D, Maltar-Strmečki N, Barbir R, Pem B, Vinković Vrček I, Dutour Sikirić M.
Precipitation at Room Temperature as a Fast and Versatile Method for Calcium Phosphate/TiO₂ Nanocomposites Synthesis
Nanomaterials **11**, 1523 (2021)
DOI: [10.3390/nano11061523](https://doi.org/10.3390/nano11061523)



W. Sun, T. Arh, M. Gomilšek, P. Koželj, S. Vrtnik, M. Herak, J. -X. Mi, A. Zorko
Magnetic ordering of the distorted kagome antiferromagnet $Y_3Cu_9(OH)_{18}[Cl_8(OH)]$ prepared via optimal synthesis
Physical Review Materials **5**, 064401 (2021)
DOI: [10.1103/PhysRevMaterials.5.064401](https://doi.org/10.1103/PhysRevMaterials.5.064401)

Jakovac M, Klaser T, Radatović B, Bafti A, Skoko Ž, Pavić L, Žic M.
Impact of Sandblasting on Morphology, Structure and Conductivity of Zirconia Dental Ceramics Material
Materials **14**, 2834 (2021)
DOI: [10.3390/ma14112834](https://doi.org/10.3390/ma14112834)

T.Valla, P. Pervan, I. Pletikosić, I.K.Drozdo, A.K.Kundu, Z.Wu, G.D.Gu
Hole-like Fermi surface in the overdoped non-superconducting $Bi_{1.8}Pb_{0.4}Sr_2CuO_{6+\delta}$
EPL **134**, 17002 (2021).
DOI: [10.1209/0295-5075/134/17002](https://doi.org/10.1209/0295-5075/134/17002)

D. Novko, V. Despoja, M. Reutzler, A. Li, H. Petek, B. Gumhalter
Plasmonically assisted channels of photoemission from metals
Physical Review B **103**, 205401 (2021).
DOI: [10.1103/PhysRevB.103.205401](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.205401)

Kinga Kutasi, Nikša Krstulović, Andrea Jurov, Krešimir Salamon, Dean Popović, Slobodan Milošević
Controlling: the composition of plasma-activated water by Cu ions
Plasma Sources Sci. Technol. **30**, 045015 (2021)
DOI: [10.1088/1361-6595/abf078](https://doi.org/10.1088/1361-6595/abf078)

Tomić Luketić K, Karlušić M, Gajović A, Fazinić S, O'Connell JH, Pelić B, Radatović B, Kralj M.
Investigation of Ion Irradiation Effects in Silicon and Graphite Produced by 23 MeV I Beam
Materials **14**, 1904 (2021)
DOI: [10.3390/ma14081904](https://doi.org/10.3390/ma14081904)

D. Novko
First-principles study of ultrafast dynamics of Dirac plasmon in graphene
New Journal of Physics **23**, 043023 (2021).
DOI: [10.1088/1367-2630/abec0f](https://doi.org/10.1088/1367-2630/abec0f)



M. Petrović

Sequential lithium deposition on hexagonal boron nitride monolayer on Ir(111): Identifying intercalation and adsorption

Surface Science **706**, 121786 (2021)

DOI: [10.1016/j.susc.2020.121786](https://doi.org/10.1016/j.susc.2020.121786)

Šenjug, P.; Dragović, J.; Torić, F.; Lončarić, I.; Despoja, V.; Smokrović, K.; Topić, E.; Đilović, I.; Rubčić, M.; Pajić, D

Magnetoelectric Multiferroicity and Magnetic Anisotropy in Guanidinium Copper(II) Formate Crystal

Materials **14**, 1730 (2021)

DOI: [10.3390/ma14071730](https://doi.org/10.3390/ma14071730)

Xavier Mettan, Edoardo Martino, Lidia Rossi, Jaćim Jaćimović, Juraj Krsnik, Osor S. Barišić, Norbert Babcsán, Sándor Beke, Rajmund Mokso, George Kaptay, László Forró

Acoustic-Pressure-Assisted Engineering of Aluminum Foams

Adv. Eng. Mater., **2100306** (2021)

DOI: [10.1002/adem.202100306](https://doi.org/10.1002/adem.202100306)

K. M. Omambac, M. Petrović, P. Bampoulis, C. Brand, M. A. Kriegel, P. Dreher, D. Janoschka, U. Hagemann, N. Hartmann, P. Valerius, T. Michely, F. J. Meyer zu Heringdorf, M. Horn-von Hoegen

Segregation-enhanced epitaxy of borophene on Ir(111) by thermal decomposition of borazine

ACS Nano **15**, 7421 (2021)

DOI: [10.1021/acsnano.1c00819](https://doi.org/10.1021/acsnano.1c00819)

Tomislav Ivek, Domagoj Vlah

BlackBox: Generalizable reconstruction of extremal values from incomplete spatio-temporal data

Extremes **24**,145 (2021)

DOI: [10.1007/s10687-020-00396-x](https://doi.org/10.1007/s10687-020-00396-x)

Gabrijela Ljubek, Davor Čapeta, Iva Šrut Rakić, Marijana Kraljić Roković

Energetically efficient and electrochemically tuneable exfoliation of graphite: process monitoring and product characterization

J Mater Sci **56**: 10859 (2021)

DOI: [10.1007/s10853-021-05989-w](https://doi.org/10.1007/s10853-021-05989-w)

Ana Kalinić, Ivan Radović, Lazar Karbunar, Vito Despoja, Zoran L. Mišković

Wake effect in interactions of ions with graphene-sapphire-graphene composite system

Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures **126**, 114447 (2021)

DOI: [10.1016/j.physe.2020.114447](https://doi.org/10.1016/j.physe.2020.114447)



P. Prelovšek, M. Mierzejewski, J. Krsnik, O. S. Barišič
Many-body localization as a percolation phenomenon
Phys. Rev. B **103**, 045139 (2021)
DOI: [10.1103/PhysRevB.103.045139](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.045139)

Christopher C. S. Chan, Kezhou Fan, Han Wang, Zhanfeng Huang, Dino Novko, Keyou Yan, Jianbin Xu, Wallace C. H. Choy, Ivor Lončarić, Kam Sing Wong
Uncovering the Electron-Phonon Interplay and Dynamical Energy-Dissipation Mechanisms of Hot Carriers in Hybrid Lead Halide Perovskites
Advanced Energy Materials **11**, 2003071 (2021)
DOI: [10.1002/aenm.202003071](https://doi.org/10.1002/aenm.202003071)

Marovic, D.; Par, M.; Crnadak, A.; Sekelja, A.; Negovetic Mandic, V.; Gamulin, O.; Rakić, M.; Tarle, Z.
Rapid 3 s Curing: What Happens in Deep Layers of New Bulk-Fill Composites?
Materials **14**, 515 (2021)
DOI: [10.3390/ma14030515](https://doi.org/10.3390/ma14030515)

A. Li, M. Reutzler, Z. Wang, D. Novko, B. Gumhalter, and H. Petek
Plasmonic Photoemission from Single-Crystalline Silver
ACS Photonics **8**, 247 (2021).
DOI: [10.1021/acsp Photonics.0c01412](https://doi.org/10.1021/acsp Photonics.0c01412)

Dragana Gabrić, Damir Aumiler, Marko Vuletić, Elizabeta Gjorgievska, Marko Blašković, Mitko Mladenov, Verica Pavlić
Thermal Evaluation by Infrared Thermography Measurement of Osteotomies Performed with Er:YAG Laser, Piezosurgery and Surgical Drill—An Animal Study
Materials **14**, 3051 (2021)
DOI: [10.3390/ma14113051](https://doi.org/10.3390/ma14113051)

Ayres, M. Berben, M. Čulo, Y.-T. Hsu, E. van Heumen, Y. Huang, J. Zaanen, T. Kondo, T. Takeuchi, J. R. Cooper, C. Putzke, S. Friedemann, A. Carrington, N. E. Hussey
Incoherent transport across the strange-metal regime of overdoped cuprates
Nature **595**, 661 (2021)
DOI: [s41586-021-03622-z](https://doi.org/10.1038/s41586-021-03622-z)



5.2 OSTALE PUBLIKACIJE (UKUPNO 3)

Berti Erjavec, Silvije Vdović

Zvijezda je rođena - rad s darovitim učenicima na IF-u

Zbornik radova XV. hrvatskog simpozija o nastavi fizike, ISBN 978-953-7178-23-9, 224 (2021)

http://www.ifs.hr/wp-content/uploads/2021/04/ZJR_Zbornik-radova-XV.-hrvatskog-simpozija-o-nastavi-fizike.pdf

Milošević, Slobodan

Akademik Goran Pichler, poznati fizičar kod nas i u svijetu

Matematičko fizički list **71**, 147 (2021)

https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=354078

Ana Smontara

Ivo Batistić, istaknuti teorijski fizičar kondenzirane tvari

Matematičko fizički list **72**, 285 (2021)

<https://hrcak.srce.hr/263012>

5.3 SAŽECI I POSTERI U ZBORNICIMA SKUPOVA (UKUPNO 50)

Tomislav Ivek, Domagoj Vlah

[A probabilistic deep learning model for predicting missing spatio-temporal data using high-performance GPU computing](#)

Brijuni Applied Mathematics Workshop 2021 - Book of Abstracts / - , 2021, 22-22

(predavanje, domaća recenzija, sažetak, znanstveni)

Tomislav Ivek, Domagoj Vlah

[BlackBox: A probabilistic deep learning model for predicting missing spatio-temporal data](#)

Extreme Value Analysis 2021 – Book of Abstracts

(pozvano predavanje, nije recenziran, sažetak, znanstveni)

Skenderović, Hrvoje; Abramović, Denis; Demoli, Nazif; Pantelić, Dejan

[Biological samples used for imaging](#)



Book of abstracts EGAS52 / Danijel Buhin (ur.), Zagreb, 2021. str. 57-57
(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Rakić, Mario; Abramović, Denis; Demoli, Nazif; Pantelić, Dejan; Skenderović, Hrvoje

[Biological nanostructures for thermal imaging](#)

Program and book of abstracts, 27th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Techniques

Primc, Gregor ; Vesel, Alenka (ur.), Ljubljana: Vesel, Alenka, 2021. str. 45-45

(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Abramović, Denis; Demoli, Nazif; Skenderović, Hrvoje

[Application of Single Photons in Holography](#)

EGAS52 Virtual conference : Book of abstracts / Buhin, Danijel (ur.), Zagreb, Hrvatska, 2021. str. 158-158

(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Abramović, Denis; Demoli, Nazif; Skenderović, Hrvoje

[Single-photon Holography](#)

14th Photonics Workshop / Lukić, Dragan ; Lekić, Marina ; Grujić, Zoran (ur.), Beograd: NEW IMAGE d.o.o, 2021. str. 32-32

(pozvano predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Atanasijević, Petar; Mihailović, Peđa; Grujić, Dušan; Pantelić, Dejan; Skenderović, Hrvoje

[Morpho butterfly wings as imaging sensor](#)

Book of Abstracts 14th Photonics Workshop / Lukić, Dragan ; Lekić, Marina ; Grujić Zoran (ur.),

Beograd: Institute of Physics Belgrade, 2021. str. 29-29

(poster, međunarodna recenzija, prošireni sažetak, znanstveni)

Blažeka, Damjan; Maletić, Dejan; Car, Julio; Krstulović, Nikša

[Laser synthesis of Ag-doped ZnO nanoparticles with high photocatalytic performance](#)

27th INTERNATIONAL SCIENTIFIC MEETING ON VACUUM SCIENCE AND TECHNIQUES / Program and book of abstracts / Primc, Gregor ;

Vesel, Alenka (ur.), Ljubljana, Društvo za vakuumsko tehniku Slovenije, 2021. str. 19-19

(pozvano predavanje, sažetak, znanstveni)

Blažeka, Damjan

[Quantitative analysis of MB and RB photodegradation in the presence of metal-oxide catalyst nanoparticles synthesized by pulsed laser ablation in water](#)



7th Edition of International Conference on Catalysis, Chemical Engineering and Technology
Tokyo, Japan: Magnus Group, 2021. str. 36-36
(predavanje, sažetak, znanstveni)

Blažeka, Damjan; Car, Julio; Kojić, Vedran; Gajović, Andreja; Grčić, Ivana; Krstulović, Nikša
[TiO₂ nanoparticles synthesized by pulsed laser ablation in water as catalyst in photodegradation of organic pollutants under UV and visible light irradiation](#)
EGAS52 Virtual conference : Book of abstracts / Buhin, Danijel (ur.), Zagreb, 2021. str. 138-138
(poster, sažetak, znanstveni)

Car, Julio; Blažeka, Damjan; Bajan, Tamara; Krce, Lucija; Aviani, Ivica; Krstulović, Nikša
[A quantitative analysis of colloidal solution of metal nanoparticles produced by laser ablation in liquids](#)
27th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique / Primc, Gregor ; Vesel, Alenka (ur.).
Ljubljana, Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije, 2021. str. 13-13
(pozvano predavanje, sažetak, znanstveni)

Car, Julio; Blažeka, Damjan; Bajan, Tamara; Krce, Lucija; Aviani, Ivica; Krstulović, Nikša
[A model for determination of diameter and concentration of metal nanoparticles synthesized by laser ablation in water](#)
EGAS52 Virtual conference : Book of abstracts / Buhin, Danijel (ur.), Zagreb, 2021. str. 194-194
(poster, sažetak, znanstveni)

Car, Julio; Blažeka, Damjan; Krstulović, Nikša
[Laser drilling of metals in water: A model](#)
16th International Conference On Laser Materials Processing, Osaka, Japan, 2021.
(predavanje, neobjavljeni rad, znanstveni)

Dončević, Lucija; Brkić, Antun Lovro; Svetličić, Ema; Cindrić, Mario
[Agitation induced reversible self-association of protein rHu-G-SCF](#)
PhD Student Symposium 2021 Book of Abstracts / Barišić, Dajana (ur.), Zagreb: Faculty of Science, University of Zagreb, Croatia, 2021.
str. 320-320
(poster, međunarodna recenzija, sažetak, ostalo)

Ida Delac Marion, Bay V. Tran, Qiang Sun, Nicolas Kerisit, François Diederich and Meike Stöhr
[Self-assembly and on-surface Decyanation of Tetracene Derivatives on Coinage Metal Surfaces](#)



The International Symposium on Nanoscale Research/ Leoben, Austrija, 20.-21.09.2021.
(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Iva Šrut Rakić

[Local, Intercalation Driven, Merging and Work Function Change of Epitaxial MoS₂ Grown on Graphene/Ir\(111\)](#)

The International Symposium on Nanoscale Research/ Leoben, Austrija, 20.-21.09.2021.
(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

D. Starešinić, [D. Dominko](#), A. Salčinović Fetić, G. Remenyi, E. Babić, I. A. Figueroa, M. Đekić, K. Biljaković

[Heat capacity of the Cu₅₅Hf₄₅-xTi_x metallic glasses](#)

6 th Central and Eastern European Conference on Thermal Analysis and Calorimetry & 15th Mediterranean Conference on Calorimetry and Thermal Analysis: Book of abstracts/Rotaru, Andrei; Erceg, Matko (ur.), Split, Hrvatska, str. 132-132
(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

[V. Kisiček](#), Ž. Rapljenović, N. Novosel, D. Dominko, D. R. Gongora, Đ. Drobac, M. Prester, D. Vinnik, L. N. Alyabyeva, B. P. Gorshunov, T. Ivek

[Thermal and magnetic properties of M-type hexaferrites](#)

6 th Central and Eastern European Conference on Thermal Analysis and Calorimetry & 15th Mediterranean Conference on Calorimetry and Thermal Analysis : Book of abstracts/Rotaru, Andrei; Erceg, Matko (ur.), Split (2021), Hrvatska, str. 136-136
(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

[Forjan, Mateo](#); Vdović, Silvije; Basarić, Nikola

[Ultrafast Photogeneration of Quinone Methides from Naphthol Derivatives](#)

Book of Abstract : EGAS52 Virtual Conference / Buhin, Danijel (ur.), Zagreb, 2021. str. 119-119
(poster, međunarodna recenzija , sažetak, znanstveni)

[A. Senkic](#), A. Supina, J. Bajo, V. Jadrisko, B. Radatovic and N. Vujicic

[Sulphur concentration influence on morphology and optical properties of MoS₂ monolayers](#)

Book of Abstracts: Photonica 2021/ Rabasović, Mihailo; Lekić, Marina; Krmpot, Aleksandar (ur.), Beograd, 2021. str. 147-147
(poster, međunarodna recenzija , sažetak, znanstveni)

[A. Supina](#), A. Senkić, A. L. Brkić, M. Jaklin and M. Kralj

[Deep learning for analysis of optical maps of CVD-grown TMDs](#)



Book of Abstracts: Photonica 2021/ Rabasović, Mihailo; Lekić, Marina; Krmpot, Aleksandar (ur.), Beograd, 2021. str. 167-167
(poster, međunarodna recenzija , sažetak, znanstveni)

J. Obradović, S. Aškrabić, D. Čapeta, U. Ralević

[Nanoscopy of van der Waals heterostructures fabricated by the wet transfer method](#)

Book of Abstracts: Photonica 2021/ Rabasović, Mihailo; Lekić, Marina; Krmpot, Aleksandar (ur.), Beograd, 2021. str. 81-81
(poster, međunarodna recenzija , sažetak, znanstveni)

A. Senkić, J. Bajo, A. Supina, V. Jadriško, B. Radatović and N. Vujičić

[Excitonic effects in CVD grown mono- and bilayer MoS₂ in the low-temperature limit](#)

Book of Abstract : EGAS52 Virtual Conference / Buhin, Danijel (ur.), Zagreb, 2021. str. 117-117
(poster, međunarodna recenzija , sažetak, znanstveni)

Sherif Kamal, Borna Radatović, Marin Petrović

[2D Boron on Ir\(111\): Large-scale growth and photoemission study of interaction with alkali atoms](#)

Book of Abstracts: Graphene 2021 / Grenoble, France, 26.-29.10.2021. str. 158-158
(poster, međunarodna recenzija , sažetak, znanstveni)

Borna Pelić, Dino Novko, Iva Šrut Rakić, Jiaqi Cai, Alice Bremerich, Paulus Aleksa, Marin Petrović, Robin Ohmann, Nataša Vujičić, Mario Basletić, Carsten Busse, Marko Kralj

[Growth and electronic structure of quasi-freestanding TMD heterostructures](#)

Book of Abstracts: Graphene 2021 / Grenoble, France, 26.-29.10.2021. str. 189-189
(poster, međunarodna recenzija , sažetak, znanstveni)

Nina Girotto, Dino Novko

[Nonadiabatic effects in graphene-based materials](#)

Book of Abstracts: Graphene 2021 / Grenoble, France, 26.-29.10.2021. str. 279-279
(poster, međunarodna recenzija , sažetak, znanstveni)

Valentino Jadriško, B. Radatović, B. Pelić, A. Supina, B. Ardini, A. Senkić, C. Busse, C. Manzoni, G. Valentini, C. Gadermaier, G. Cerullo, M. Kralj, N. Vujičić

[Optical characterisation of MBE grown TMD heterostructures transferred to silicon wafers](#)

Book of Abstracts: Graphene 2021 / Grenoble, France, 26.-29.10.2021. str. 291-291
(poster, međunarodna recenzija , sažetak, znanstveni)



Sk Md Obaidulla, Antonio Supina, Sharif Kamal, Ana Senkic, Marko Kralj
[Controlled growth of atomically thin Chromium disulphide-based 2D TMD](#)
Book of Abstracts: Graphene 2021 / Grenoble, France, 26.-29.10.2021. str. 309-309
(poster, međunarodna recenzija , sažetak, znanstveni)

A. Senkic, A. Supina, N. Vujicic
[Spatial distribution of bound excitons in CVD grown mono- and bilayers MoS2 in low-temperature regime](#)
Book of Abstracts: Graphene 2021 / Grenoble, France, 26.-29.10.2021. str. 324-324
(poster, međunarodna recenzija , sažetak, znanstveni)

Kisiček, Virna; Čulo, Matija; Herak Mirta; Dragičević, Martina; Dominko, Damir; Rapljenović, Željko; Ivek, Tomislav;
[Magnetoelectric coupling in multidomain antiferromagnet Cu3TeO6](#)
SCES 2020, International conference on strongly correlated electron systems, Book of abstracts
Sao Paulo, Brazil, 2021. str. 57-57
(poster, međunarodna recenzija, prošireni sažetak, znanstveni)

Yuki Utsumi Boucher, Ivo Batistić, Victor Balédent, Sean R. Shieh, Naveen S. Dhani, Oleksandr Bednarchuk, Dariusz Kaczorowski, James M. Ablett, and Jean-Pascal Rueff
[Pressure evolution of Eu valence in non-centrosymmetric EuTGe3 \(T=Co, Rh\) studied by high resolution x-ray absorption spectroscopy](#)
SCES 2020, International conference on strongly correlated electron systems, Book of abstracts
Sao Paulo, Brazil, 2021.
(poster, međunarodna recenzija, prošireni sažetak, znanstveni)

Kisiček, Virna; Rapljenović, Željko; Novosel, Nikolina; Dominko, Damir; Gongora, David Rivas; Drobac, Đuro; Prester, Mladen; Vinnik, Denis A.; Alyabyeva, Liudmila N; Gorshunov, Boris P. et al.
[Electrical transport and magnetic dynamics in M-type hexaferrites](#)
Solid-State Science & Research Meeting Book of abstracts / Biliškov, Nikola ; Brekalo, Ivana ; Martinez, Valentina ; (ur.).
Zagreb, 2021. str. 57-57
(poster, podatak o recenziji nije dostupan, sažetak, znanstveni)

Vrtodušić, Rea; Grbin, Dorotea; Krstulović, Nikša; Milošević, Slobodan; Pavić, Dora; Tomljanović, Tea; Bielen, Ana
[Inhibicijski učinak plazmom aktivirane vode na rast micelija vrste Saprolegnia parasitica, uzročnika saprolegnioze u salmonidnoj akvakulturi](#)
56. hrvatski i 16. međunarodni simpozij agronoma / Rozman, Vlatka ; Antunović, Zvonko (ur.).



Osijek: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, 2021. str. 246-247
(poster, recenziran, sažetak, znanstveni)

Babić, Emil; Drobac, Đuro; Figueroa, Ignacio Alejandro; Laurent-Brocq, Mathilde; Marohnić, Željko; Michalik, Stefan; Mikšić Trontl, Vesna; Perriere, Loic; Pervan, Petar; Ristić, Ramir; Zadro, Krešo

[Are high-entropy alloys better than conventional ones?](#)

Twenty-second annual conference YUCOMAT 2021 / Uskoković, Dragan (ur.). Beograd: Materials Research Society of Serbia, 2021. str. 38-38

(predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Dino Novko, Jean Christophe Tremblay, Ivor Lončarić, Maite Alducin, J. Inaki Juaristi

[Dynamics of adsorbates on metal surfaces under equilibrium and non-equilibrium conditions](#)

Challenges in reaction dynamics of gas-surface interactions and methodological advances in dissipative and nonadiabatic processes (CECAM Flagship Workshop)/ Alducin, Maite; Didier, Lemoine; Martinazzo, Rocco; Saalfank, Peter; Tremblay, Jean Christophe, (ur.), Toulouse, France, 2021. str. 19-19

(pozvano predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Dino Novko

[Broken adiabaticity induced by Lifshitz transition in MoS₂ and WS₂ single layers](#)

Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG) Spring Meeting of the Surface Science Division, Online event, 2021. str.63-63

(poster, međunarodna recenzija, znanstveni)

Wenbo Lu, Davor Čapeta, Mihaela Enache, and Meike Stöhr

[2D covalent organic frameworks on monolayer MoS₂](#)

Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG) Spring Meeting of the Surface Science Division, Online event, 2021. str.42-42

(poster, međunarodna recenzija, znanstveni)

Nina Girotto, Dino Novko

[Nonadiabatic renormalization of electron-phonon interaction in graphenebased materials](#)

Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG) Spring Meeting of the Surface Science Division, Online event, 2021. str.64-64

(poster, međunarodna recenzija, znanstveni)

Daniela Dombrowski, Abdus Samad, Clifford Murray, Marin Petrović, Pascal Ewen, Thomas Michely, Marko Kralj, Udo Schwingenschlögl, and Carsten Busse



[Nonadiabatic renormalization of electron-phonon interaction in graphenebased materials](#)

Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG) Spring Meeting of the Surface Science Division, Online event, 2021. str.114-114
(poster, međunarodna recenzija, znanstveni)

Babić, Emil; Drobac, Đuro; Figueroa, Ignacio Alejandro; Laurent-Brocq, Mathilde; Marohnić, Željko; Michalik, Stefan; [Mikšić Trontl, Vesna](#); Perriere, Loic; Pervan, Petar; Ristić, Ramir; Zadro, Krešo

[Are high-entropy alloys better than conventional ones?](#)

Twenty-second annual conference YUCOMAT 2021 / Uskoković, Dragan (ur.).
Beograd: Materials Research Society of Serbia, 2021. str. 38-38
(predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Blažek Bregović, Vesna; [Pervan, Petar](#); Janicki, Vesna; Sancho-Parramon, Jordi

[Electric field assisted dissolution of Al and Cu metal thin films](#)

Sixth International Symposium on Dielectric Materials and Applications(ISyDMA '6) - Book of Abstracts
Calais, Francuska, 2021. str. 104-104
(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Kolympadi Markovic, Maria; Peter, Robert; Jelovica Badovinac, Ivana; Šarić, Iva; Perčić, Marko; [Radičić, Rafaela](#); Marković, Dean; Knez, Mato; Ambrožić, Gabriela

[Preparation of ZnO/organosilane/ZnO hybrid thin films via atomic layer deposition \(ald\) and solution surface modification](#)

Book of abstracts 27th Croatian Meeting of Chemists and Chemical Engineers with international participation 5th Symposium Vladimir Prelog 5 – 8 October 2021 Veli Lošinj, Vitality Hotel Punta, Croatia
Veli Lošinj, Vitality Hotel Punta, Hrvatska, 2021. P-274, 1
(poster, sažetak, ostalo)

Dražen Mezdić; Suzana Jakovljević; [Hrvoje Skenderović](#)

[Experimental study of adhesion properties of tin coating on ti-6al-4v alloy](#)

MTECH 2021 - International conference on materials, corrosion, heat treatment, testing and tribology / Stojanović, Ivan (ur.).
Zagreb: Hrvatsko društvo za površinsku zaštitu, 2021. str. 1-8
(predavanje, međunarodna recenzija, cjeloviti rad (in extenso), znanstveni)

Kralj, Magdalena; Krivačić Sara; Kassal, Petar; [Supina, Antonio](#); Boček, Željka; Halasz, Ivan

[Avenue to Facile Medium-Scale Production of Graphene Quantum Dots and Graphene Nanosheets](#)

27th Croatian Meeting of Chemists and Chemical Engineers and 5th Symposium Vladimir Prelog : Book of Abstracts / Marković, Dean ;



Meštrović, Ernest ; Namjesnik, Danijel ; Tomašić , Vesna (ur.), Zagreb: Croatian Chemical Society, 2021. str. 86-86
(predavanje, sažetak, znanstveni)

Kralj, Magdalena; Supina, Antonio; Marciuš, Marijan; Halasz, Ivan

[One-Step Mechanochemical Synthesis of Graphene Quantum Dots](#)

Solid-State Science & Research 2021 : Book of Abstracts and Programme / Biliškov, Nikola ; Brekalo, Ivana ; Martinez, Valentina (ur.).

Zagreb: Institut Ruđer Bošković, 2021. str. 47-47

(poster, sažetak, znanstveni)

Goran Zgrablić, Davor Čapeta, Mario Rakić,

[Cost-effective, high-throughput and high-resolution micro-Raman spectrometer based on industrial camera](#)

Solid-State Science & Research 2021 : Book of Abstracts and Programme / Biliškov, Nikola ; Brekalo, Ivana ; Martinez, Valentina (ur.).

Zagreb: Institut Ruđer Bošković, 2021. str. 45-45

(poster, sažetak, znanstveni)

Kralj, Magdalena; Supina, Antonio; Halasz, Ivan; Marciuš, Marijan

[Efficient Mechanochemical Synthesis of Graphene Quantum Dots \(GQDs\)](#)

5.Simpozij studenata doktorskih studija PMF-a : Knjiga sažetaka = 5th PhD Student Symposium : Book of Abstracts / Barišić, Dajana

(ur.), Zagreb: Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 2021. str. 69-70

(predavanje, sažetak, znanstveni)

Tomislav Vuletić

[Distinguishing algal cell species by quartz crystal microbalance](#)

Book of Abstracts: 13th European Biophysics Congress, Vienna, Austria, 24.-28-7.2021.

(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Tkalčević, Marija; Lihter, Martina; Dražić, Goran; Bernstorff, Sigrid; Vuletić, Tomislav; Mičetić, Maja

[Deposition of thin alumina films containing 3D ordered network of nanopores on different substrates](#)

Knjiga sažetaka / Book of Abstracts / Barišić, Dajana (ur.), Zagreb: Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 2021. str. 291-292

(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)



Berti Erjavec, Silvije Vdović

[Zvijezda je rođena - rad s darovitim učenicima na IF-u](#)

XV. hrvatski simpozij o nastavi fizike, Zbornik radova, ISBN 978-953-7178-23-9, (224-230) (2021)
(predavanje, cjeloviti rad (in extenso), ostalo)

5.4 KNJIGE – UREDNIŠTVO (UKUPNO 1)

Berti Erjavec, Marko Kralj, Nives Punčec, Danijela Osredečki, Damir Starešinić

[Godišnji izvještaj 2020.](#)

Institut za fiziku, Zagreb, Hrvatska (2021)

5.5 PATENTI I PRIJAVE PATENATA (UKUPNO 1)

N. Krstulović, D. Blažeka, J. Car, D. Maletić, M. Rakić

[Metoda proizvodnje dvokomponentnih nanočestica korištenjem lasera](#)

P20211098A



6. SEMINARI I NASTUPNA PREDAVANJA NA INSTITUTU ZA FIZIKU (UKUPNO 12)

3. 3. 2021. u 15:00h

Nastupno predavanje: dr. sc. Tomislav Ivek

[Kolektivni odziv materijala s mogućim magnetoelektričnim efektom](#)

Online - Teams

5. 3. 2021. u 15:00h

Nastupno predavanje: dr. sc. Eduard Tutiš

[Systems with strong nonlinearities in condensed matter physics / Jako nelinearni sustavi u fizici kondenzirane materije](#)

Online - Teams

8. 3. 2021. u 15:00h

Nastupno predavanje: dr. sc. Matija Čulo

[Anomalous transport mechanisms in strongly correlated electron systems](#)

Online - Teams

3. 5. 2021. u 11:30h

Seminar: Antonela Maričić

[Inovacije na Institutu za fiziku - Intellectual Property Booster, \(IP Booster\)](#)

Online – Teams

3. 5. 2021. u 11:00h

Seminar: dr.sc. Mario Rakić

[Inovacije na Institutu za fiziku - Procedura podnošenja inovacije na Institut za fiziku](#)

Online – Teams

14. 5. 2021. u 11:00h

Seminar: Nikola Brčić

[Inovacije na Institutu za fiziku – Patenti, prvi dio](#)

Online – Teams



2. 6. 2021. u 11:00h

Seminar: Nikola Brčić

[Inovacije na Institutu za fiziku - Patenti, drugi dio](#)

Online – Teams

6. 9. 2021. u 11:00h

Seminar: Dr. Adam Rançon

[Many-Body Dynamical Localization and effective thermalization of a kicked Bose gas](#)

Room "Mladen Paić", 3rd wing and Zoom

13-14. 9. 2021. u 11:00h

Seminar: Igor Bošnjaković

[Inovacije na Institutu za fiziku: Zaštita patentom](#)

Online – Teams

30. 9. 2021. u 11:00h

Seminar: Dr.Siham Benhabib

[Photo-induced structural dynamics in Magnetite](#)

Room "Mladen Paić", 3rd wing and Zoom

8. 12. 2021. u 11:00h

Seminar: dr.sc. Antonio Šiber

[Mehanika isušivanja i bubrenja peludi / Mechanics of desiccation and swelling of pollen](#)

Online – Zoom

9. 12. 2021. u 14:00h

Seminar: [Radionica „Napredni elektronski materijali u fundamentalnim istraživanjima i primjeni“](#)

Institut za fiziku, III krilo, dvorana Mladen Paić



7. POZVANI SEMINARI (UKUPNO 5)

Seminar: dr. sc. Antonio Šiber

[Mehanika bubrenja i isušivanja peludnih zrna](#)

Hrvatsko botaničko društvo, Zagreb, Hrvatska, srpanj 2021.

Seminar: dr. sc. Antonio Šiber

[Mechanics of inactive swelling and bursting of porate pollen grains](#)

Biophysics seminar, F1 department of Jožef Stefan Institute, Ljubljana, Slovenija, listopad 2021.

Seminar: dr. sc. Vito Despoja

[Exciton-plasmon-polaritons in 2D molecular crystals physisorbed on metallic surfaces](#)

Yachay Tech University, Ucuqui, Ekvador, 8. 10. 2021. – 24. 10. 2021.

Seminar on Low-dimensional Physics and Device: dr. sc. Marko Kralj

[Epitaxial Graphene and Related Novel Multilayer Architectures](#)

Henan University, Kina, online, 16. 12. 2021.

Seminar: dr. sc. Dino Novko

[Ab initio modeling of electron correlations and electron-phonon coupling in two-dimensional materials](#)

Online event hosted by Georg-August-Universität Göttingen, Njemačka, 2021.



8. SUDJELOVANJE NA KONFERENCIJAMA I RADIONICAMA

8.1 POZVANA PREDAVANJA (UKUPNO 12)

T. Ivek

[BlackBox: A probabilistic deep learning model for predicting missing spatio-temporal data](#)
Extreme Value Analysis 2021
Online, Edinburg, Škotska, 28. 6. - 2. 7. 2021.

T. Ban

[Multichannel laser cooling of atoms using an optical frequency comb](#)
5th Quantum Technology Conference, virtual conference
Online, Noordwijk, Nizozemska, 23-25. 11. 2021.

T. Ban

[Optički atomski sat](#)
CROLAB
Brijuni, Hrvatska, 13-16. 10. 2021.

D. Abramović

[Single-photon Holography](#)
14th Photonics Workshop
Beograd, Srbija, 14-17. 3. 2021.

D. Buhin, D. Kovačić, F. Schmid, M. Kruljac, V. Vulić, T. Ban, D. Aumiler

[Dual Species Frequency Comb Cooling](#)
CLEO 2021
San Jose, California, US, 9-14. 5. 2021.

B. Damjan, M. Dejan, C. Julio, K. Nikša

[Laser synthesis of Ag-doped ZnO nanoparticles with high photocatalytic performance](#)



27th international scientific meeting on vacuum science and techniques
Gozd Martuljek, Slovenija, 9-10. 9. 2021.

J. Car, D. Blažeka, T. Bajan, L. Krce, I. Aviani, N. Krstulović

[A quantitative analysis of colloidal solution of metal nanoparticles produced by laser ablation in liquids](#)

27th international scientific meeting on vacuum science and techniques
Gozd Martuljek, Slovenija, 9-10. 9. 2021.

M. Čulo, M. Berben, Y.-T. Hsu, J. Ayres, R. Hinlopen, C. Duffy, B. Bernáth, T. Ottenbros, D. Juskus, N. Hussey

[Possible superconductivity from carriers that exhibit strange metal behavior in overdoped cuprates](#)

Solid-State Science & Research 2021 meeting
Online, 10-11. 6. 2021.

M. Kralj

[Pristine and modified interfaces with epitaxial 2D materials: electronic and optical properties](#)

SPb Photonic, Optoelectronic, & Electronic Materials
Online, Saint-Petersburg, Russia, 25-28. 5. 2021.

M. Kralj

[Atomically Thin Multilayer Architectures for Plasmonics](#)

International Symposium on Nanoscale Research
Leoben, Austria, 20-21. 9. 2021.

A. Šiber

[Crash course on motifs in structure, symmetry, and energetics of viruses](#)

Online Workshop on Physics and Geometry of Viruses, School of Nano Science, Institute for Research in Fundamental Sciences
Teheran, Iran, rujan 2021.

A. Šiber

[Extreme mechanics and viability of pollen grains](#)

Solid-State Science & Research 2021, Online, 10-11. 6. 2021.
Odgodeno zbog bolesti



8.2 PREDAVANJA (UKUPNO 20)

T. Ivek, D. Vlah

[A probabilistic deep learning model for predicting missing spatio-temporal data using high-performance GPU computing](#)

Brijuni Applied Mathematics Workshop 2021

Brijuni, Hrvatska, 4-10.7.2021.

D. Aumiler

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

52. Conference of the European Group on Atomic Systems (EGAS)

Online, Institut za fiziku, Zagreb, Hrvatska, 5-9. 7. 2021.

D. Blažeka

[Quantitative analysis of MB and RB photodegradation in the presence of metal-oxide catalyst nanoparticles synthesized by pulsed laser ablation in water](#)

7th Edition of International Conference on Catalysis, Chemical Engineering and Technology

Tokyo, Japan, 17-18. 5. 2021.

J. Car, D. Blažeka, N. Krstulović,

[Laser drilling of metals in water: A model](#)

16th International Conference On Laser Materials Processing

Osaka, Japan, 20-21. 5. 2021.

M. Čulo, M. Berben, Y.-T. Hsu, J. Ayres, R. Hinlopen, C. Duffy, B. Bernáth, T. Ottenbros, D. Juskus, N. Hussey

[Hall effect study of FeSe_{1-x}S_x: signatures of strange metal transport](#)

Condensed Matter and Quantum Materials (CMQM 2021),

Online konferencija 21-23. 6. 2021.

M. Čulo, M. Berben, Y.-T. Hsu, J. Ayres, R. Hinlopen, C. Duffy, B. Bernáth, T. Ottenbros, D. Juskus, N. Hussey

[The Hall response of the Planckian sector in nematic FeSe_{1-x}S_x](#)

Strongly Correlated Electron Systems (SCES2020)

Online konferencija 27. 9. - 2. 10. 2021.



M. Čulo, M. Berben, Y.-T. Hsu, J. Ayres, R. Hinlopen, C. Duffy, B. Bernáth, T. Ottenbros, D. Juskus, N. Hussey

[Key role of incoherent carriers for superconductivity in overdoped cuprates](#)

Strongly Correlated Electron Systems (SCES2020)

Online konferencija 27. 9. - 2. 10. 2021.

V. Despoja

[Cavity exciton-polaritons in two-dimensional semiconductors from first principles](#)

The Workshop on Innovative Nanoscale Devices and Systems (WINDS)

Hawaii, SAD, 28. 11. 2021. - 3. 12. 2021.

M. Kralj

[Novel Multilayer Architectures Based on Epitaxial Graphene](#)

The Workshop on Innovative Nanoscale Devices and Systems (WINDS)

Hawaii, SAD, 28. 11. - 3. 12. 2021.

M. Petrović

[Monolayer borophene on Ir\(111\): Segregation-enhanced epitaxy and electrochemical transfer](#)

The Workshop on Innovative Nanoscale Devices and Systems (WINDS)

Hawaii, SAD, 28. 11. 2021. - 3. 12. 2021.

S. Milošević

[IF-AVASC rezultati](#)

COST Action CA19110 - primjena plazme na pametnu i održivu poljoprivredu

Online, Slavonski Brod, 15. 4. 2021.

S. Milošević

[IF-AVASC rezultati - COST Action CA19110 - primjena plazme na pametnu i održivu poljoprivredu](#)

AVACS projekt: Prilagodba povrtnih kultura novim agrometeorološkim uvjetima u Slavoniji

Online, Slavonski Brod, 15. 4. 2021.

S. Milošević

[Tretman vode hladnom plazmom za primjene u poljoprivredi](#)

1. Info dani, AVACS projekt: Prilagodba povrtnih kultura novim agrometeorološkim uvjetima u Slavoniji

Slavonski Brod, 23. 9. 2021.



S. Milošević

[Neke primjene nisko-temperaturnih plazmi](#)

2. Info dani, AVACS projekt: Prilagodba povrtnih kultura novim agrometeorološkim uvjetima u Slavoniji
Slavonski Brod, 16. 12. 2021.

D. Novko

[Dynamics of adsorbates on metal surfaces under equilibrium and non-equilibrium conditions](#)

Challenges in reaction dynamics of gas-surface interactions and methodological advances in dissipative and nonadiabatic processes
(CECAM Flagship Workshop) Toulouse, France 27.9. - 30.9.2021.

D. Novko

[Dynamics of adsorbates on metal surfaces under equilibrium and non-equilibrium conditions](#)

14th European Conference on Surface Crystallography and Dynamics (ECSCD-14)
Online event, 4-5. 5. 2021.

D. Novko

[Nonadiabatic effects in Raman spectra of graphite-based batteries](#)

Materials Design for Energy Storage and Conversion: Theory and Experiment (CECAM Flagship Workshop)
Online event - hosted by CECAM-HQ, 2-5. 3. 2021.

P. Popčević

[Interaction of magnetic and electronic subsystems in Co intercalated 2H-NbS₂ seen by different probes](#)

ECMetAC Days 2021, online, 6-9. 12. 2021.

H. Skenderović, D. Abramović, N. Demoli, D. Pantelić

[Biological samples used for imaging](#)

52. Conference of the European Group on Atomic Systems (EGAS)
Online, Institut za fiziku, Zagreb, Hrvatska, 5-9. 7. 2021.

B. Erjavec, S. Vdović

[Zvijezda je rođena - rad s darovitim učenicima na IF-u](#)

Online, XV. Hrvatski simpozij o nastavi fizike, 7-8. 4. 2021.



8.3 OSTALA SUDJELOVANJA (UKUPNO 25)

Ticijana Ban

Predsjednica organizacijskog odbora

52. Conference of the European Group on Atomic Systems (EGAS)

Online, Institut za fiziku, Zagreb, Hrvatska, 5-9. 7. 2021.

Damir Aumiler, Danije Buhin, Nikša Krstulović, Slobodan Milošević, Goran Pichler, Neven Šantić, Silvije Vdović, Nataša Vujičić

Članovi organizacijskog odbora

52. Conference of the European Group on Atomic Systems (EGAS)

Online, Institut za fiziku, Zagreb, Hrvatska, 5-9. 7. 2021.

Damir Dominko

Član organizacijskog odbora

MCAA 2021 - Annual conference Marie Curie Alumni Association

Brussels, Belgium, 5-7. 3. 2021.

Damir Dominko, Virna Kisiček

Sudjelovanje u programu

3rd Summer School: "Ultrafast magneto-electrics", COST Action Magnetofon

Samobor, Hrvatska, 5-8. 10. 2021.

Matija Čulo, Mirta Herak, Tomislav Ivek

Sudjelovanje s kratkim predavanjima

Radionica: Napredni elektronski materijali u fundamentalnim istraživanjima i primjeni

Organizator: Projekt HRZZ IP-2018-01-2730, Kolektivna dinamika u magnetoelektricima

Institut za fiziku, Zagreb, 9. 12. 2021.

Tomislav Ivek, Nikolina Novosel

Član lokalnog organizacijskog odbora

SCIRES2021 - Solid-State Science&Research 2021

Zagreb, Hrvatska, 10-11. 6. 2021.



Nikša Krstulović

Član međunarodnog programskog odbora

27th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique

Gozd Martuljek, Slovenija, 9.-10. 9. 2021.

Slobodan Milošević

Sudjelovanje

27th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique

Gozd Martuljek, Slovenija, 9.-10. 9. 2021.

Petar Pervan, Dean Popović, Mario Rakić

Članovi međunarodnog organizacijskog odbora

27th International Scientific Meeting on Vacuum Science and Technique

Gozd Martuljek, Slovenija, 9.-10. 9. 2021.

Neven Šantić

Sudjelovanje u programu

CLONETS-DS Workshop

Bad Honnef, Njemačka, 13.-15. 9. 2021.

Yuki Utsumi Boucher, Naveen Singh Dhani

Sudjelovanje u programu

SCTE 2021- The International Conference on Solid Compounds of Transition Elements

Online, Institute of Low Temperature and Structure Research, PAS, 12-16. 4. 2021.

Nikša Krstulović

Predsjednik državnog povjerenstava za eksperimentalne radove srednjih škola

Državno natjecanje iz fizike

Online, Hrvatska, 28-29. 4. 2021.

Nikolina Novosel

Članica državnog povjerenstva

Državno natjecanje iz fizike

Online, Hrvatska, 28-29. 4. 2021.



Nikolina Novosel
Voditeljica hrvatske olimpijske ekipe
Europska fizička olimpijada
Online, 19-26. 6. 2021.

Nikolina Novosel
Voditeljica hrvatske olimpijske ekipe
52. međunarodna fizička olimpijada
Online, Litva, 17-25. 7. 2021.

S. Vdović, M. Rakić, D. Dominko, V. Kisiček, A. Senkić, B. Erjavec
Edukativne radionice: Laseri u primjeni, Nanoprining, Nitroled
10. Znanstveni piknik
Gornja Stubica, Zagreb, Hrvatska, 24. 9. 2021.

S. Vdović, Ž. Rapljenović, V. Kisiček, B. Erjavec
Edukativne radionice: Laseri u primjeni, Nanoprining, Fizika hladnoga
Festival znanosti
Tehnički muzej Nikola Tesla, Zagreb, 12. 5. 2021.

Berti Erjavec
Sudjelovanje u programu
Talijanski nacionalni dan Svemira
Tehnički muzej Nikola Tesla, Zagreb, 16. 12. 2021.

Tomislav Ivek
Predavanje za javnost
[Istraživanje materijala egzotičnih svojstava](#)
Rotary Club 1181, Varaždin, 22. 11. 2021.

Neven Šantić, Hrvoje Hiršl
Umjetničko-znanstvena izložba
[Kolaps](#)
Pula, Augustov hram, 23. Media Mediteranea festival, 7. 8. 2021.



Nikolina Novosel

Predavanje za učenike i nastavnike

[Mystery of electron coupling – story of superconductivity](#)

The Mystery of Science, Institut za fiziku, Zagreb, 8. 12. 2021.

M. Herak, T. Ivek, N. Vujičić, A. Senkić, B. Radatović

Predstavljanje laboratorija

The Mystery of Science, Institut za fiziku, Zagreb, 8. 12. 2021.

Berti Erjavec

Organizacija događaja i programa

The Mystery of Science, Institut za fiziku, Zagreb, 8. 12. 2021.



9. DOKTORSKE DISERTACIJE I DIPLOMSKI RADOVI

9.1 OBRANJENE DOKTORSKE DISERTACIJE (UKUPNO 1)

Borna Pelić
Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Fizički odsjek
[Van der Waals epitaksija dvodimenzionalnih disulfida prijelaznih metala](#)
Zagreb, 19.11.2021.
Mentor: Marko Kralj

9.2 OBRANJENI DIPLOMSKI RADOVI (UKUPNO 0)

U 2021. godini nije bilo obrana diplomskih radova

9.3 DOKTORSKE DISERTACIJE U TIJEKU (UKUPNO 30)

D. Abramović
[Naslov teme: Primjena kvantne svjetlosti u holografiji](#)
Mentor: H. Skenderović

D. Blažeka
[Naslov teme: Laserska sinteza nanočestica i primjene u fotokatalizi](#)
Mentor: N. Krstulović

A.L. Brkić
[Predložena tema: Modifying 2D materials' properties by molecular functionalization](#)
Mentor: I. Delač Marion

V. Brusar



Predložena tema: Ultrabrza spektroskopija kompleksnih molekulskih sistema, 2D materijala i istraživanje fotofizičkih svojstava tankih filmova primjenjivih u razvoju solarnih ćelija nove generacije

Mentor: S. Vdović

D. Buhin

Naslov teme: Istovremeno lasersko hlađenje više vrsta atoma frekventnim češljem

Mentor: D. Aumiler

J. Car

Naslov teme: Modeliranje parametara sustava koloidnih otopina nanočestica dobivenih laserskom ablacijom u vodi i primjene

Mentor: N. Krstulović

A.M. Dezfouli

Predložena tema: Prostorno strukturirana svjetlost i primjene

Mentor: Hrvoje Skenderović

N. S. Dhami

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

Mentor: Y. Utsumi Boucher

M. Dragičević

Naslov teme: Anizotropija magnetski uređenih stanja u niskodimenzionalnim magnetoelektricima

Mentorica: M. Herak (do 02.12.2018.)

Mentor: T. Ivek (od 03.12.2018.)

M. Forjan

Naslov teme: Ultrabrza spektroskopija i fotokemija međuprodukata s potencijalnom primjenom u biologiji i medicini

Mentor: S. Vdović

N. Girotto

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

Mentor: Dino Novko

B. Ivšić

Predložena tema: Dinamika proteina Rac1 u amebi Dictyostelium discoideum

Mentor: Tomislav Vuletić



V. Jadriško

Naslov teme: Optics of van der Waals layered systems

Mentorica: N. Vujčić

J. Jakovac

Predložena tema: Plazmoni i plazmaroni u 2D kristalima

Mentor: V. Despoja

S. Kamal

Predložena tema: Sinteza i karakterizacija borofena na metalnim podlogama

Mentor: M. Petrović

V. Kisiček

Predložena tema: Statička i dinamička svojstva multiferoika

Mentor: D. Dominko

D. Kovačić

Predložena tema: Aktivni optički frekventni standardi

Mentorica: T. Ban

J. Krsnik

Naslov teme: Manifestations of strong correlations and disorder in selected problems of condensed matter physics

Mentor: O.S. Barišić

M. Kruljac

Predložena tema: Cavity Cooling with Frequency Comb

Mentorica: T. Ban

Š. Mandić

Predložena tema: Funkcionalizirani dvodimenzionalni materijali

Mentorica: I. Delač Marion

S. A. Moghadam Ziabari

Predložena tema: Synthesis and characterization of transition metal phosphides

Mentorica: Y. Utsumi Boucher



B. Pelić

Naslov teme: Van der Waals epitaksija dvodimenzionalnih disulfida prijelaznih metala

Mentor: M. Kralj

I. Puljić

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

Mentor: Ticijana Ban

B. Radatović

Naslov teme: Razvoj metode sinteze dvokomponentnih nanočestica i njihova primjena u fotokatalizi

Mentor: M. Petrović

R. Radičić

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

Mentor: N. Krstulović

Ž. Rapljenović

Naslov teme: Kolektivna dinamika u multiferoicima

Mentor: T. Ivek

A. Senkić

Predložena tema: Ekscitonska dinamika u homo- i heterostrukturama 2D materijala

Mentor: N. Vujičić

L. Sinković

Predložena tema:

Mentor: I. Balog

A. Supina

Predložena tema: Mikroskopska kinematika epitaksijalnog rasta TMD materijala

Mentor: M. Kralj



V. Vulić

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

Mentor: D. Aumiler

9.4 DOKTORSKE DISERTACIJE U TIJEKU S DRUGIH INSTITUCIJA (UKUPNO 10)

S. Badurina

Institucija: Prirodoslovno matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Naslov teme: Izgledi hlađenja atoma stroncija optičkim frekventnim češljem

Mentor: D. Aumiler

G. Batinjan

Usporedba različitih vrsta visokoenergetskog lasera u kirurškoj terapiji benignih oralnih lezija metodom infracrvene termografije

Institucija: Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Mentorica: I. Filipović Zore

Komentor: D. Aumiler

N. Farkaš

Analiza deformacije keramičkih ljuskica pri cementiranju i stresu metodom digitalne holografske interferometrije

Institucija: Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Mentor: V. Pandurić

Komentor: N. Demoli

N. Golenić

Eksiton-polaritoni u 2D kompozitima

Institucija: Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Mentor: V. Despoja

Z. Majlinger

Starkovo širenje linija iona prijelaznih metala u spektrima toplih zvijezda i bijelih patuljaka

Institucija: Odjel za fiziku, Sveučilište u Rijeci

Mentor: R. Beuc



M. Mateša

[Analiza fizičkih svojstava fotopolimerizirajućih kompozitnih materijala s različitom organskom matricom](#)

Institucija: Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Mentor: V. Pandurić

Komentor: N. Demoli

H. Rakić

[Dugodosežno međudjelovanje u Rb₂, Cs₂ i RbCs dvoatomima](#)

Institucija: Tehničko veleučilište u Zagrebu

Mentor: R. Beuc

A. Salković Fatić

[Ispitivanje termodinamičkih svojstava birnarnih NiZr i ternarnih CuHfTi metalnih stakala](#)

Institucija: Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Sarajevu

Mentor: K. Biljaković

I. Urlić

[Mjerenje utjecaja vibracija na vidnu oštrinu u stomatologiji metodom holografske interferometrije](#)

Institucija: Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Mentorica: D. Negovetić Vranić

Komentor: N. Demoli

M. Zorić

[Termoelektrična i magnetotransportna svojstva odabranih termoelektrika](#)

Institucija: Tekstilno tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Mentor: P. Popčević

Komentor: A. Smontara



10. NASTAVA ODRŽANA NA DRUGIM INSTITUCIJAMA

10.1 EVIDENCIJA DODIPLOMSKE NASTAVE U ŠKOLSKOJ GODINI 2021./2022.

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
Balog, Ivan	ZS	PMF ZG	Napredna statistička fizika	I. Balog
Blažeka, Damjan	AS/DOK	PMF ZG	Osnove fizike 3	
Blažeka, Damjan	AS/DOK	PMF ZG	Osnove fizike 4	
Brkić, Antun Lovro	AS/DOK	PMF ZG	Praktikum iz eksperimentalne nastave fizike 1	
Brkić, Antun Lovro	AS/DOK	PMF ZG	Praktikum iz eksperimentalne nastave fizike 2	
Buhin, Danijel	AS/DOK	PMF ZG	Fizički praktikum 1	
Buhin, Danijel	AS/DOK	PMF ZG	Fizički praktikum 2	
Čapeta, Davor	VSS	PMF ZG	Napredni fizički praktikum 1	
Čapeta, Davor	VSS	PMF ZG	Napredni fizički praktikum 2	



Ivšić, Blaž	AS/DOK	PMF ZG	Klasična mehanika 1	
Ivšić, Blaž	AS/DOK	PMF ZG	Klasična mehanika 2	
Jadriško, Valentino	AS/DOK	PMF ZG	Napredni fizički praktikum 1	
Jadriško, Valentino	AS/DOK	PMF ZG	Napredni fizički praktikum 2	
Jadriško, Valentino	AS/DOK	PMF ZG	Fizički praktikum 3	
Jadriško, Valentino	AS/DOK	PMF ZG	Fizički praktikum 4	
Krsnik, Juraj	AS/DOK	PMF ZG	Fizika čvrstog stanja 1	
Krsnik, Juraj	AS/DOK	PMF ZG	Fizika čvrstog stanja 2	
Kruljac, Mateo	AS/DOK	PMF ZG	Fizički praktikum 2	
Novosel, Nikolina	ZS	PMF ZG	Napredni fizički praktikum 2	
Novosel, Nikolina	ZS	PMF ZG	Fizički praktikum 4	
Radatović, Borna	AS/DOK	PMF ZG	Fizički praktikum 1	
Radatović, Borna	AS/DOK	PMF ZG	Fizički praktikum 2	



Radatović, Borna	AS/DOK	PMF ZG	Fizički praktikum 3	
Radatović, Borna	AS/DOK	PMF ZG	Fizički praktikum 4	
Senkić, Ana	AS/DOK	PMF ZG	Praktikum fizike	
Senkić, Ana	AS/DOK	PMF ZG	Statistika i osnova mjerenja	
Senkić, Ana	AS/DOK	PMF ZG	Praktikum iz osnova elektronike	

10.2 EVIDENCIJA DOKTORSKE NASTAVE U ŠKOLSKOJ GODINI 2021./2022.

PREZIME, ime	ZVANJE	INST.	NAZIV KOLEGIJA	NOSITELJ
Aumiler, Damir	ZSV	PMF ZG	Koherentno međudjelovanje atoma i svjetlosti	D. Aumiler
Ban, Tacijana	ZSV	PMF ZG	Lasersko hlađenje i zarobljavanje	T. Ban
Buljan, Hrvoje Ban, Tacijana	ZSV	PMF ZG	Uvod u modernu atomsku molekulska i optičku fizika	T. Ban
Ban, Tacijana	ZSV	PMF ZG	Primjena lasera u medicini	T. Ban
Beuc, Robert	ZSV	PMF ZG	Teorija optičkih spektara dvoatomskih sustava	R. Beuc
Barišić, Osor Slaven	VZS	PMF ZG	Teorijska fizike kondenzirane tvari	O.S. Barišić
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	Mikroskopija i spektroskopija pretražnom probom	M. Kralj



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
Pervan, Petar	ZSV	UNI RI	Fizika površina i međuslojeva	P. Pervan
Šiber, Antonio	ZSV	FMF LJU	Selected Topics in Theoretical Physics	A. Šiber
Vuletić, Tomislav	VZS	PMF ZG	Dielektrična spektroskopija	T. Vuletić
Vuletić, Tomislav	VZS	PMF ZG	Raspršenje rendgenskih zraka pod malim kutom	T. Vuletić
Vdović, Silvije	VZS	PMF ZG	Nekonvencionalne tehnike u laserskoj spektroskopiji	S. Vdović
Vujičić, Nataša	ZS	PMF ZG	Femtosekundna laserska spektroskopija	N. Vujičić



11. Sudjelovanje na konferencijama i znanstveni posjeti

11.1 DJELATNICI IF-A

IME I PREZIME / VRSTA BORAVKA	ZEMLJA	VREMENSKO RAZDOBLJE
M.RAKIĆ – RADIONICA	HRVATSKA	07.03.2021. - 08.03.2021.
N. KRSTULOVIĆ- ZNANSTVENI POSJET	HRVATSKA	08.04.2021. - 09.04.2021.
B. PIELIĆ – ZNANSTVENI POSJET	NJEMAČKA	02.05.2021. - 26.05.2021.
M. PETROVIĆ – ZNANSTVENI POSJET	POLJSKA	05.07.2021. – 11.07.2021.
S. KAMAL – ZNANSTVENI POSJET	POLJSKA	05.07.2021. - 11.07. 2021.
N. K. C. MUNIRAJU – ZNANSTVENI POSJET	AUSTRIJA	13.06.2021. – 18.06.2021.
N. KRSTULOVIĆ- ZNANSTVENI POSJET	HRVATSKA	28.06.2021. – 02.07.2021.
D. DOMINKO – KONFERENCIJA	HRVATSKA	19.07.2021. - 23.07. 2021.
V. KISIČEK – KONFERENCIJA	HRVATSKA	19.07.2021. - 23.07.2021.
T. VULETIĆ - KONGRES	NJEMAČKA	24.07.2021. – 28.07.2021.
N. K. C. MUNIRAJU – ZNANSTVENI POSJET	AUSTRIJA	09.08.2021. – 20.08.2021.
A. SUPINA - KONFERENCIJA	SRBIJA	22.08.2021. – 28.08.2021.
A. SENKIĆ - KONFERENCIJA	SRBIJA	22.08.2021. – 28.08.2021.
D. NOVKO - KONFERENCIJA	FRANCUSKA	27.09.2021. – 30.09.2021.
N. ŠANTIĆ - KONFERENCIJA	NJEMAČKA	12.09.2021. – 16.09.2021.



D. BLAŽEKA – KONFERENCIJA	SLOVENIJA	09.09.2021. - 10.09.2021.
N. KSRTULOVIC – KONFERENCIJA	SLOVENIJA	09.09.2021. - 10.09.2021.
R. RADIČIĆ – KONFERENCIJA	SLOVENIJA	09.09.2021. – 10.09.2021.
D. MALETIĆ – KONFERENCIJA	SLOVENIJA	09.09.2021. – 10.09.2021.
J. CAR – KONFERENCIJA	SLOVENIJA	09.09.2021. - 10.09.2021.
M. RAKĆ – KONFERENCIJA	SLOVENIJA	09.09.2021. - 10.09.2021.
S. MILOŠEVIĆ – ZNANSTVENI POSJET	SLOVENIJA	09.09.2021. - 10.09.2021.
N. ŠANTIĆ – POSTDOC	FRANCUSKA	15.10.2020. - 14.01.2021.
Ž. RAPLJENOVIĆ – ZNANSTVENI POSJET	ŠVICARSKA	01.11.2020. - 31.10.2021.
R. RADIČIĆ – ZNANSTVENI POSJET	SLOVENIJA	12.09.2021. - 13.09.2021.
Ž. RAPLJENOVIĆ – ZNANSTVENI POSJET	FRANCUSKA	12.09.2021. – 20.09.2021.
V. KISIČEK – ZNANSTVENI POSJET	FRANCUSKA	12.09.2021. – 20.09.2021.
D. DOMINKO- ZNANSTVENI POSJET	FRANCUSKA	12.09.2021. – 20.09.2021.
I. ŠRUT RAKIĆ – ZNANSTVENI POSJET	AUSTRIJA	19.09.2021. – 22.09.2021.
M. KRALJ – ZNANSTVENI POSJET	AUSTRIJA	19.09.2021. – 22.09.2021.
B. RADATOVIĆ – ZNANSTVENI POSJET	AUSTRIJA	19.09.2021. - 22.09.2021.
S. M. OBAUDULLA - KONFERENCIJA	FRANCUSKA	25.10.2021. -30.10.2021.
S. KAMAL – KONFERENCIJA	FRANCUSKA	25.10.2021. – 30.10.2021.
D. MALETIĆ – KONFERENCIJA	SRBIJA	19.09.2021. – 23.09.2021.



A. SUPINA – KONFERENCIJA	AUSTRIJA	19.09.2021. – 22.09.2021.
I. DE. MARION – KONFERENCIJA	AUSTRIJA	19.09.2021. – 22.09.2021.
B. PIELIĆ – KONFERENCIJA	FRANCUSKA	25.10.2021. – 30.10.2021.
A. SENKIĆ – KONFERENCIJA	FRANCUSKA	25.10.2021. – 30.10.2021.
N. GIOTTO – KONFERENCIJA	FRANCUSKA	25.10.2021. – 30.10.2021.
V. DESPOJA- ZNANSTVENI POSJET	EKVADOR	08.10.2021.- 24.10.2021.
N. KRSTULOVIĆ- ZNANSTVENI POSJET	SRBIJA	04.10.2021.- 08.10.2021.
E. TROGRLIĆ – KONFERENCIJA	HRVATSKA	14.10.2021.- 15.10.2021.
T. BAN – KONFERENCIJA	HRVATSKA	14.10.2021.- 15.10.2021.
N. S. DHAMI- ZNANSTVENI POSJET	FRANCUSKA	09.11.2021. – 15.11.2021.
Y. U. BOUCHER- ZNANSTVENI POSJET	FRANCUSKA	09.11.2021.- 15.11.2021.
O. S. BARIŠIĆ- KONFERENCIJA	HRVATSKA	21.10.2021. – 22.10.2021.
M. ČULO – RADIONICA	UK	01.11.2021. – 04.11.2021.
M. KRALJ – KONFERENCIJA	SAD	26.11.2021.- 06.12.2021.
M. PETROVIĆ- KONFERENCIJA	SAD	26.11.2021.- 06.12.2021.
V. DESPOJA – KONFERENCIJA	SAD	26.11.2021.- 08.12.2021.
G. ZGRABLIĆ- ZNANSTVENI POSJET	ITALIJA	08.11.2021.- 12.11.2021.
I. BALOG – ZNANSTVENI POSJET	FRANCUSKA	14.11.2021.- 27.11.2021.
B. RADATOVIĆ – ZNANSTVENI POSJET	ŠPANJOLSKA	14.11.2021.- 26.11.2021.



I. BALOG- ZNANSTVENI POSJET	HRVATSKA	03.12.2021.- 05.12.2021.
D. DOMINKO – ZNANSTVENI POSJET	NJEMAČKA	06.12.2021.- 10.12.2021.
S. VDOVIĆ- ZNANSTVENI POSJET	NJEMAČKA	06.12.2021. - 10.12.2021.

**11.2 ULAZNA MOBILNOST**

IME I PREZIME / VRSTA BORAVKA	ZEMIJA	VREMENSKO RAZDOBLJE
MILOŠ MOMČILOVIĆ- ZNANSTVENI POSJET	SRBIJA	09.05.2021. – 15.05.2021.
AWAIS ASLAM MUHAMMAD - ZNANSTVENI POSJET	AUSTRIJA	13.08.2021. – 20.08.2021.
ADAM RANCON-SCHWEIGER - ZNANSTVENI POSJET	FRANCUSKA	29.08.2021. – 11.09.2021.
SIHAM BENHABIB - ZNANSTVENI POSJET	AUSTRIJA	29.09.2021. – 02.10.2021.
MATKO MUŽEVIĆ	ZAGREB	07.10.2021. – 08.10.2021.
CARSTEN BUSSE	NJEMAČKA	18.11.2021. – 21.11.2021.
MILOŠ MOMČILOVIĆ	SRBIJA	13.12.2021. – 17.12.2021.
JELENA PETROVIĆ	SRBIJA	13.12.2021. – 17.12.2021.
JELENA VUKAŠINOVIĆ	SRBIJA	05.12.2021. – 10.12.2021.
GORAN BRANKOVIĆ	SRBIJA	05.12.2021. – 10.12.2021.



12. POPIS POPULARIZACIJSKIH I OSTALIH AKTIVNOSTI

R.B.	AUTORI ILI IZVOĐAČI	MJESTO ODRŽAVANJA, NASLOV ČASOPISA, DOGAĐAJA ILI EMISIJE	VRJEME	NASLOV PREDAVANJA, RADIONICE, EMISIJE, ČLANKA ILI AKTIVNOSTI	VRSTA AKTIVNOSTI	LINK	NAPOMENA
1.	Slobodan Milošević, Goran Pichler	Matematičko-fizički list, LXXI 3 (2020. – 2021.)	Ožujak 2021.	Akademik Goran Pichler, poznati fizičar kod nas i u svijetu	Intervju u časopisu	http://popularizacija.ifs.hr/mediji/clanci/2021-akademik-goran-pichler-poznati-fizicar-kod-nas-i-u-svijetu/	
2.	Berti Erjavec, Silvije Vdović	XV. hrvatskom simpoziju o nastavi fizike, online	8.04.2021.	Zvijezda je rođena, rad s darovitim učenicima na IF-u	Online predavanje na Simpoziju	http://popularizacija.ifs.hr/predavanja/predavanja/2021-zvijezda-je-rodena-rad-s-darovitim-ucenicima-na-if-u/	82
3.	Damir Aumiler	Bug	29.4.2021.	Novo doba za hrvatske laseraše: Institut za fiziku izgradio centar vrijedan 121 milijun kuna	Novinski članak	http://popularizacija.ifs.hr/mediji/clanci/2021-novo-doba-za-hrvatske-laseraše-institut-za-fiziku-izgradio-centar-vrijedan-121-milijun-kuna/	
4.	S. Vdović, Ž. Rapljenović, V. Kisiček i B. Erjavec	Festival znanosti, Tehnički muzej Nikola Tesla, Zagreb	12.05.2021.	Zvijezda je rođena – radovi darovitih učenika	Radionica za učenike	http://popularizacija.ifs.hr/predavanja/radionice/2021-festival-znanosti-tmnt/	
5.	Berti Erjavec, Sven Palac	Uvijek Prvi (HR 1)	12.5.2021.	Tema emisije je o fizici, znanstvenim istraživanjima, projektima Instituta za fiziku,	Razgovor u radio emisiji	http://popularizacija.ifs.hr/mediji/radio-emisije/2021-razgovor-u-emisiji-uvijek-prvi-hr-1-festival-znanosti-12-5-2021/	



R.B.	AUTORI ILI IZVOĐAČI	MJESTO ODRŽAVANJA, NASLOV ČASOPISA, DOGAĐAJA ILI EMISIJE	VRJEME	NASLOV PREDAVANJA, RADIONICE, EMISIJE, ČLANKA ILI AKTIVNOSTI	VRSTA AKTIVNOSTI	LINK	NAPOMENA
				radu s darovitim učenicima i Festivalu znanosti			
6.	Mario Rakić	Regionalni dnevnik (HTV 1)	3.6.2021.	Prilagodba povrtnih kultura novim agrometeorološkim uvjetima u Slavoniji	Prilog u emisiji	http://popularizacija.ifs.hr/mediji/tv-emisije/2021-prilog-u-regionalnom-dnevniku-o-plazma-poljoprivredi/	
7.	Berti Erjavec	Talijanski nacionalni dan Svemira, Tehnički muzej N.Tesla, Zagreb	16.12.2021.	VIRTUALNI RAZGOVOR S ASTRONAUTOM LUCOM PARMITANOM	Sudjelovanje u programu	http://popularizacija.ifs.hr/wp-content/uploads/2021/12/CV-astronauta-Luca-Parmitano1.pdf	Događaj međunarodnog karaktera
8.	Tomislav Ivek	Rotary Club 1181, Varaždin	22.11.2021.	Istraživanje materijala egzotičnih svojstava	Predavanje za javnost	https://rotary-varazdin1181.hr/	
9.	Antonio Šiber	Blog	19.9.2021.	Matematičko šibicarenje	Blog	http://www.antoniosiber.org/matematicko_sibicarenje.html	
10.	Neven Šantić, Hrvoje Hiršl	Pula, Augustov hram, 23. Media Mediteranea festival	7.8.2021.	Umjetnička instalacija Kolaps	Umjetničko-znanstvena instalacija	http://popularizacija.ifs.hr/vijesti/2021-umjetnicka-instalacija-kolaps/	2016.
11.	S. Vdović, M. Rakić, D. Dominko, V. Kisiček, A. Senkić, B. Erjavec	10. Znanstveni piknik, Gornja Stubica	24.9.2021.	Laseri u primjeni, Nanočestice u primjeni, Nitroled	Radionice za javnost	http://popularizacija.ifs.hr/predavanja/radionice/2021-10-znanstveni-piknik/	Događaj međunarodnog karaktera
12.	Ana Smontara	Članak u MFL-u LXXII 1 (2021. – 2022.)	Rujan 2021.	Ivo Batistić, istaknuti teorijski fizičar kondenzirane tvari	Stručni članak	http://popularizacija.ifs.hr/mediji/clanci/2021-ivo-batistic-istaknuti-teorijski-fizicar-kondenzirane-tvari/	odišnji
13.	N. Novosel	Institut za fiziku Zagreb, The Mystery of Science	8.12.2021.	Mystery of electron coupling – story of superconductivity	Predavanje za učenike i nastavnike	https://youtu.be/hXtQ-HBA-GA	Međunarodni projekt



R.B.	AUTORI ILI IZVOĐAČI	MJESTO ODRŽAVANJA, NASLOV ČASOPISA, DOGAĐAJA ILI EMISIJE	VRJEME	NASLOV PREDAVANJA, RADIONICE, EMISIJE, ČLANKA ILI AKTIVNOSTI	VRSTA AKTIVNOSTI	LINK	NAPOMENA
14.	M. Herak, T. Ivek, N. Vujičić, A. Senkić, B. Radatović	Institut za fiziku Zagreb, The Mystery of Science	8.12.2021.	The Mystery of Science - Predstavljanje laboratorija	Predstavljanje laboratorija	http://popularizacija.ifs.hr/predavanja/predavanja/2021-the-mystery-of-scince/	Međunarodni projekt
15.	Berti Erjavec	Institut za fiziku Zagreb, The Mystery of Science	8.12.2021.	The Mystery of Science - Organizacija događaja i programa	Organizacija događaja i programa	http://popularizacija.ifs.hr/predavanja/predavanja/2021-the-mystery-of-scince/	
16.	M. Rakić, S. Vdović, M. Movre, učenici 15. gimnazije Zagreb	Kontinuirani rad s darovitim učenicima	1.1.2021. - 31.12.2021.	Laseri u primjeni, projekt Zvijezda je rođena 2021.	Institut za fiziku, online TEAMS sustav I uživo	http://popularizacija.ifs.hr/projekti/2021-zvijezda-je-rodena-2021-mzo/	Projekt sufinanciran sredstvima MZO za 2021.
17.	N. Krstulović, D. Blažeka, R. Radičić, I. Dukić, M. Marceljak Ilić i učenici 15. gimnazije Zagreb	Kontinuirani rad s darovitim učenicima	1.1.2021. - 31.12.2021.	Nanočestice u primjeni, projekt Zvijezda je rođena 2021.	Institut za fiziku, online TEAMS sustavi uživo	http://popularizacija.ifs.hr/projekti/2021-zvijezda-je-rodena-2021-mzo/	Projekt sufinanciran sredstvima MZO za 2020.
18.	A. Supina, D. Dominko, M. Movre i učenici 15. gimnazije Zagreb	Kontinuirani rad s darovitim učenicima	1.1.2021. - 31.12.2021.	Umjetna inteligencija (AI) - izrada robota, projekt Zvijezda je rođena 2021.	Institut za fiziku, online TEAMS sustav I uživo	http://popularizacija.ifs.hr/projekti/2021-zvijezda-je-rodena-2021-mzo/	Projekt sufinanciran sredstvima MZO za 2020.
	Berti Erjavec	Voditelj projekta	1.1.2021. - 31.12.2021.	Zvijezda je rođena 2021 - rad s darovitim učenicima. Projekt	Institut za fiziku, online TEAMS sustav I uživo	http://popularizacija.ifs.hr/projekti/2021-zvijezda-je-rodena-2021-mzo/	Projekt sufinanciran sredstvima



R.B.	AUTORI ILI IZVOĐAČI	MJESTO ODRŽAVANJA, NASLOV ČASOPISA, DOGAĐAJA ILI EMISIJE	VRIJEME	NASLOV PREDAVANJA, RADIONICE, EMISIJE, ČLANKA ILI AKTIVNOSTI	VRSTA AKTIVNOSTI	LINK	NAPOMENA
19.				sufinanciran sredstvima MZO za 2020. godinu			MZO za 2020.
20.	Nikša Krstulović	Državno natjecanje iz fizike, online	2021.	Predsjednik državnog povjerenstva za natjecanje iz fizike eksperimentalni radovi – srednje škole	Vođenje i ocjenjivanje eksperimentalnih radova	https://natjecanja-iz-fizike.net/	
21.	Nikolina Novosel	Državno natjecanje iz fizike, online	2021.	Član državnog povjerenstva za natjecanje iz fizike – srednje škole	Vođenje i ocjenjivanje natjecanja u znanju	https://natjecanja-iz-fizike.net/	
22.	Nikolina Novosel	51. međunarodna fizička olimpijada, Online	7. – 15.12. 2020.	Voditeljica hrvatskog olimpijskog tima	Vođenje i organizacija sudjelovanja	https://i20.mipt.ru/	Godišnjak 2016.
23.	A. Smontara, P. Popčević, B. Erjavec	Matematičko fizički list	2021.	Članovi uređivačkog odbora	Znanstveno popularni časopis za popularizaciju matematike, fizike i informatike	http://web.math.pmf.unizg.hr/mfl/ured.htm	
24.	Berti Erjavec	Priroda, časopis za popularizaciju znanosti	2021.	Član uredništva	Mjesečnik za popularizaciju znanosti Hrvatskog prirodoslovnog društva	https://hpd.hr/casopis-priroda/	Godišnjak



R.B.	AUTORI ILI IZVOĐAČI	MJESTO ODRŽAVANJA, NASLOV ČASOPISA, DOGAĐAJA ILI EMISIJE	VRJEME	NASLOV PREDAVANJA, RADIONICE, EMISIJE, ČLANKA ILI AKTIVNOSTI	VRSTA AKTIVNOSTI	LINK	NAPOMENA
25.	Berti Erjavec	Stranica popularizacije Instituta za fiziku	2021.	Web stranica koja prvenstveno prati popularizacijske aktivnosti Instituta	Berti Erjavec urednik sadržaja	http://popularizacija.ifs.hr/	
26.	Berti Erjavec	YouTube stranica Instituta za fiziku	2021.	Postavljeno 23 video priloga, 138.428 pregleda, 330 novih pretplatnika. Ukupno 143 video priloga, 535.208 pregleda i 1138 pretplatnika	Berti Erjavec urednik video priloga	https://www.youtube.com/user/INSTITUTzaFIZIKU/about	
27.	M. Kralj, B. Erjavec	Facebook stranica Instituta za fiziku	2021.	Sadržaji vezani za popularizaciju znanosti i aktivnosti Instituta, 19 objava s ukupno 5379 pregleda	Marko Kralj urednik znanstvenih vijesti, Berti Erjavec popularizacije	https://www.facebook.com/institut.zagreb/	
28.	Marko Kralj	LinkedIn stranica Instituta za fiziku	2021.	Sadržaji vezani za profesionalnu aktivnost Instituta	Marko Kralj urednik sadržaja	https://www.linkedin.com/company/institut-za-fiziku-zagreb	



13. STRUKTURA FINANCIJSKOG POSLOVANJA 2011.-2020.

Struktura financijskog poslovanja		2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
A	PRIHODI	20.891.643	19.085.174	17.913.693	18.537.140	18.733.252	22.410.320	42.825.361	21.845.608	27.348.022	78.914.435
1.	PRIHODI IZ DRŽAVNOG PRORAČUNA	19.831.304	18.435.037	17.187.874	16.424.509	15.623.904	19.216.565	18.000.258	15.542.222	16.474.360	16.510.201
1.1.	Naknade za zaposlene	281.807	245.339	128.876	202.355	268.497	377.889	379.112	358.289	334.460	372.858
1.1.1.	Plaće	15.561.157	14.281.302	13.057.232	11.680.231	11.231.382	11.497.156	12.461.998	14.710.810	15.648.033	14.171.419
1.1.2.	Druge naknade (putovanja, školovanje, usavršavanje, školarine)	102.385	36.600	32.500	196.759	196.759	0	79.777	82.545	20.497	0
1.2.	Troškovi poslovanja/materijalni troškovi	1.430.574	1.175.826	1.266.619	1.141.184	1.084.699	1.058.183	1.460.529	565.600	481.592	554.581
1.2.1.	HLADNI POGON							1.098.617	1.976.356	1.733.368	1.934.174
1.2.2.	VIF	0	520.193	496.728	404.772	404.161	329.379	361.912	0	0	0
1.3.	Priprema projekta ZCI – IRB	1.412.501	706.250	0	549.476	293.539	3.134.204	60.109	1.072.616	0	1.183.949
1.4.	Međunarodni znanstveni projekti (financirani od RH) Mob...Bilat.	0	89.022	177.505	161.015	174.760	76.626	157.475	106.753	108.680	22.382
1.5.	Međunarodna suradnja	212.765	202.879	198.715	161.111	0	450.060	242.320	843.360	392.644	15.292
1.6.	Organizacija znanstvenih skupova	17.400	25.696	25.237	0	0	21.729	0	0	0	0
1.7.	Nabava časopisa	0	0	22.800	19.600	15.064	7.510	11.285	0	0	0
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



Struktura financijskog poslovanja		2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
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	812.715	1.151.930	1.781.662	1.908.006	1.955.044	2.263.825	2.964.407	3.939.253	3.051.746	6.529.761
1.12.1.	Prijevoz na posao i s posla	351.715	258.583	271.188	241.859	217.299	231.272	267.254	293.891	334.460	337.514
1.12.2.	Hrvatska zaklada za znanost	345.000	341.847	893.300	1.292.500	1.418.043	1.862.802	2.611.153	3.056.077	2.684.380	6.160.497
1.12.3.	MZO-ostalo	25.000	0	0	0	83.750	83.750	97.246	409.044	32.906	31.750
1.12.4.	Kriogeno postrojenje-helij	116.000	100.000	86.000	86.000	86.000	86.000	86.000	180.241	0	0
1.12.5.	MZO-UKF	0	451.500	531.176	287.647	149.952	0	0	0	0	0
2.	PRIHODI IZ PRORAČUNA OSTALIH JAVNIH IZVORA	526.264	136.340	172.606	222.037	98.909	98.909	24.302.916	95.842		8.172.176
2.1.	Strukturni-CALT							19.690.998	0	0	5.596.425
2.2.	Šestar							84.780	0	0	71.316
2.3.	Strukturni-KaCIF							4.527.138		13.963.637	2.509.419
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	514.598	130.023	172.606	214.632	98.909	98.909	0	88.137	57.547	39.429
2.6.	Ukupno ostale vrste	11.666	6.317	0	7.405	0	0	0	7.705	0	18.225
2.6.1.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3.	PRIHODI OD VLASTITE (STRUČNE) DJELATNOSTI	210.812	263.707	239.242	238.379	1.097.138	213.827	313.952	199.999	183.783	330.880
3.1.	Prihodi od komercijalnih usluga i prodaje proizvoda	0	0	22.713	1.960	3.920	0	0	2.025	0	



Struktura financijskog poslovanja		2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
3.1.1.	od toga iz javnih izvora (ministarstva, agencije i druge javno financirane ustanove i tvrtke) BICRO...CARNET..	0	82.894	22.713	1.960	839.746	23.644	110.210	0	0	0
3.1.2.	od toga iz privatnog sektora/izbor u znan. zvanje	0	0	0	0	0	0	14.000	7.000	0	0
3.1.3.	drugo/Fakulteti PMF... Helij, struja, nastava	0	0	0	0	92.872	175.407	180.781	190.099	141.262	202.266
3.2.	Stručni projekti, studije i elaborati	0	0	162.942	228.010	151.832	7.520	0	0	40.000	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	204.650	174.651	162.942	228.010	151.832	144.781	0	0	0	126.970
3.2.3.	Ekspertize	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.3.	Patenti, licence	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.4.	Prihodi od najma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.5.	Publikacije	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.6.	Drugi prihodi (specificirati)						0				126.476
3.6.1.	Zagrebačka banka od prodaje stanova	6.162	6.162	53.587	8.409	8.768	7.256	8.920	2.875	2.521	2.138
3.6.2.	Pozitivne tečajne razlike	0	0	0	0	0	0	41	16	0	0
4.	PRIHODI IZ OSTALIH IZVORA ZA ZNANSTVENE PROJEKTE ukupno	273.993	209.081	237.560	87.060	368.051	469.793	161.960	116.593	2.760	46.446.353



Struktura financijskog poslovanja		2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
4.1.	EU -pomoći iz inozemstva i od subjekata unutar općeg proračuna	0	0	0	0	310.910	303.595	25.000	0	0	46.444.252
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...	273.993	209.081	237.560	87.060	57.141	166.197	136.960	8.062	0	
5.	OSTALI (NESPOMENUTI) PRIHODI (specificirati)	49.270	41.009	76.411	69.274	2.551	101.160	46.295	4.544	0	
5.1.	Kamata, dionica....	49.270	41.009	76.411	69.274	2.551	101.160	46.295	103.987	2.760	2.101
		2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
	RASHODI										
1.	RASHODI ZA ZAPOSLENE	15.835.441	14.636.285	13.325.420	12.499.144	12.142.985	12.861.936	13.866.058	14.710.810	15.648.033	16.999.586
1.1.	Plaće za zaposlene	15.561.157	14.281.302	12.869.778	12.245.635	11.442.953	12.026.340	13.024.565	11.761.833	12.117.670	14.309.135
1.2.	Naknade za zaposlene (dodatni honorari - bonusi, dodaci..)	52.949	47.702	46.320	53.154	122.678	13.557	16.194	14.400	14.400	14.400
1.3.	Vanjski suradnici - naknade za istraživački rad	51.464	132.684	330.107	0	0	0	0	0	0	0
1.4.	HRZZ, fuzija...plaće	0	0	0	0	313.838	434.443	446.187	589.111	959.861	1.522.975
1.5.	Ukupno ostalo (specificirati)	169.871	174.597	79.215	200.355	263.515	387.594	379.112	404.088	499.478	684.796
1.5.1.	Jubilarnе nagrade, regres, božićnica.....	108.750	57.744	19.290	128.892	137.636	265.734	278.366	349.189	433.479	379.319
1.5.2.	Darovi..	16.500	18.000	16.500	15.500	16.000	16.500	18.500	18.000	18.600	36.000



Struktura financijskog poslovanja		2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
1.5.3.	Otpremnine ...	26.883	66.674	21.561	24.940	38.559	48.167	38.603	12.042	32.641	26.542
1.5.4.	Naknade za bolest, invalidnost i slučaj smrti	17.738	32.169	21.846	31.023	71.320	57.193	43.643	24.857	14.758	17.977
2.	RASHODI ZA MATERIJAL I ENERGIJU	1.434.898	1.392.131	1.184.067	1.194.793	1.349.668	1.271.962	1.134.507	1.600.246	1.055.285	2.299.428
2.1.	Uredski materijal i ostali materijalni rashodi	604.069	604.951	537.372	495.038	581.404	442.746	453.416	565.600	481.592	980.741
2.2.	Laboratorijski materijal	0	0	0	6.070	0	0	0	0	0	0
2.3.	Energija	741.298	712.479	573.159	592.598	580.814	573.643	484.502	427.921	366.802	696.398
2.4.	Materijal i dijelovi za tekuće i investicijsko održavanje	69.210	55.825	41.541	80.008	153.423	210.181	159.612	575.384	181.232	541.614
2.5.	Sitni inventar	16.979	17.091	30.339	13.510	31.028	39.928	32.108	26.217	20.634	67.709
2.6.	Ukupno ostalo (specificirati) Službena, radna i zaštitna	3.342	1.785	1.656	7.569	2.999	5.462	4.869	5.124	5.025	12.967
3.	RASHODI ZA USLUGE	753.338	830.131	603.434	599.896	568.958	748.677	707.814	1.016.060	1.384.069	1.919.021
3.1.	Telefon, pošta, prijevoz	112.895	92.091	83.105	66.827	59.367	56.694	28.949	31.506	47.523	55.426
3.2.	Usluge tekućeg i investicijskog održavanja	100.276	140.284	55.664	95.823	82.250	116.851	86.096	541.752	297.194	416.241
3.3.	Promidžba i informiranje	29.309	30.713	35.287	28.667	55.482	59.785	38.205	96.946	112.844	125.145
3.4.	Komunalne usluge	255.978	291.764	202.972	201.624	181.243	193.125	179.697	130.730	163.809	158.011
3.5.	Zakup, najam	6.856	6.007	6.744	7.204	13.714	5.975	12.178	6.772	1.162	3.079
3.6.	Intelektualne i osobne usluge (ugovori o djelu, honorari)	128.087	111.670	63.153	25.246	92.006	176.980	52.331	87.662	677.481	1.042.645
3.7.	Računalne usluge	37.251	33.793	35.922	37.805	37.574	41.364	60.021	35.677	41.689	37.534
3.8.	Ukupno ostalo (specificirati)	82.686	213.809	120.587	136.699	47.323	97.900	151.355	33.845	2.239	55.708
3.8.1.	Grafičke i tiskarske usluge, kop., uvez ...	9.478	12.843	22.403	4.569	5.821	21.084	39.753	9.683	1.297	3.027



Struktura financijskog poslovanja		2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
3.8.2.	Film i izrada fotografija ..	875	875	0	0	0	0	0	0	0	
3.8.3.	Uređenje prostora	11.348	13.427	38.970	55.810	4.447	8.414	172.349	0	0	3.586
3.8.4.	Usluge pri registraciji službenog vozila ...	3.843	5.006	943	926	1.044	925	926	2.966	3.882	1.077
3.8.5.	Naknade za rad upravnog vijeća	35.898	68.852	49.540	38.861	27.191	33.993	33.994	33.994	30.608	31.894
3.8.6.	Ostale nespomenute usluge; zdravstveni pregledi ...	21.244	22.806	1.500	35.207	8.820	33.481	37.307	4.527	4.341	17.542
4.	RASHODI ZA NEFINANCIJSKU IMOVINU	1.043.007	769.110	1.507.961	1.510.612	1.064.876	1.588.799	850.067	5.013.645	3.961.209	70.521.430
4.1.	Poslovni objekti	0	0	0	14.635	0	0	0	0	0	
4.2.	Računalna oprema	114.265	167.644	189.934	173.081	156.613	148.793	206.647	175.863	8.644	627.978
4.3.	Laboratorijska oprema	0	0	4.127	73.856	4.428	0	18.956	4.013.190	921.603	3.800.537
4.4.	Uredska oprema	14.449	5.635	8.120	65.308	3.867	6.909	10.875	5.952	2.457	5.753
4.5.	Komunikacijska oprema	9.917	1.268	34.421	21.013	21.820	6.197	3.874	0	0	7.391
4.6.	Instrumenti, uređaji i strojevi	783.563	462.518	1.087.064	856.380	706.700	876.906	445.469	760.937	193.906	27.284.540
4.7.	Literatura /knjige u knjižnici..	4.212	3.839	583	920	1.495	0	0	0	0	0
4.8.	Ulaganja u postrojenja, strojeve i ostalu opremu	11.428	11.428	28.715	8.717	19.839	129.560	8.512	27.712	2.808.944	9.126.478
4.9.	Dodatna ulaganja na građevinskim objektima	13.419	95.626	138.603	252.338	107.598	413.469	127.550	0	24.533.083	29.636.932
4.10.	Oprema za održavanje i zaštitu/računalni programi...	76.886	19.095	15.521	19.001	42.517	3.750	28.184	14.207	17.146	0
4.11.	Ukupno ostalo(specificirati) Licence....	14.868	2.057	873	25.363	0	3.212	0	0	0	2.012
5.	NAKNADE TROŠKOVA ZAPOSLENIMA	1.381.420	959.870	1.195.890	1.008.449	840.611	985.792	1.055.442	1.004.377	485.767	740.058



Struktura financijskog poslovanja		2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
5.1.	Službena putovanja + sl. putovanja osoba izvan radnog odnosa	913.387	503.741	798.228	674.096	516.430	674.923	669.819	563.543	130.810	344.839
5.2.	Stručna usavršavanja	114.909	98.911	126.474	75.069	89.984	58.911	88.195	82.545	20.497	57.685
5.3.	Ukupno ostalo (specificirati) uključujući i troškove prijevoza	353.124	357.218	271.188	259.284	234.197	251.957	297.428	358.289	334.460	337.534
5.3.1.	Troškovi prijevoza na posao i s posla	353.124	357.218	271.188	259.284	234.197	251.957	297.428	358.289	334.460	337.534
6.	OSTALI NESPOMENUTI RASHODI POSLOVANJA	115.143	80.049	96.921	131.568	87.833	116.534	102.848	87.498	70.915	183.721
6.1.	Premije osiguranja	5.749	6.298	5.114	4.478	5.245	3.879	2.816	4.527	4.341	0
6.2.	Reprezentacija	67.498	44.205	57.828	50.187	26.587	29.816	22.907	23.196	562	7.178
6.3.	Članarine	28.430	14.604	14.934	43.029	13.826	25.809	25.572	33.831	43.982	29.240
6.4.	Bankarske i usluge platnog prometa	11.863	10.452	9.369	6.292	7.288	8.768	10.927	25.944	22.030	24.421
6.5.	Kamate	0	695	194	0	384	0	4.293	0	0	54.182
6.6.	Ostali financijski izdaci	1.603	3.795	9.482	27.583	34.503	48.259	36.333	0	0	19.841
6.6.1.	Ostali nespomenuti/ održavanje znan. skupova, vijenci, cvijeće...				27.583	34.503	10.712	4.163	0	0	9.433
6.6.2.	Pristojbe i naknade							32.170			48.859
B	UKUPNO RASHODI POSLOVANJA	20.563.247	18.667.576	17.913.693	16.944.462	16.054.931	17.573.702	17.716.736	18.622.734	18.832.052	22.629.312
C	Preneseno stanje iz prethodne godine	1.687.329	1.553.609	1.831.468	1.495.881	1.542.699	2.310.065	4.980.858	29.682.712	29.682.471	7.962.108



Struktura finansijskog poslovanja	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.
UKUPNO STANJE 31.12. (A-B+C)	2.015.725	1.971.207	1.495.881	1.592.678	2.310.065	4.980.858	20.127.767	30.122.489	28.947.287	-6.274.199

ISSN 1849-7357