



Institut za fiziku Zagreb

Godišnji izvještaj 2020.

Institut za fiziku
Zagreb, 2021.

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 2020.

Izdavač:

Institut za fiziku
Bijenička cesta 46
10000 Zagreb
Hrvatska

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

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

Znanstveni sažeci: Yuki Utsumi
Boucher, Silvije Vdović

Zagreb, 2021.



PREDGOVOR GODIŠNJEM IZVJEŠTAJU ZA 2020. GODINU

Koliko god je u životnom ciklusu Instituta za fiziku sve upućivalo da je kraj drugog desetljeća 21. stoljeća važno razdoblje za daljnji značajan razvoj Instituta u području razvoja ljudskih resursa i velikih infrastrukturnih iskoraka, malo je tko mogao očekivati da će 2020. godina predstavljati poseban i do sada neviđeni izazov za Institut i sve njegove djelatnike.

Samim početkom 2020. godine sklopljen je ugovor za građevinske radove rekonstrukcije I. krila Instituta za fiziku. Iako su radovi ugovoreni po većoj cijeni od procijenjene vrijednosti planirane projektom Centar za napredne laserske tehnike (CALT), uslijed globalnog kontinuiranog porasta cijene i kvalitetnog javnog natječaja s većim brojem pristiglih ponuda, donesena je strateška odluka da se sklopi ugovor i započne s rekonstrukcijom. To na žalost ima za posljedicu da ne će biti nabavljena znanstvena oprema u punom opsegu koji je omogućavao projekt CALT, već po smanjenom scenariju iz analize studije izvodljivosti projekta. Za potpunu realizaciju sve planirane opreme trebati će zato tražiti prilike u nekim budućim prikladnim pozivima za financiranje. Međutim, ugovaranje građevinskih radova se u tom trenutku pokazalo kao ključno za provedbu ovog projekta. Istovremeno, u tijeku su ključni postupci javne nabave kapitalne opreme u sklopu projekta Kriogeni centar Instituta za fiziku (KaCIF).

U ožujku 2020. početno tinjajuća epidemija koronavirusa već se rasplamsala po Europi i čitavom svijetu, a Zagreb je hladnog 22. ožujka 2020. godine pogodio i razoran potres jačine 5,5 stupnjeva po Richteru. Osim ozlijeđenih i na žalost jedne preminule osobe, potres je ostavio "ožiljke" u vidu velikih materijalnih šteta na građevinama u Zagrebu, od kojih ni Institut za fiziku nije ostao pošteđen. Određeni dijelovi Instituta, poput stubišta, pročelja i spojni hodnik II. i III. krila, značajno su oštećeni. Na sreću, štete na vrijednoj znanstvenoj opremi Instituta su mahom izostale.

Sukladno navedenom, rad je u većem dijelu 2020. godine bio nestandardan. Nakon potresa bilo je potrebno utvrditi ozbiljnost šteta i sigurnost oštećenih dijelova Instituta, kao i raditi na raščišćavanju neposrednih šteta (žbuka otpala sa zidova, razbijena stakla, razbacani laboratorijski elementi). "Kozmetičko" dovođenje u red zahvaljujući angažmanu zajedničkih službi i pojedinaca, tek je bio prvi korak koji smo poduzeli, a za potpuno vraćanje II. i III. krila Instituta u prvobitno stanje trebat će pričekati priliku za potrebna veća sredstva. Paralelno, zbog epidemije bilo je potrebno organizirati rad od kuće i okvir za poslovnu komunikaciju za većinu djelatnika za koje je to bilo moguće te kontinuirano voditi računa o uputama i vezanim epidemiološkim mjerama. Dobra organizacija u tom smislu, rezultirala je činjenicom da unutar kolektiva Instituta nije bilo prijenosa infekcije koronavirusa u 2020. godini, što je tim više značajno pošto još nisu bila proizvedena ni odobrena cjepiva koja štite od koronainfekcije.

Usprkos svim poteškoćama, implementacija ključnih infrastrukturnih projekata je nastavljena, a isto tako ugovoreni su novi znanstveno-istraživački projekti te ja nastavljen i započeo rad na relevantnim znanstvenim tematikama. 2020. godina je značajna i po donošenju novog Statuta Instituta za fiziku, koji je stupio na snagu 9. prosinca 2020. godine, nakon postupka koji je trajao više od godinu dana. Novi Statut podloga je za postupak organizacijske reforme Instituta, što je uvjetovano i implementacijom strateških infrastrukturnih projekata. Značajna u tom smislu je organizacija unutar znanstveno-istraživačkog odjela u vidu budućih odsjeka i istraživačkih grupa.

U 2020. godini, na području obnove i jačanja ljudskih resursa, na Institutu se nastavlja pomlađivanje Znanstveno-istraživačkog odjela, zapošljavanjem dvoje novih znanstvenih suradnika, jedne stručne suradnice te troje novih poslijedoktoranda i četvero doktoranada. Uz nova zapošljavanja, s krajem 2020. godine, dvoje znanstvenika otišlo je u zasluženu mirovinu.

Ravnatelj
Marko Kralj





1. STRUKTURA INSTITUTA ZA FIZIKU

1.1 UPRAVA INSTITUTA

PREDSJEDNIK UPRAVNOG VIJEĆA

dr. sc. Mile Ivanda, Institut Ruđer Bošković, do 30.11.2020.

Izv. prof. dr. sc. Matko Glunčić, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, od 21.12.2020.

ČLANOVI UPRAVNOG VIJEĆA

prof. dr. sc. Ivica Picek, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, do 30.11.2020.

prof. dr. sc. Vernesa Smolčić, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, do 30.11.2020.

prof. dr. sc. Miroslav Požek, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, od 21.12.2020.

Ira Bušelić, Ministarstvo znanosti i obrazovanja, od 21.12.2020.

doc. dr. sc. Damir Aumiler, Institut za fiziku, predstavnik Znanstvenog vijeća, do 15.01.2020.

dr. sc. Mirta Herak, Institut za fiziku, predstavnik Znanstvenog vijeća, od 16.01.2020.

dr. sc. Osor Slaven Barišić, Institut za fiziku, predstavnik zaposlenika

RAVNATELJ

dr. sc. Marko Kralj

POMOĆNICI RAVNATELJA

doc. dr. sc. Damir Aumiler

dr. sc. Nataša Vujičić

ZNANSTVENO VIJEĆE

dr. sc. Ticijana Ban, do 24.9.2020.
Predsjednica

Dr.sc. Damir Starešinić, od 25.09.2020.
Predsjednik

dr. sc. Vito Despoja
zamjenik predsjednice/ka





1.2 DJELATNICI INSTITUTA

ZNANSTVENO-ISTRAŽIVAČKI ODJEL

ZNANSTVENI SAVJETNICI

Marko Kralj,
Hrvoje Skenderović,

ZNANSTVENI SAVJETNICI U TRAJNOM ZVANJU

Ticijana Ban,
Robert Beuc,
Slobodan Milošević,
Petar Pervan,
Antonio Šiber

VIŠI ZNANSTVENI SURADNICI

Damir Aumiler,
Osor S. Barišić,
Vito Despoja,
Berislav Horvatić,
Nikša Krstulović,
Damir Starešinić,
Eduard Tutiš,
Silvije Vdović, od 15.09.2020.



Tomislav Vuletić,

Goran Zgrablić,

ZNANSTVENI SURADNICI

Ivan Balog,

Ida Delač Marion, od 17.01.2020

Damir Dominko,

Mirta Herak,

Tomislav Ivek,

Vesna Mikšić Trontl,

Nikolina Novosel,

Marin Petrović,

Petar Popčević,

Mario Rakić, od 09.03.2020.

Neven Šantić,

Iva Šrut Rakić,

Yuki Utsumi Boucher,

Silvije Vdović, do 14.09.2020.



Nataša Vujičić,

ZASLUŽNI ZNANSTVENICI

Branko Gumhalter,

Milorad Milun,

Goran Pichler,

Silvia Tomić,

Veljko Zlatić,

VIŠI ASISTENTI - POSLIJEDOKTORANDI

Manisha Chikkara, do 18.11.2020.

David Ahmad Rivas Gongora, do 31.05.2020.

Sudhakar Pandey, od 25.02.2020.

Dean Popović,

Mario Rakić, do 08.03.2020.

Sheikh Muhammad Obaidulla, od 01.10.2020.

Dejan Maletić, od 01.12.2020.

ASISTENTI - DOKTORANDI



Denis Abramović,

Damjan Blažeka,

Danijel Buhin,

Antun Lovro Brkić,

Julio Car,

Martina Dragičević,

Mateo Forjan,

Nina Giroto, od 18.09.2020.

Blaž Ivšić, od 09.03.2020.

Valentino Jadriško,

Josip Jakovac,

Sherif Kamal, od 18.03.2020.

Virna Kisiček,

Domagoj Kovačić,

Juraj Krsnik,

Mateo Kruljac,

Ivana Puljić, od 24.09.2020.



Borna Pelić,

Borna Radatović,

Željko Rapljenović,

Ana Senkić,

Naveen Singh Dhani,

Luka Sinković,

Antonio Supina,

Vjekoslav Vulić,

SURADNICI U ZNANOSTI I VISOKOM OBRAZOVANJU

Jadranko Gladić, stručni savjetnik

Davor Čapeta, viši stručni suradnik

Elinor Trogrlić, stručni savjetnik, od 01.04.2020.

SURADNICI NA PROJEKTIMA

Đuro Drobac, suradnik na KaCIF projektu,

Mladen Prester, savjetnik na projektima,



ODJEL ZA PRAVNE, KADROVSKE I OPĆE POSLOVE

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

Odsjek za opće poslove

Marija Sobol, voditelj općih poslova,

Jozo Zovko, tehnički suradnik - domar,

Draženka Zajec, pomoćnik domara,

Gordana Matić, portir-recepcionist,

Renata Macešan, domaćica,

Snježana Mostečak, spremačica

Danijela Sitarić, spremačica,

Odsjek za tehničku podršku

Mario Juričić, voditelj odjeljka, do 31.05.2020.

Ndoc Deda, tehnički suradnik, do 30.09.2020.

Damir Altus, tehnički suradnik,

Ivan Čičko, viši tehničar,

Franjo Zdravec, tehnički suradnik,



Branko Kiš, viši tehničar,

Alan Vojnović, viši tehničar,

Josip Pogačić, viši tehničar za kriogeniku,

Žarko Vidović, tehnički suradnik za kriogeniku,



ODJEL ZA PROJEKTNE AKTIVNOSTI I FINACIJE

Danijela Osredečki, rukovoditelj odjela za projektne aktivnosti i financije, od 01.02.2020.

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,

Žana Počuča, projektni administrator,

Odsjek za financije

Nikolina Žilić Martinović, rukovoditelj Odsjeka za financije

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

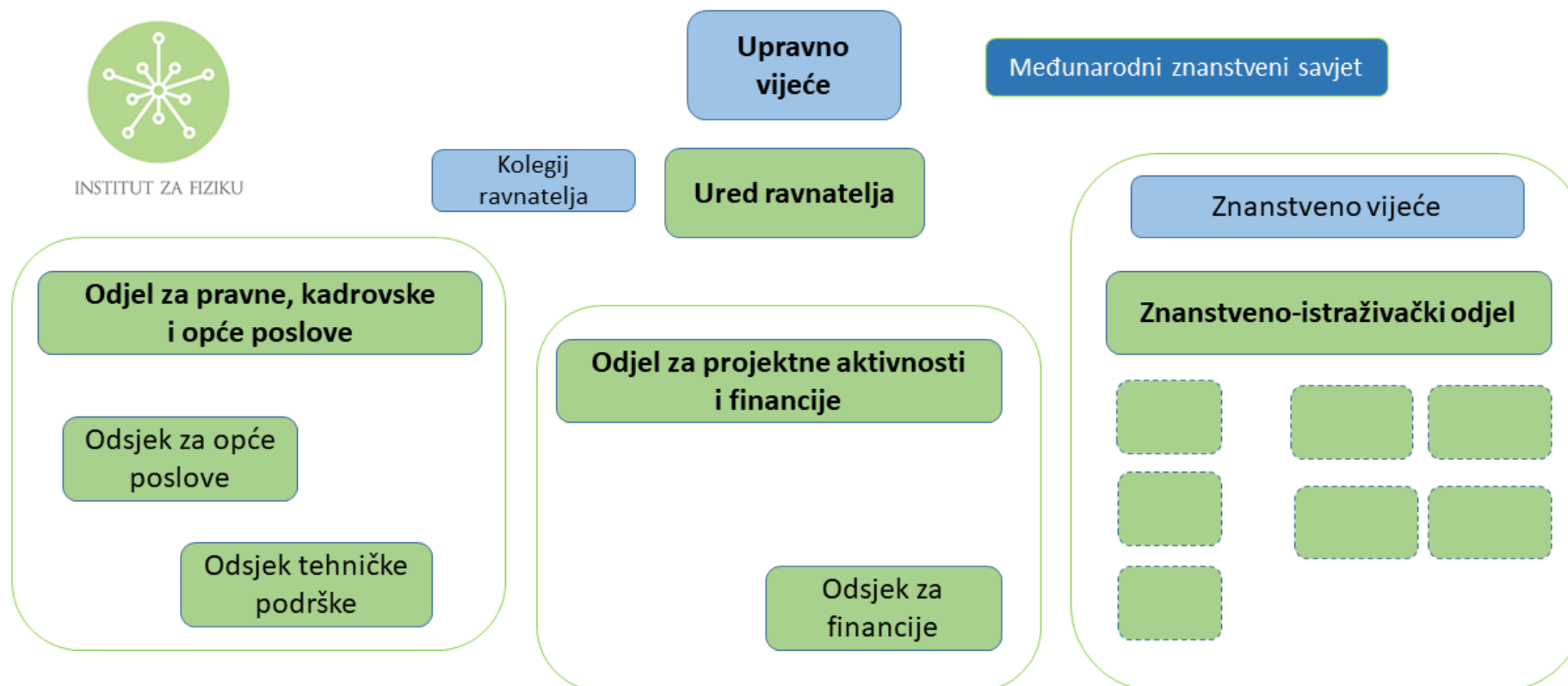
Josipa Šestak, ekonom - skladištar

Mirjana Ličina, operater na unosu podataka

Petra Špoljar, stručno osposobljavanje bez zasnivanja r.o., do 24.11.2020.



1.3 ORGANIZACIJSKA SHEMA





2. KRATKI PREGLED AKTIVNOSTI

Osim snažnog potresa u Zagrebu, 2020. godina značajno je obilježena pandemijskom situacijom i mnogim restrikcijama i posebnim mjerama vezano uz pitanja zaštite na radu. Usprkos takvoj izvanrednoj situaciji, tijekom godine nastavljena je aktivnost nabavka opreme i završetka građevinskih radova na infrastrukturnim projektima CALT i KaCIF. Nastavljen je rad i na ostalim tekućim projektima, a u istoj godini započeto je i deset novih projekata, od kojih su tri financirana od strane Hrvatske zaklade za znanost (HrZZ), pet je bilateralnih te jedan popularizacijski i jedan financiran sredstvima strukturnih fondova Europske unije.

2020. godinu obilježila je vrlo dinamična projektna aktivnost koja se ukratko može prikazati kroz slijedeće točke:

- u tijeku je provedba strateškog projekta „Centar za napredne laserske tehnike – CALT“, u sklopu „Operativnog programa Konkurentnost i kohezija 2014. – 2020.“
- u tijeku je provedba strateškog projekta „Kriogeni centar Instituta za fiziku – KaCIF“, u sklopu „Operativnog programa Konkurentnost i kohezija 2014. – 2020.“
- u tijeku je provedba projekta Znanstveni centar izvrsnosti – CEMS, u sklopu „Operativnog programa Konkurentnost i kohezija 2014. – 2020.“
- započela je provedba uspostavnih znanstveno istraživačkih projekata financiranih od strane HrZZ-a “Fazni prijelazi u sustavima s jakim elektronskim korelacijama inducirani tlakom i temperaturom (PaT PiSCES)” te “Istraživanje fononski posredovanih procesa u kvazi-dvodimenzionalnim materijalima (SyPhonAss_Q2D)”, znanstveno istraživačkog projekta “Laserska sinteza nanočestica i primjene (LaSyNanoApp)” financiranog od strane HrZZ-a te partnerstvo u provedbi projekta “Prilagodba povrtnih kultura novim agrometeorološkim uvjetima u Slavoniji (AVACS)” sa Sveučilištem u Slavonskom Brodu, financiranog iz Europskog fonda za regionalni razvoj, Operativnog programa Konkurentnost i kohezija.

Centar za napredne laserske tehnike – CALT

Projekt Centar za napredne laserske tehnike (CALT) je utemeljen na postojećim znanjima i ekspertizama istraživača, kao i dijelom na već postojećoj znanstvenoj infrastrukturi u području međudjelovanja svjetlosti i materije. Institut za fiziku je odabran kao korisnik bespovratnih sredstava budući da je vodeća znanstvena institucija u Hrvatskoj u području istraživanja temeljenih na upotrebi lasera. Kroz ugovor za projekt CALT, Institutu je dodijeljen iznos bespovratnih sredstava u iznosu 121.297.812,38 kuna.



Glavni cilj projekta je unaprijediti postojeću i razviti novu znanstveno-istraživačku infrastrukturu temeljenu na naprednim laserskim tehnikama. U tu svrhu u potpunosti će se rekonstruirati I. krilo zgrade Instituta, na način da se prilagodi suvremenim zahtjevima znanstveno-istraživačkog rada te će se zatim opremiti najmodernijom znanstvenom opremom temeljenom na naprednim laserskim i optičkim sustavima. Time će se stvoriti okruženje za uspješno i funkcionalno odvijanje aktivnosti CALT-a koji će se osnovati na Institutu. Planirane aktivnosti Centra uključuju:

- znanstveno-istraživački rad (istraživanje, razvoj i inovacije),
- obrazovanje i edukaciju (studenski seminarski radovi, diplomski radovi, disertacije),
- pružanje usluga korisnicima (korištenje opreme, stručno usavršavanje).

Područje istraživanja međudjelovanja svjetlosti i materije prepoznato je kao strateški cilj i žarište interesa istraživača Instituta, no u isto vrijeme predstavlja i sferu interesa velikog broja istraživača u Hrvatskoj, ne samo u okviru prirodnih znanosti, već i biomedicine i općenito razvoja tehnologije te primijenjene znanosti. Realizacija projekta u ovoj godini bila je usmjerena na izvođenje građevinskih radova na rekonstrukciji i dogradnji zgrade I. krila Instituta, kao i pokretanju nabava vezano uz znanstvenu opremu.

Kriogeni centar Instituta za fiziku – KaCIF

Među najznačajnijim znanstvenim djelatnostima instituta ističu se istraživanja u području fizike kondenzirane materije i znanosti o materijalima koja su usko vezana uz tehnologiju postizanja vrlo niskih temperatura. Institut posjeduje polustoljetnu ekspertizu u recikliranju i ukapljivanju helija, osnovnog kriogenog medija koji se koristi u fundamentalnim i primijenjenim istraživanjima u području niskotemperaturne fizike u svim znanstvenim i znanstveno-nastavnim institucijama u Zagrebu.

Projektom Kriogeni centar Instituta za fiziku (KaCIF), dodijeljen ugovorom za bespovratna sredstva u iznosu 39.558.639,75 kuna, modernizirat će se i nadograditi infrastruktura za provođenje vrhunskih istraživanja u području fizike kondenzirane materije na način da će se nabaviti novi moderni ukapljivač helija, unaprijediti postojeća infrastruktura za recikliranje i ukapljivanje helija, nabaviti nova znanstveno-istraživačka oprema te oformiti i opremiti Prototipska radionica koja će koristiti cryogen-free tehnologiju u izradi mjernih uređaja za karakterizaciju materijala.

Realizacija projekta KaCIF osigurat će platformu za izvrsnost u znanstvenim istraživanjima kao i tehnološki razvoj u suradnji s gospodarstvom. Sinergija s infrastrukturnim projektima suradničkih institucija rezultirat će novim znanstvenim suradnjama, transferom i kapitalizacijom znanja, što će ujedno osigurati konkurentnost i pozicionirati RH na svjetskoj znanstvenoj sceni. Glavni cilj projekta KaCIF je



unaprijeđenje postojećih i razvoj novih niskotemperaturnih tehnika te modernizacija i nadogradnja znanstveno-istraživačke opreme koja se koristi u temeljnim i primijenjenim istraživanjima u području fizike kondenzirane materije.

Realizacija projekta u ovoj godini bila je usmjerena na završna istraživanja tržišta i pripremu tehničkih specifikacija, kao i samih nabava za najznačajnije komade opreme predviđene projektom, uključujući planirano novo kriogeno postrojenje za recikliranje i ukapljivanje helija. Tijekom godine, sklopljeno je više ugovora za nabavu kapitalnih uređaja.

Znanstveni centar izvrsnosti – CEMS

Centar izvrsnosti za napredne materijale i senzore (CEMS), projekt financiran iz Europskih strukturnog i investicijskog fonda te Europskog fonda za regionalni razvoj, sastoji se od četiri istraživačke jedinice, od kojih se „Znanost o grafenu i srodnim 2D strukturama (G2D)” provodi na Institutu za fiziku i vezan je za udio od 10.353.000 kuna u ukupnom gotovo 40 milijuna ugovorenom financiranju. Cilj projekta je unaprijediti postojeće i ustanoviti posve nove laboratorijske prostore i tehnike, posebno tehnike vezane za pripremu i sintezu raznih vrsta uzoraka materijala, čijim ostvarenjem će se podići razina kompetencija u znanosti o materijalima kao jednom od najvažnijih područja djelovanja Instituta. Projekt, osim nabavke opreme i materijalnih troškova istraživanja, omogućuje sredstva za putovanja znanstvenika na konferencije i institucije radi uspostave suradnje, kraća gostovanja stranih znanstvenika, organizaciju konferencija, transfer znanja, objavu radova u otvorenom pristupu te zapošljavanje doktoranada i poslijedokoranada.

Godina je bila posvećena istraživanjima na projektu i pripreme novih projektnih prijava koje će osnažiti i još više povezati rad znanstvenika uključenih u CEMS, poput pripreme novih istraživačkih i uspostavnih HrZZ projekata, bilateralnih projekata, ali i Horizon projekata.

Ostalo

Pandemija bolesti COVID-19, naročito epidemiološke mjere koje su ograničile okupljanja i mobilnost, značajno su utjecali na aktivnosti diseminacije i popularizacije znanosti.

Otkazana je konferencija - *52. Conference of the European Group on Atomic Systems (EGAS)* kojoj je Institut za fiziku bio suorganizator te su u organizaciji i pripremi sudjelovali brojni djelatnici Instituta, T. Ban, N. Vujičić, D. Aumiler, S. Vdović, N. Krstulović, N. Šantić, S. Milošević, G. Pichler, i D. Buhin. Također se pripremala međunarodna škola biofizike - *15th International School of Biophysics*, u čijoj organizaciji su sudjelovali T. Vuletić i I. Delač Marion, ali je i taj tradicionalni događaj morao biti otkazan. Unatoč svemu, Institut je bio suorganizator slijedećih online ili hibridnih događaja:



- U organizaciji uredništva *Matematičko-fizičkog lista* i potporu Instituta za fiziku organiziran je 18.- 19. 9. 2020. u hibridnom obliku stručni skup i okrugli stol „*Relevantna područja moderne fizike kroz 70 godina izlaženja Matematičko-fizičkog lista*“. Predsjednik organizacijskog odbora bio je P. Popčević, a u organizaciji su sudjelovali još i B. Erjavec te A. Smontara, djelatnica Instituta u mirovini.
- Sudjelovali smo i u međunarodnom online događaju *European Quantum Week* od 2.-6.11.2020. u organizacijskom i izvedbenom smislu. Organizaciju događaja vodila je T. Ban, a u pozvana predavanja uključeni su N. Šantić i M. Petrović.

Od popularizacijskih aktivnosti izdvojili bismo 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, a obuhvaća znanstvene aktivnosti namijenjene darovitim i motiviranim učenicima. Program se provodi u suradnji s nastavnicima fizike i biologije XV. gimnazije te odabranim darovitim i motiviranim učenicima, a voditelj projekta je Berti Erjavec, dipl. ing. Ove godine projekt je obuhvaćao sljedeće aktivnosti:

- *Laseri u primjeni*; voditelji: dr.sc. S. Vdović, M. Movre, m.sc.
- *Nanočestice u primjeni*; voditelji: dr.sc. N. Krstulović, M. Marceljak Ilić, prof., I. Dukić, prof.
- *Istraživanje svojstava materijala na niskim temperaturama*; voditelji: dr.sc. D. Dominko, M. Movre, m.sc.

U navedenim aktivnostima sudjelovalo je ukupno dvadesetak darovitih i motiviranih učenika. Nažalost, epidemiološka situacija značajno je utjecala na uobičajeni način rada i diseminacijske aktivnosti. U skladu s epidemiološkom situacijom, organizirali smo rad preko komunikacijske platforme *Microsoft Teams*, pri čemu smo organizirali suradnju učenika, mentora i znanstvenih voditelja. Organizirali smo sastanke s učenicima, davali im zadatke i radne materijale te pratili njihov rad. Također, voditelji i mentori komunicirali su na isti način. Budući da su gotovo sva popularizacijska događanja otkazana, težište popularizacijske aktivnosti prebacili smo na različite oblike elektroničke komunikacije. Rezultati aktivnosti postavljeni su na internetske stranice Instituta, Facebook stranicu i YouTube kanal Instituta za fiziku. Na tom kanalu nalaze se video prezentacije za sve tri provedene aktivnosti.

Unatoč epidemiološkoj situaciji, *Znanstveni piknik* održan je online od 25.-27.9.2020. te smo na njemu sudjelovali zahvaljujući izrađenim video prezentacijama. Također, sudjelovali smo uživo na *Touch Me festivalu 2020* koji se održavao od 17.9.-3.10.2020. u *Tehničkom muzeju Nikola Tesla* u Zagrebu.

Također, valja spomenuti novinske članke vezane uz znanstveni rad i naše projekte, sudjelovanje u televizijskim emisijama znanstvenog programa, mrežna predavanja za javnost te nekoliko stručnih članaka vezanih uz znanstvena istraživanja na Institutu.



3. ZNANSTVENI SAŽECI

Znanstvena djelatnost Instituta za fiziku obuhvaća područja atomske i molekulske fizike, fizike čvrstog stanja, fizike površina, optičke fizike, biološke fizike, statističke fizike, te 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 istaknuti radovi istraživača Instituta za fiziku u 2020. godini. Kratke osvrtne na radove pripremili su dr. sc. Slivije Vdović i dr. sc. Yuki Utsumi Boucher, urednici Znanstvenih vijesti Instituta za fiziku.

Biološka fizika

Mehanički dizajn apertura i umotavanje peludnog zrna

Antonio Šiber, u suradnji s kolegom Anžom Božičem s Instituta Jožef Štefan objavio je članak u prestižnom časopisu Proceedings of the National Academy of Sciences. Autori su istraživali kako umotavanje peludnog zrna ovisi o njegovom mehaničkom dizajnu. Božič i Šiber su u elastičnom modelu zrna pokazali da je za uredan proces umotavanja zrna nužna fina usklađenost elastičnosti i geometrije peludnog zrna, a njihovi rezultati bacaju novo svjetlo na funkcionalnost i evoluciju peludi.

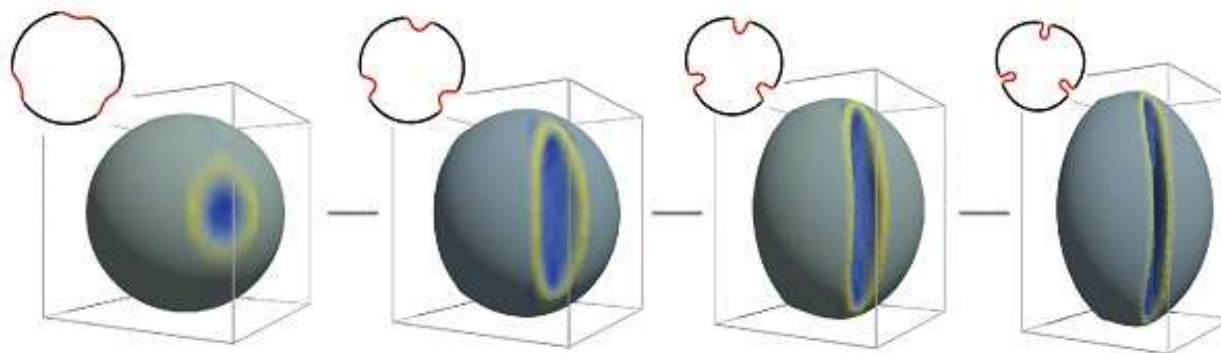
Mechanical design of apertures and the infolding of pollen grain

Anže Božič and Antonio Šiber, Proceedings of the National Academy of Sciences **117**, 26600-26607 (2020).

[DOI: 10.1073/pnas.2011084117](https://doi.org/10.1073/pnas.2011084117)

Uredno zatvaranje apertura događa se samo u omeđenom prostoru elastičnih parametara, što sugerira da su ovi parametri evolucijski ugođeni tako da to zatvaranje i omogućuje. Istraživanjem zrna s različitim brojem apertura otkriveno je da se prostor elastičnih parametara

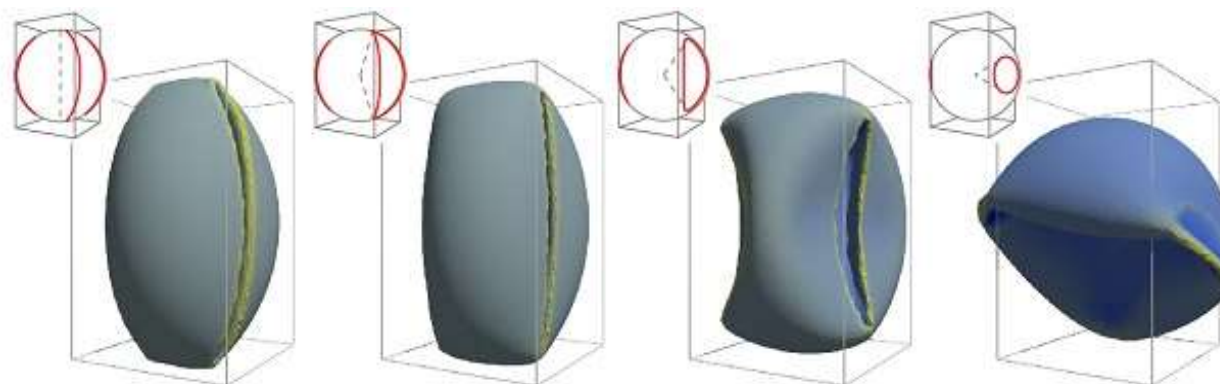
koji vode na uredno zatvaranje sužava kako se broj apertura povećava. To znači da su biljne vrste čija pelud ima više apertura osjetljivije na promjene u debljini stijenke i u njejoj elastičnosti te da promjene koje su znatno manje nego kod peludi s manjim brojem apertura mogu dovesti do potpune nefunkcionalnosti apertura i isušivanja koje uništava pelud. Oblik i površina apertura također utječu na umotavanje, a pokazano je da duge aperture koje se protežu od jednog do drugog pola zrna, poput češnja ili režnja, vode do urednijeg zatvaranja nego što je to slučaj kod kraćih, a pogotovo kružnih apertura.



Slika prikazuje teorijski proračun procesa regularnog zatvaranja peludnog zrna. Sa zatvaranjem apertura peludno se zrno izdužuje.

Ova studija pokazuje da iako zrna s većim brojem apertura imaju veću vjerojatnost klijanja, njihova mehanika zahtijeva preciznije ugođenu geometriju i elastičnost zrna da bi se ono uspješno zatvaralo prilikom isušivanja (zrna s manjim brojem apertura robusnije se i pouzdanije zatvaraju). Stoga bi velika učestalost biljnih vrsta čija pelud ima tri aperture (a ne još i više) mogla biti rezultat kompromisa između ova dva suprotstavljena trenda. Premda je raznolikost peludnih zrna ogromna, studija Božiča i Šibera predstavlja pokušaj da se odrede neke značajke njihovog mehaničkog ustroja koje bi mogle biti zajedničke velikom broju vrsta.

Rezultati bi mogli imati i primjenu u dizajnu nehomogenih elastičnih ljusaka, pogotovo mikroskopske veličine, koje željenom deformacijom odgovaraju na promjene iz okoline. Takve bi se ljuske mogle koristiti i za enkapsulaciju i dostavu lijekova na mikroskopskoj skali. Za razliku od homogenih ljusaka koje odolijevaju povećanju tlaka sve do točke katastrofalnog urušavanja, nehomogene ljuske s dizajniranim aperturama deformirale bi se kontinuirano i programirano, ovisno o veličini (osmotskog) tlaka. Mekana područja u takvim ljuskama efektivno bi navodila i lokalizirala deformaciju koja se u slučaju homogenih sfernih ljusaka može pojaviti u bilo kojoj točki površine.



Slika prikazuje teorijski proračunate oblike isušenih zrna istih volumena za različite oblike apertura, njih ukupno tri. Dužina aperture se smanjuje s lijeva na desno tako da je apertura desnog zrna kružna.

Fizika čvrstog stanja

Molekularni kvantni materijali: elektronske faze i dinamika naboja u dvodimenzionalnim organicima

Naša kolegica Silvia Tomić, zajedno s Martinom Dresselom sa Sveučilišta u Stuttgartu, objavila je pregledni rad pod nazivom "Molecular quantum materials: electronic phases and charge dynamics in two-dimensional organic solids" u prestižnom časopisu *Advances in Physics*. Autori daju perspektivu nedavnog napretka u razumijevanju novih kvantnih fenomena u fizici dvodimenzionalne organske čvrste tvari. Ovi materijali predstavljaju iznimno zanimljivu klasu jako koreliranih elektronskih sustava. Oni su prepoznati kao svestrani kvantni materijali u kojima su prisutni brojni kvantni fenomeni koji su u centru pažnje današnje fizike kondenzirane materije. Pregled pokriva različite aspekte elektronske feroelektričnosti, bezmasenih Diracovih fermiona, kvantnog kritičnog ponašanja, korelacijama induciranih metal-izolator faznih prijelaza, kvantne tekućine spina i električnih dipola. Reprezentativni eksperimentalni rezultati su upotpunjeni s aktualnim teorijskim pristupima.

Molecular quantum materials: electronic phases and charge dynamics in two-dimensional organic solids

Martin Dressel and Silvia Tomic, *Advances in Physics* **69**, 1-120 (2020).

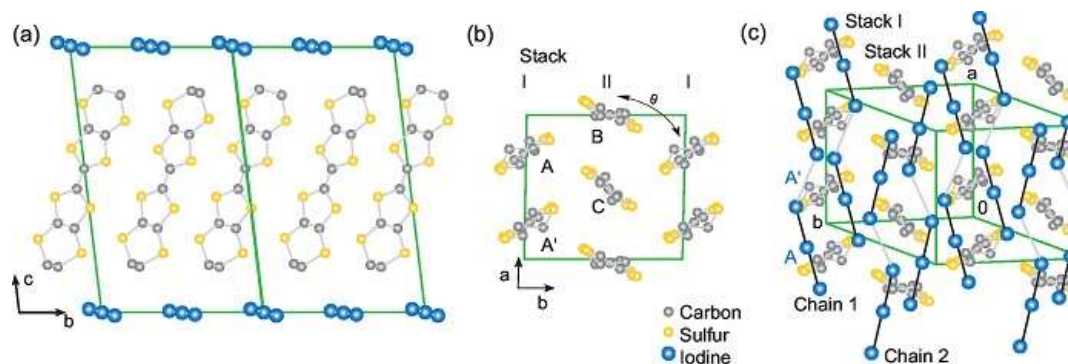


[DOI: 10.1080/00018732.2020.1837833](https://doi.org/10.1080/00018732.2020.1837833)

Fizika sustava reducirane dimenzionalnosti otkriva kvalitativne promjene njihovih svojstava. Iako nisu organizirani u atomski tanke slojeve kao primjerice grafen, organski materijali niske dimenzionalnosti posjeduju brojne karakteristike koje su posljedica njihove reducirane dimenzionalnosti povezane s anizotropnim preklapanjem molekularnih orbitala zbog delokaliziranih n -elektrona raspodijeljenih duž organske molekule. Ukoliko se gotovo planarne molekule organiziraju na način da gledaju licem u lice (face-to-face) u određenim obrascima oblikujući pri tome kristalnu strukturu, orbitale susjednih molekula se djelomično preklapaju stvarajući uske elektronske vrpce. Iako jedinična ćelija molekularnih kristala sadrži veliki broj atoma, ona se sastoji od malog broja molekula. U najvećem broju slučajeva samo jedna elektronska vrpca presijeca Fermijevu energiju što dovodi do razmjerno jednostavnih Fermijevih ploha. Stoga je efektivna kulonska interakcija između elektrona slabo zasjenjena ostalim vrpcama. Ova dva faktora (uske vrpce i neefikasno zasjenjenje) čine molekularne vodiče jako koreliranim elektronskim sistemima.

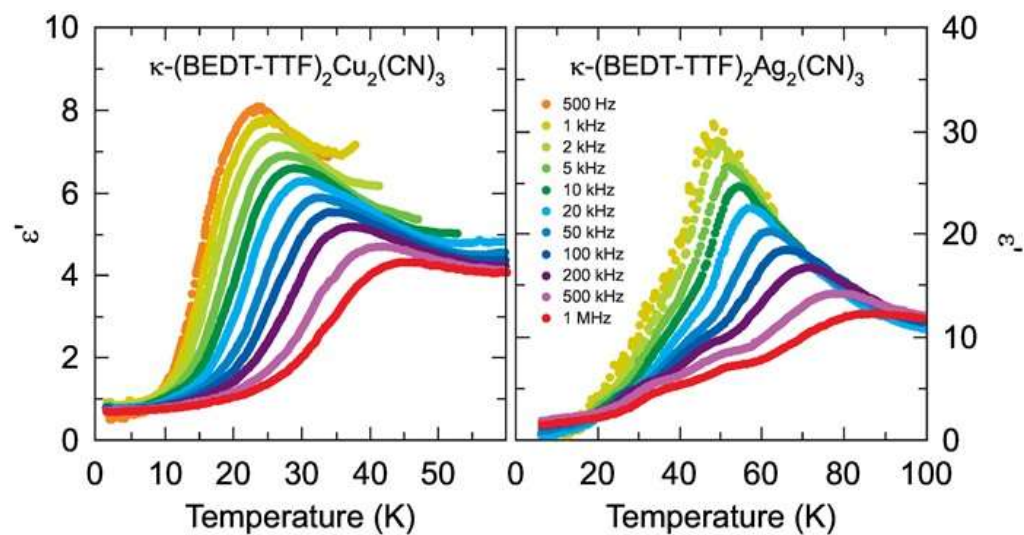
Elektronska feroelektričnost, kao posljedica faznog prijelaza uređenja naboja, najčešće se javlja u slabo dimeriziranim krutinama s četvrtinski popunjenim vrpcama. Pri tome zbog zajedničkog djelovanja kulonskog unutar-molekularnog odbijanja U i prilično velike međumolekularne kulonske odbojne interakcije V dolazi do formiranja osnovnog stanja s uređenjem naboja. Najpoznatiji primjer ovakvog sustava je α -(BEDT-TTF) $_2$ I $_3$, gdje je feroelektričnost kao posljedica uređenja naboja nedvojbeno dokazana u brojnim eksperimentima: pri stvaranju drugog harmonika u optičkom i THz području, raspršenju rendgenskih zraka, Raman i infracrvenoj vibracijskoj spektroskopiji, elektronskoj spinskoj i nuklearnoj magnetskoj rezonanciji te kod opažanja polarizacijskog preklopa. Dinamički odziv feroelektričnih domena podrobno je

istražen uz pomoć dielektrične spektroskopije, transportnih mjerenja u ovisnosti o vremenu i jakosti polja, vremenski razlučivim mjerenjima električne vodljivosti i femtosekundnom pump-probe spektroskopijom.



Kristalna struktura elektronskog feroelektrika α -(BEDT-TTF) $_2$ I $_3$. (a) BEDT-TTF molekule su uređene u ab-slojevima. Sloj I $_3$ aniona razdvaja navedene slojeve u c smjeru. (b) Pogled duž molekularne osi otkriva molekule organizirane unutar dvodimenzionalne trokutaste rešetke. (c) Aksonometrijski pogled na α -(BEDT-TTF) $_2$ I $_3$ s jediničnom ćelijom označenom zelenom bojom.

S druge strane, materijali s polupopunjenim vrpcama u kojima su parovi molekula (dimeri) organizirani unutar dvodimenzionalne trokutaste rešetke uglavnom su određeni s kulonskom unutar-molekularnom odbojnom interakcijom U, i ovdje zato Mottova fizika igra važnu ulogu. U nekim od tih materijala, unatoč razmjerno snažnoj interakciji izmjene, ne dolazi do magnetskog uređenja: oni se smatraju kandidatima za ostvarivanje stanja kvantne spinske tekućine. Istaknuti primjer kvantne spinske tekućine koja se sastoji od električnih i magnetskih dipola je jednomolekularni Mottov izolator s vodikovom vezom κ -H $_3$ (Cat-EDT-TTF) $_2$. S druge strane, istovremeno pojavljivanje kvantne spinske tekućine i paraelektrične faze nije opaženo u BEDT-TTF spinskim tekućinama gdje je, kao posljedica svojstvenog nereda, opažen samo anomalni dielektrični maksimum. Teorijski modeli zasnovani na neredom uvjetovanim kvantnim spinskim tekućinama pokazuju da nered potpomaže udruženo djelovanje kvantnih fluktuacija i trokutastih frustracija. Preostaje još izazovni zadatak potvrde razmjera i utjecaja nereda i nehomogenosti te njihove važnosti u stvaranju stanja kvantnih spinskih tekućina u organicima.



Kristalna Temperaturna ovisnost realnog dijela dielektrične funkcije ϵ' kvantnih spinskih tekućina κ -(BEDT-TTF) $_2$ Cu $_2$ (CN) $_3$ i κ -(BEDT-TTF) $_2$ Ag $_2$ (CN) $_3$.



Kvazi-jednodimenzionalna elektronska stanja i preferencijalno vođenje struje između ravnina u 1T-TaS₂

Kolega Eduard Tutiš, zajedno s grupom znanstvenika s École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), sveučilišta u Fribourgu, Max Planck Institute for Chemical Physics of Solids te Fizičkog odsjeka PMF-a, objavio je rad u novom časopisu npj 2D materials and Applications. Rad donosi eksperimentalni i teorijski uvid u novo stanje u slojastim kristalima, gdje se elektronske orbitale samoorganiziraju u jednodimenzionalne metalne objekte („lance od zvijezda“), koji se pružaju u smjeru okomitom na slojeve.

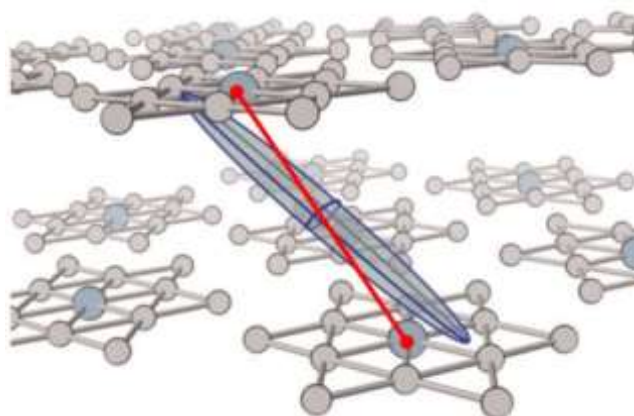
Preferential out-of-plane conduction and quasi-one-dimensional electronic states in layered 1T-TaS₂

Edoardo Martino, Andrea Pisoni, Luka Ćirić, Alla Arakcheeva, Helmuth Berger, Ana Akrap, Carsten Putzke, Philip J. W. Moll, Ivo Batistić, Eduard Tutiš, László Forró, and Konstantin Semeniuk, npj 2D Mater. Appl. **4**, 7 (2020).

[DOI: 10.1038/s41699-020-0145-z](https://doi.org/10.1038/s41699-020-0145-z)

Rad se bavi slojastim kristalom 1T-TaS₂, spoju s najbogatijim faznim dijagramom među dihalogenidima prijelaznih metala (TMD). Električna vodljivost u takvim materijalima obično je redovita veličine veća u smjeru slojeva nego u smjeru okomitom na njih. Nasuprot tome, ovaj rad daje prvi eksperimentalni i teorijski uvid u pojavu samoorganizacije elektronskih orbitala u jednodimenzionalne metalne objekte („lance od zvijezda“) koji se pružaju u smjeru okomitom na slojeve. „Lanci od zvijezda“ su slabo električno povezani međusobno, što rezultira s metalnom vodljivošću između slojeva, a nemetalnom vodljivošću u smjeru slojeva. Ovakva „inverzija“ električne anizotropije nije poznata kod slojastih kristala.

Ovaj rad mijenja vladajuće predodžbe o stanjima vala gustoće naboja (CDW) i izolatorskog stanja u 1T-TaS₂, uključujući široko proučavanu Mottovu fazu, te jedinstveno supravodljivo stanje u mozičnom valu gustoće naboja. Napomenimo da je nedavno pokazano da se elektronska stanja u 1T-TaS₂ mogu lokalno i brzo mijenjati na više načina (npr. svjetlosnim ili električnim impulsima), što obećava nove načine razvoja i manipulacije elektroničkih uređaja na nano skali. Uvid koji donosi rad otvara nove mogućnosti u tom smjeru.



Slika prikazuje jedan segment u "lancu od zvijezda" koji povezuje dvije zvijezde u susjednim slojevima 1T-TaS₂ (crvena linija). Između slojeva je prikazan i elipsoid vodljivosti, koji ilustrira stupanj anizotropije električne vodljivosti dobiven računom.

Ultrafast hot phonon dynamics in MgB₂ driven by anisotropic electron-phonon coupling

Naš kolega Dino Novko, u suradnji sa znanstvenicima sa Sveučilišta Humboldt u Njemačkoj i Istituto di Struttura della Materia u Italiji, objavio je članak u prestižnom časopisu Physical Review Letters. Autori su istražili jedinstvenu dinamiku vrućeg E_{2g} fononskog moda u MgB₂ pomoću teoretskih pristupa kvantnog polja iz prvih principa.

Ultrafast hot phonon dynamics in MgB₂ driven by anisotropic electron-phonon coupling

D. Novko, F. Caruso, C. Draxl, and E. Cappelluti, Physical Review Letters **124**, 077001 (2020).

[DOI: 10.1103/PhysRevLett.124.077001](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.124.077001)

Posljednjih godina vremenski razlučivi "pump-probe" eksperimenti pokazali su se kao moćan alat za istraživanje dinamike mnogočestičnih procesa u sustavima koji su izbačeni iz ravnoteže, uz spektar pojava koji se nije mogao istražiti pomoću statičkih proba. Mogućnost aktiviranja vrućih fonona (eng. "hot phonons"), koncept široko istražen u grafenu i dvodimenzionalnim poluvodičima, otvara put modeliranju



prijenosa energije između različitih stupnjeva slobode te selektivnom podešavanju optičkih karakteristika izravno vezanih uz fononske rezonancije.

Poznata je činjenica da intermetalni binarni spoj MgB_2 prelazi u supravodljivo stanje ispod 40 K. Unatoč jednostavnoj strukturi i razmjerno niskoj temperaturi supravodljivog prijelaza u usporedbi s nekim kupratima, MgB_2 pokazuje mnoštvo neobičnih karakteristika. Ono što se posebno ističe je anizotropna elektronska struktura koja rezultira u dva supravodljiva procjepa. Ovi procjepi proizlaze iz različitih jačina elektron-phonon vezanja, odnosno iz izrazite anizotropije tog vezanja. Budući da je elektron-fonon vezanje snažno koncentrirano u nekoliko planarna E_{2g} fononska moda, dugovalni E_{2g} mod je već detaljno istražen pomoću eksperimentalnih i teorijskih metoda. Tako na primjer nedavni rezultati vremenski razlučive spektroskopije sugeriraju da u MgB_2 postoji vrlo zanimljiva dinamika vrućeg E_{2g} fonona. Međutim, izravno opažanje fizike vrućih fonona u MgB_2 je izostalo, i potrebni su daljnji uvjerljivi dokazi.

U ovom radu pokazano je pomoću *ab-initio* tehnika te teorije kvantnog polja da osebujna anizotropija interakcije elektrona i fonona u MgB_2 pruža novi put za pobuđenje vrućih E_{2g} fonona. Potonji fononski stupnjevi slobode igraju presudnu ulogu u ovom materijalu, kontrolirajući mehanizme raspršenja u normalnom stanju kao i u supravodljivom sparivanju. Vremenski razlučiva dinamika elektronskih i vibracijskih stupnjeva slobode je u radu u potpunosti uračunata, te su simulirani i predviđeni karakteristični spektralni otisci fizike vrućih fonona u vremenski razlučenoj Raman spektroskopiji. S teorijske strane, ovakva studija omogućuje i otkrivanje fundamentalnih neadijabatskih učinaka E_{2g} fononskog moda, za koje se prethodno pretpostavljalo da su ključni u ovom spoju. Vremenski razlučeni mikroskopski uvidi koje pruža prezentirana teorija su od velikog značaja za razumijevanje protoka energije između elektronskog i vibracijskog podsustava u materijalima s jakim i nekonvencionalnim elektron-fonon vezanjem.

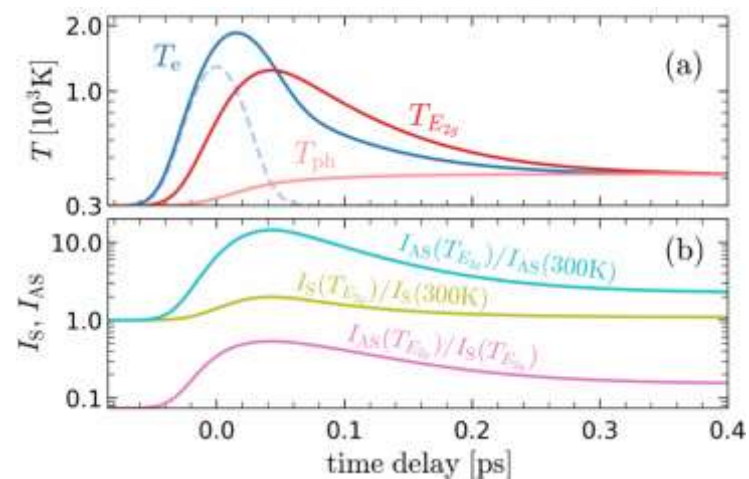


Fig. 1 (a) Vremenska ovisnost efektivnih temperatura elektrona i fonona T_e , $T_{E_{2g}}$, T_{ph} u MgB_2 dobivena iz modela tri temperature. Isprekidana linija pokazuje profil pulsa. Apsorbirani tok impulsa je 12 J/m^2 , trajanje impulsa je 45 fs . (b) Omjer između intenziteta Stokes (IS) i anti-Stokes (IAS) E_{2g} Raman signala.

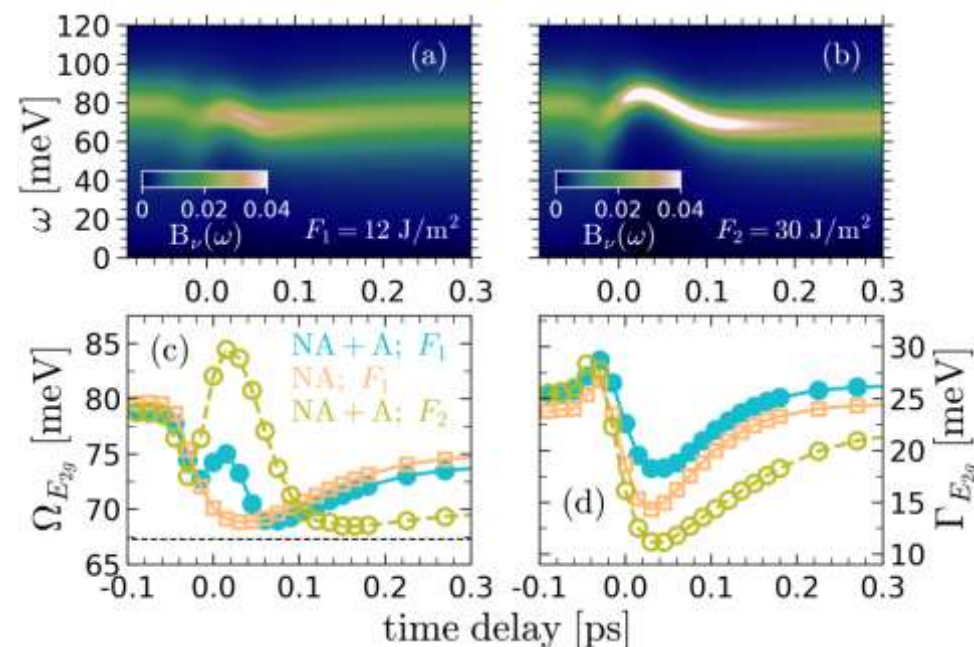


Fig. 2 (a)-(b) Intenzitet fononske spektralne funkcije B za $F = 12 \text{ J/m}^2$ (panel a) i za $F = 30 \text{ J/m}^2$ (panel b). Vremenska evolucija (c) Ramanovih vrhova i (d) širina fononskih linija dobivenih pomoću vlastite energije fonona za $F_1 = 12 \text{ J/m}^2$ (puni krugovi) i za $F_2 = 30 \text{ J/m}^2$ (otvoreni krugovi). Prikazani su i rezultati dobiveni samo pomoću neadijabatskog intraband doprinosa i za $F_2 = 30 \text{ J/m}^2$ (otvoreni kvadrati). Isprekidana vodoravna linija na panelu (c) prikazuje adijabatsku energiju E_{2g} moda..



Fizika površina

Membrana mreže nano-klastera

Naši kolege Davor Čapeta i Marko Kralj, u sklopu međunarodne suradnje, objavili su rad u prestižnom časopisu ACS Nano. U radu je demonstrirana mogućnost formiranja slobodnostojeće nano-membrane, koja se sastoji od periodične mreže metalnih nano-klastera na grafenu, dodatno učvršćene i zaštićene slojem amorfnog ugljika.

Cluster Superlattice Membranes

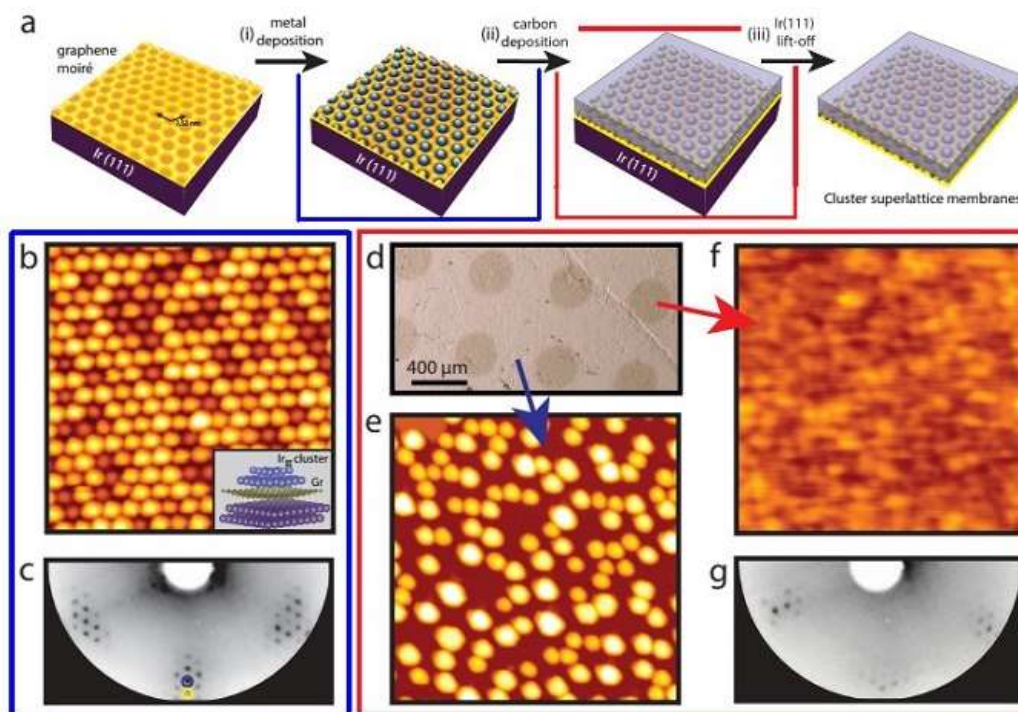
Tobias Hartl, Moritz Will, Davor Čapeta, Rajendra Singh, Daniel Scheinecker, Virginia Boix de la Cruz, Sophia Dellmann, Paolo Lacovic, Silvano Lizzit, Boris Senkovskiy, Alexander Grüneis, Marko Kralj, Jan Knudsen, Jani Kotakoski, Thomas Michely, Pantelis Bampoulis, ACS Nano **14**, 13629–13637 (2020).

[DOI: 10.1021/acsnano.0c05740](https://doi.org/10.1021/acsnano.0c05740)

Hibridni materijali koji uključuju atomski tanke dvodiemenzionalne (2D) materijale u kombinaciji s drugim nano-materijalima, omogućuju nove funkcionalnosti koje nose obilježja izuzetnih svojstava 2D materijala (na primjer, mehanička svojstva ili vodljivost grafena) s funkcionalnim svojstvima nano-materijala. U ovom radu ostvarena je mogućnost pripreme slobodnostojeće 2D membrane koja sadrži periodički uređenu mrežu metalnih klastera (CSLM). Mreža klastera ima dobro definiranu, usku, raspodjelu veličine klastera, koja se može kontrolirati u rasponu od pojedinačnog atoma do nekoliko stotina atoma u klasteru. Moguće primjene CSLM-a uključuju jedno-elektronske tranzistore (SET), formiranje faze i primjenu kao elektrokatalitičke elektrode.

Uobičajeno svojstvo kompozita grafena s nanočesticama (grafenski nanokompoziti), je izostanak kristalnog uređenja i periodičnosti. Izuzetno, moguće je uz top-down litografiju ostvariti periodičko uređenje na vrlo malom prostoru. Za razliku od toga, hibridni materijal ostvaren u ovom radu obilježen je lateralnom periodičnosti mreže klastera s konstantom rešetke od 2.53 nm, koja se prostire preko makroskopske milimetarske udaljenosti. Ključ formiranja takvog reda leži u svojstvu epitaksijalnog grafena na Ir(111), koji omogućava formiranje uređene mreže različitih metalnih klastera na grafenskoj moiré superrešetki. Taj strukturni efekt nastaje uslijed razlika veličina kristalnih rešetki iridijeve podloge i grafena te nudi mogućnost samoorganizacije nano-čestica na grafenu. Taj sustav vrlo je dobro istražen, ali u uvjetima ultra-visokog vakuuma, gdje su metalni nano-klasteri na grafenu zaštićeni od raznih oksidacijskih procesa. Ključni koraci prema formiranju stabilne, slobodnostojeće membrane s uređenom mrežom klastera su: (a) njihova kemijska i pasivizacija i strukturno

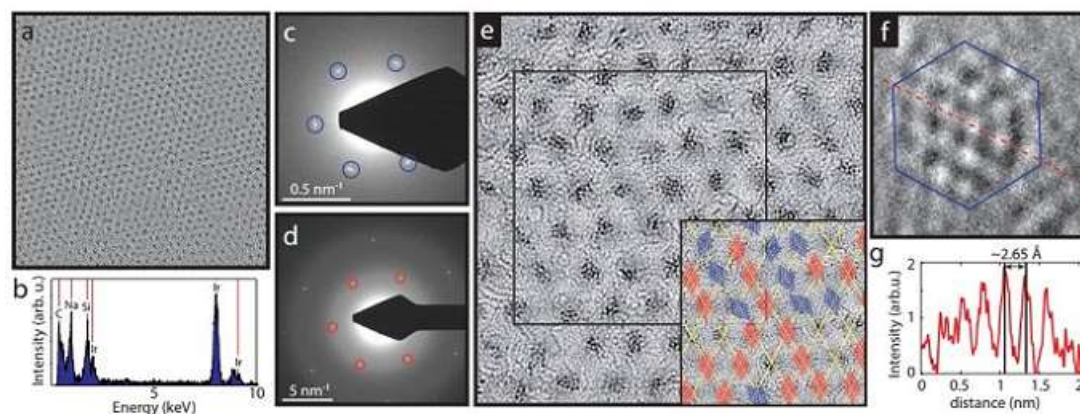
učvršćivanje pomoću depozicije zaštitnog sloja amornog ugljika i (b) odvajanje grafena s klasterima u zaštitnom sloju od Ir(111) supstrata te prijenos na bilo koju drugu željenu podlogu ili strukturu. Slika 1 ilustrira korake pripreme 2D membrane.



Slika 1: a) Koncept formiranja nano-membrane. (i) Kontrolirani rast uređene mreže metalnih klastera na gr/Ir, (ii) učvršćenje rešetke klastera s amornim ugljikom (iii) odvajanje (lift-off) od metalne podloge. b) STM topografija mreže klastera sa ~ 35 atoma po klasteru nakon depozicije 0,4 ML Ir na 300 K. c) Odgovarajuća LEED difrakcijska slika na 72 eV. Difrakcija prvog reda Ir (plava) i Gr (žuta) označeno kružićima. Dodatni maksimumi potpis su moiré rešetke. d) Optička slika uzorka Ir/Gr/Ir(111) nakon taloženja 7 ML ugljika kroz sjenastu masku i grijanja na 850 K. e) STM topografija u područjima gdje nije bilo dodatne depozicije ugljika u kojima je došlo do difuzije metalnih klastera zbog žarenja na 850 K. f) STM topografija na području preko kojeg je deponiran uljik. g) LEED slika koja odgovara (d) snimljena na 72 eV. Veličina svih STM slika je $45 \text{ nm} \times 45 \text{ nm}$.

U postupku uspješnog odvajanja od podloge, pokazalo se da je prije elektrokemijske delaminacije potrebno provesti dva koraka, koji s jedne strane uključuju zagrijavanje materijala na 850 K te s druge strane interkalaciju Eu također pri povišenoj temperaturi, ali od 750 K. Fotoelektronska spektroskopija dubokih nivoa (XPS) pokazuje da zagrijavanje na 850 K vodi na reorganizaciju kemijskih veza u materijalu. Naime, depozicija klastera i amornog ugljika na grafen vodi na jačanje kemijske vezanosti grafena s iridijem uslijed rehibridizacije grafenovih orbitala sp^2 u sp^3 . Korak zagrijavanja vodi na preusmjerenje veza prema amornom ugljiku i slabljenju vezanosti grafena i iridija. Dodatno, interkalacija Eu vodi na dodatno smanjenje veza između grafena i iridija.

Konačno, nakon transfera membrane na mrežicu TEM mikroskopa, pomoću Raman spektroskopije potvrđeno je da je gotovo u cijelosti došlo do transfera sloja, uključujući grafen, čiji su karakteristični pikovi jasno vidljivi u spektrima. TEM karakterizacija pokazuje očuvanu periodičnu mrežu metalnih nano-klastera, pri čemu su klasteri oslikani u atomskoj rezoluciji s dobro definiranom kristalnom strukturom i orijentacijom u odnosu na grafen (slika 2).



Slika 2. a) HRTEM slika velikog područja ($77 \text{ nm} \times 77 \text{ nm}$) membrane s rešetkom klastera. (b) EDX spektar membrane koji pokazuje snažan signal povezan s prisutnošću Ir. (c) i (d) Difrakcijske slike zabilježene na membrani, na kojima se vide rešetka klastera (c) i Gr rešetka (d), snimljene različitim pojačanjima u recipročnom prostoru. Točke prvog reda označena su plavom, odnosno crvenom bojom. (e) Uvećana HRTEM slika membrane ($23 \text{ nm} \times 23 \text{ nm}$), koja daje uvid u kristalnu strukturu klastera. Umetak: skica orijentacije nakupina unutar (e), gdje crvena označava epitaksiju klastera s rešetkom Gr i plavim nasumično orijentiranim skupinama. (f) Zumiranje na klaster koji ima rešetku nalik ravnini (111) Ir, veličina slike je ($2 \text{ nm} \times 2 \text{ nm}$). (g) presjek koji odgovara crvenoj isprekidanoj liniji panela (f).



Linewidth narrowing with ultimate confinement of alkali multipole plasmon by modifying surface electronic wavefunction with two dimensional materials

Naši kolege Marin Petrović i Marko Kralj, u suradnji s istraživačima sa Sveučilišta u Kyotu, objavili su rad u časopisu Physical Review Letters. Interkalacija i adsorpcija alkalijskih atoma korištena je za stvaranje sendviča 2D materijala i alkalija što vodi na izraženu lokalizaciju valne funkcije tog sustava i formiranje oštrog višepolnog plazmona.

Linewidth narrowing with ultimate confinement of alkali multipole plasmon by modifying surface electronic wavefunction with two dimensional materials

Shunsuke Tanaka, Tatsuya Yoshida, Kazuya Watanabe, Yoshiyasu Matsumoto, Tomokazu Yasuike, Marin Petrović, and Marko Kralj, Physical Review Letters **125**, 126802 (2020).

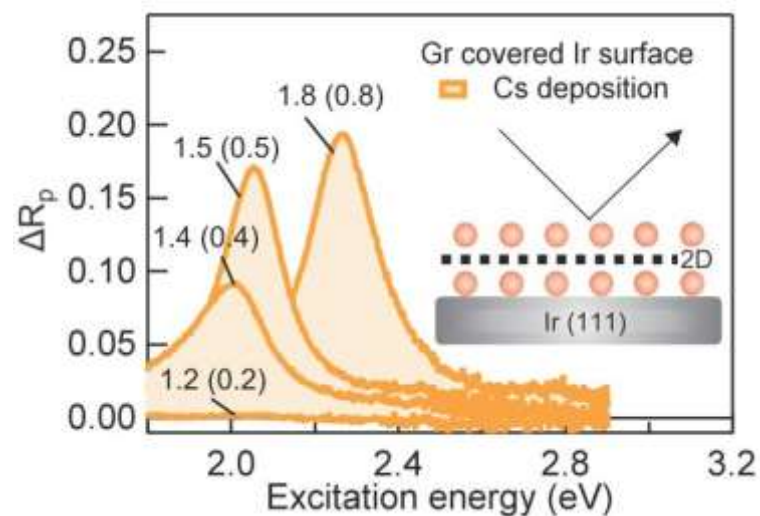
[DOI: 10.1103/PhysRevLett.125.126802](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.125.126802)

Mogućnost propagacije vanjskog elektromagnetskog polja, odnosno svjetlosti, u poluvodičima i metalima je od iznimnog fundamentalnog i tehnološkog značaja te je važno za razne primjene, između ostalog za kemijske senzore, fotodetektore, fotovoltaike i telekomunikacije. Realizacija fizikalnog procesa svodi se na kolektivne oscilacije elektronske gustoće u materijalu, pri čemu su plazmoni kvazičestice koje odgovaraju tim oscilacijama. Plazmoni uvelike određuju optički odgovor metala i poluvodiča, a pošto imaju valne duljine puno manje od valnih duljina pobudne svjetlosti, mogu biti značajno prostorno lokalizirani u materijalima, primjerice na površinama.

Grafen, kao predvodnik u familiji atomski tankih materijala, je zbog svog polumetalnog karaktera i mogućnosti finog podešavanja gustoće stanja pri Fermijevom nivou otvorio nove perspektive u istraživanjima usmjerenim na plazmone. Međutim, optička apsorpcija za plazmone u grafenu ograničena je na područje infracrvenih frekvencija, dok je poželjna ekstenzija na širi spektar energija moguća u specijalnim uvjetima, primjerice nanovrscama grafena.

U ovom radu epitaksijalni grafen i heksagonalni borov nitrid (hBN) na Ir(111) se koriste kao podloga za specijalnu arhitekturu dvosloja alkalijskih atoma, pri čemu se zbog interkalacije i adsorpcije alkalijskih atoma formira struktura u kojem je 2D materijal "usendvičen" između dva sloja alkalija. Takva struktura pak vodi na elektronski dobro odvojen vanjski sloj alkalijskih atoma, koji zajedno s 2D materijalom podržavaju takozvani višepolni plazmon s dipolnim profilom gustoće naboja. Dipolni karakter vodi na mogućnost direktnog vezanja vanjskog

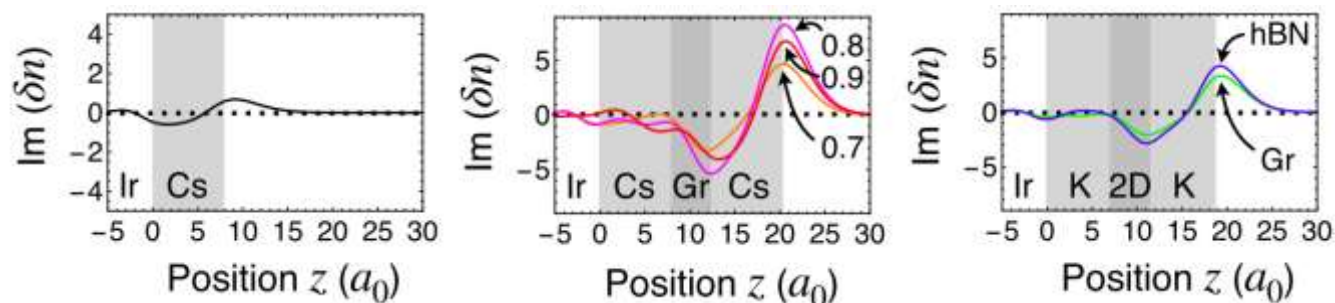
elektromagnetskog polja i izraženi efekt apsorpcije svjetlosti u vidljivom području, što u eksperimentu gdje se mjeri reflektivnost uzorka, opažamo kao gigantsku usku apsorpcijsku vrpcu vidljivu na Slici 1.



Slika 1. Promjena reflektivnosti Cs/grafen/Cs/Ir(111) strukture u ovisnosti o energiji pobudne svjetlosti, te kao funkcija deponirane količine Cs atoma (u jedinicama jednosloja, naznačeno za različite krivulje).

Uz eksperimente koji jasno pokazuju efekt realiziran u strukturi alkalijskog sloja krojenog s atomskom preciznošću, primijenjen je i vremenski ovisni DFT račun s jellium modelom. Takav izračun daje profil elektronske gustoće na površini (vidi Sliku 2) i ukazuje na odvojenost od Ir podloge u slučaju realizirane alkalijske „sendvič” strukture, čime se nedvosmisleno potvrđuje efekt snažne lokalizacije

višepolnog plazmona unutar atomski tankog vanjskog sloja alkalija, uz iznimno lokalno pojačanje elektromagnetskog polja od pet redova veličine.



Slika 2. Izračunata gustoća naboja na površini uzorka Cs/Ir (lijevo), Cs/grafen/Cs/Ir (za različite pokrivenosti Cs atoma na grafenu, sredina), i K/grafen ili hBN/K/Ir (desno).

Anomalous temperature dependence of exciton spectral diffusion in tetracene thin film

Naši kolege Marin Petrović i Marko Kralj, u suradnji s istraživačima sa Sveučilišta u Kyotu, objavili su rad u visoko-rangiranom časopisu The Journal of Physical Chemistry Letters. Korištenje epitaksijalnog grafena kao podloge za pripremu tankog filma tetracena je omogućilo karakterizaciju novih procesa relevantnih za spektralnu difuziju ekscitona u tetracenu.

Anomalous temperature dependence of exciton spectral diffusion in tetracene thin film

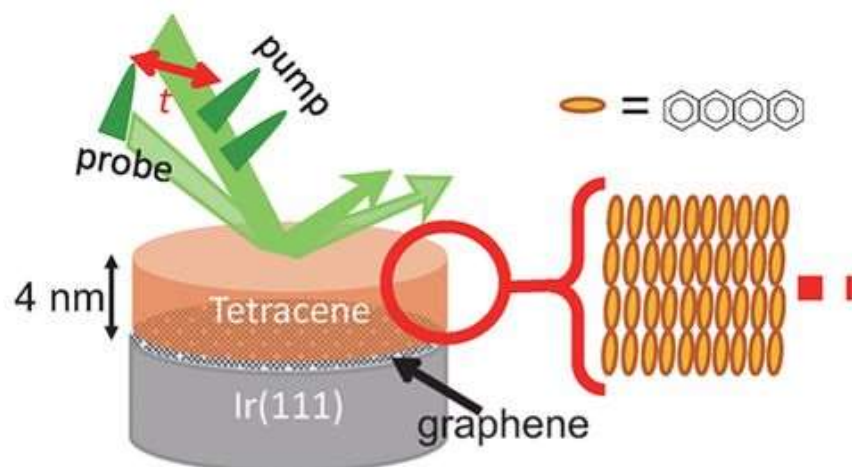
Tatsuya Yoshida, Kazuya Watanabe, Marin Petrović, and Marko Kralj, The Journal of Physical Chemistry Letters **11**, 5248–5254 (2020).

[DOI: 10.1021/acs.jpcclett.0c01537](https://doi.org/10.1021/acs.jpcclett.0c01537)

Ekscitoni su vezanja stanja parova elektrona i šupljina koja se mogu naći u različitim kvantnim sistemima, uključujući molekule. Dinamika ekscitona u molekularnim sistemima ovisi o nekoliko parametara: magnitudi fluktuacije ekscitonske energije i odgovarajućem korelacijskom

vremenu, eksciton-fonon vezanju, te intermolekularnom vezanju ekscitona. Stvarna dinamika ekscitona u molekularnim agregatima je određena finom međuigrom ovih parametara, te je kao takva često nedostupna eksperimentalnim mjerenjima.

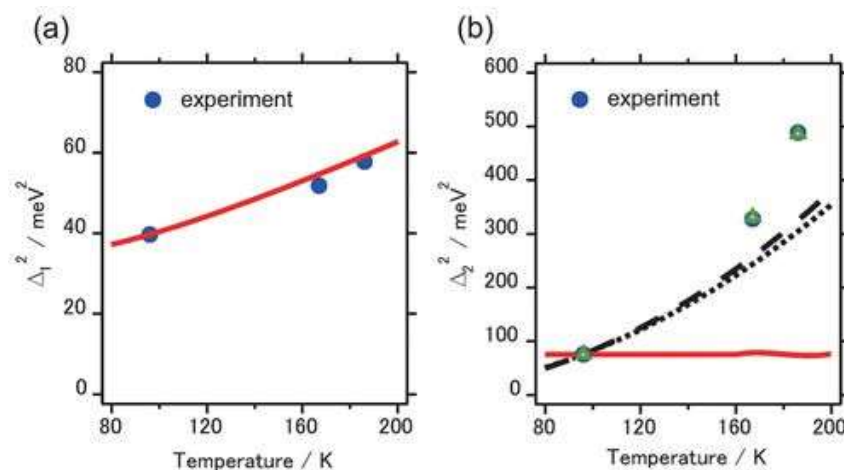
Autori su korištenjem dvodimenzionalne elektronske spektroskopije (two-dimensional electron spectroscopy, 2DES) istražili spektralnu difuziju ekscitona u tankom filmu tetracena debljine 4 nm. Film je deponiran na jedan sloj grafena na Ir(111) (vidi Sliku 1). Atomski ravan grafen i njegovo savršeno poravnanje s monokristalom iridija na kojem se nalazi omogućuju pripremu strukturno dobro definiranog filma tetracena. Takvi uzorci tetracena ne sadrže inherentnu nehomogenost, što je prednost u odnosu na prethodne radove, te su izvrsni kandidati za istraživanje raznih procesa koji utječu na dinamiku ekscitona.



Slika 1. Shematski prikaz filma tetracena pripremljenog na Ir(111) substratu prikrivenom grafenom. 2DES mjerenja su izvršena u ultra-visokom vakuumu u reflektivnoj geometriji kao što je ilustrirano. Molekule tetracena su posložene u slojeve i imaju tzv. herringbone strukturu.

Iz 2DES mjerenja i komplementarnog teorijskog modeliranja, autori su otkrili da je spektralna difuzija ekscitona tetracena najniže energije određena dvama procesima čije magnitudo pokazuju različite temperaturne ovisnosti (vidi Sliku 2). Prvi proces odgovara linearnom vezanju na fonone, dok drugi potječe od aharmoničkog vezanja između fonona niske frekvencije i visoko-frekventnih intramolekularnih fonona. Ova

saznanja pružaju novi uvid u ultrabrzu neadijabatsku dinamiku molekularnih ekscitona, te mogu poslužiti kao vrijedan ulazni parametar za buduća teorijska predviđanja sličnih procesa.



Slika 2. (a) Temperaturna ovisnost fluktuacije energije ekscitona za dvije komponente (Δ_1 – linearno vezanje na fonone, i Δ_2 – aharmoničko vezanje između fonona niske frekvencije i intramolekularnih fonona visoke frekvencije) dobivena iz 2DES mjerenja. Crvene i crne crte su prilagodbe na različite teorijske modele.

Broken adiabaticity induced by Lifshitz transition in MoS2 and WS2 single layers

Dino Novko, znanstveni suradnik Instituta za fiziku, objavio je rad u prestižnom časopisu Communications Physics, u kojem se dokazuje kako adijabatska Born-Oppenheimer aproksimacija ne vrijedi u dihalogenidima prijelaznih metala. Naime, rezultati pokazuju da se u tim materijalima aktivira jaka neadijabatska renormalizacija fonona uslijed Lifshitzovog prijelaza. Poznavanje tih zamršenih dinamičkih efekata od ključne je važnosti za potpuno razumijevanje karakterizacije dopiranih dvodimenzionalnih nano-uređaja pomoću Raman spektroskopije.

Broken adiabaticity induced by Lifshitz transition in MoS2 and WS2 single layers

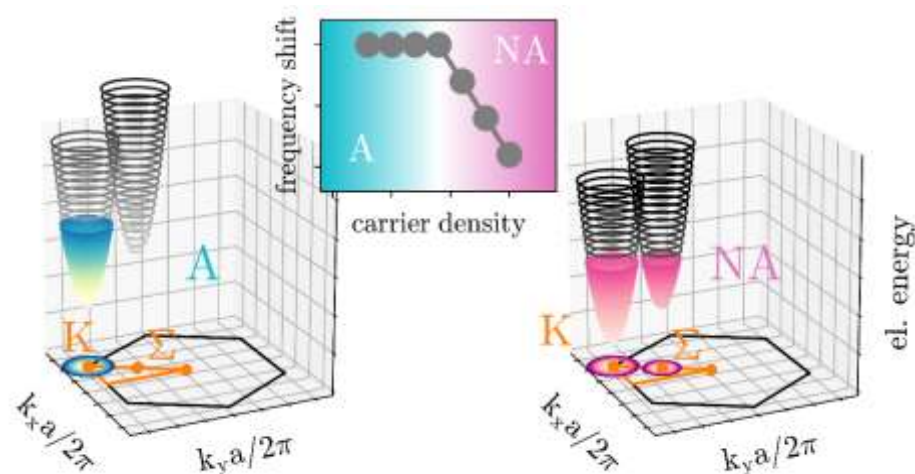
Dino Novko, Communications Physics **3**, 30 (2020).



[DOI: 10.1038/s42005-020-0299-1](https://doi.org/10.1038/s42005-020-0299-1)

Jedna od najimpresivnijih posljedica dinamičkog međudjelovanja elektrona i fonona na vibracijski spektar rešetke je neadijabatska renormalizacija frekvencije. Razumijevanje mikroskopskih procesa koji stoje iza ovih spektralnih promjena od velikog je značaja. Primjerice, u tranzistorima koji se temelje na grafenu, gdje adijabatska Born-Oppenheimer aproksimacija više ne vrijedi, uračunavanje neadijabatske interakcije presudno je za kvantitativne procjene koncentracije elektrona pomoću Ramanove spektroskopije. Ti se dinamički učinci, međutim, smatraju prilično rijetkim i prisutni su samo u nekoliko sustava, poput grafena, spojeva interkaliranog grafita, MgB₂ te dijamanta dopiranog borom.

Elektron-fonon vezanje u drugim slojevitim i atomsko tankim materijalima smatra se potpuno adijabatsko. Vjeruje se da poluvodički dihalogenidi prijelaznih metala, dopirani šupljinama i elektronima, spadaju u potonji, adijabatski režim. Suprotno uvriježenom mišljenju, ovdje se pokazuje nevjerojatan slom adijabatske aproksimacije kod dopiranih MoS₂ i WS₂ jednoslojeva. Odgovarajući neadijabatski mehanizam još je zamršeniji nego u grafenu. Naime, nagli prijelaz iz adiabatskog u neadijabatski režim te pripadajuća renormalizacija fononske frekvencije događaju se uslijed Lifshitzovog prijelaza, to jest kada Fermi nivo siječe dvije ili više dolina (eng. "valleys") vodljive ili valentne vrpce. Nadalje, topologija tih relevantnih dolina, a samim time i količina koncentracije nosioca naboja koja je potrebna kako bi se popunilo više dolina i induciralo neadijabatske efekte, je određena visoko nelokalnom elektron-elektron interakcijom i spin-orbit vezanjem. Također, ovi značajni dinamički učinci praćeni su intenzivnim elektron-šupljina raspršenjima zbog elektron-fonon interakcije, koja su odgovorna za eksperimentalno dobivene promjene širine linije fonona uslijed dopiranja. Sve u svemu, prezentirani rezultati dinamičkih efekata u dopiranim dihalogenidima prijelaznih metala bitni su, ne samo za razumijevanje odgovarajućih Raman mjerenja, već i za dešifriranje drugih fizičkih fenomena opaženih u tim dvodimenzionalnim materijalima kada elektron-fonon vezanje igra presudnu ulogu, npr. fononski ograničena mobilnost te supravodljivost.



Shema strukture elektronskih vrpca dihalogenida prijelaznih metala u slučaju adijabatskog (A; plava boja) i neadijabatskog (NA; ljubičasta boja) režima. Umetak: Shema elektronski induciranih fononskih pomaka frekvencije dobivenih u ova dva režima.



4. POPIS PROJEKATA INSTITUTA ZA FIZIKU PREMA IZVORU FINANCIRANJA

4.1 EUROPSKI FOND ZA REGIONALNI RAZVOJ

1. 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
2. Naziv projekta: **Centar za napredne laserske tehnike – CALT**
Voditelj projekta: Damir Aumiler
Trajanje projekta: 1.8. 2017. – 31.1.2021.
Vrijednost projekta: 121.304.417,38 kn
3. Naziv projekta: **Kriogeni centar Instituta za fiziku**
Voditelj projekta: Damir Starešinić
Trajanje projekta: 1.7. 2018. – 01.01.2021.
Vrijednost projekta: 39.663.665,00kn
4. Naziv projekta: **Prilagodba povrtnih kultura novim agrometeorološkim uvjetima u Slavoniji**
Voditelj projekta: Slobodan Milošević
Trajanje projekta: 06.01.2020. - 06.01.2023.
Vrijednost projekta: 2.997.198,00 kn
Udio Instituta za fiziku:



4.2 HRVATSKA ZAKLADA ZA ZNANOST

1. Naziv projekta: **Optička svojstva heterostruktura dihalogenida prijelaznih metala**
Voditelj projekta: Marko Kralj
Trajanje projekta: 1.3.2017. - 28.2.2021.
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.-28.2.2021.
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: 1.000.000,00 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

4.3 MINISTARSTVO ZNANOSTI I OBRAZOVANJA

1. Naziv programa: **Zvijezda je rođena 2019 – rad s darovitim učenicima**; Voditelj projekta: Berti Erjavec
Trajanje projekta: 2.9.2019. – 12.6.2020.
Vrijednost projekta: 14.625,00 kn

2. Naziv projekta: **Zvijezda je rođena 2020**
Voditelj projekta: Berti Erjavec
Trajanje projekta: 01.01.2020. - 31.12.2020.
Vrijednost projekta: 10.972,00 kn



4.4 MINISTARSTVO ZNANOSTI I OBRAZOVANJA - BILATERALNI PROJEKTI

1. Naziv programa: Lasersko hlađenje atoma optičkim frekventnim češljem
Financijer: MZO-DAAD-Njemačka
Voditeljica projekta: Ticijana Ban
Trajanje projekta: 29.1.2018. – 28.1.2020.
Vrijednost projekta: 28.037,44 kn
2. Naziv programa: Hlađenje potpomognuto sprezanjem optičkog rezonatora i frekventnog češlja
Financijer: MZO- Austrija
Voditeljica projekta: Ticijana Ban
Trajanje projekta: 5.2.2018. – 4.2.2020.
Vrijednost projekta: 23.873,77 kn
3. Naziv programa: Dinamika otapanja i prijenosa energije u pobuđenom stanju kompleksnih molekula u kondenziranoj fazi
Financijer: MZO- Kina
Voditelj projekta: Silvije Vdović
Trajanje projekta: 1.2.2018. – 31.1.2020.
Vrijednost projekta: 30.000,00 kn
4. 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
5. Naziv programa: Laserska sinteza i analiza dvokomponentnih nanočestica sa povećanom fotokatalitičkom aktivnošću
Financijer: MZO – Srbija
Voditelj projekta: Nikša Krstulović



Trajanje projekta: 01.05.2019. - 31.12.2021.

Vrijednost projekta: 11.140,00 kn

6. Naziv programa: **Organske poluvodičke nanostrukture na dvodimenzionalnim dihalogenidima prijelaznih metala**
Financijer: MZO – Austrija
Voditelj projekta: Marko Kralj
Trajanje projekta: 01.01.2020. - 31.12.2022.
Vrijednost projekta: 25.280,00 kn

7. 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: 01.01.2020. - 31.12.2020.
Vrijednost projekta: 24.759,00 kn

8. Naziv projekta: **Istraživanje metalnih i metal-oksidnih senzorskih mogućnosti**
Financijer: MZO-Slovenija
Voditelj projekta: Nikša Krstulović
Trajanje projekta: 01.01.2020. - 31.12.2021.
Vrijednost projekta: 15.000,00 kn

9. Naziv projekta: **Synthesis of novel low-dimensional materials for information applications and the characterization of their magnetic and optical properties**
Financijer: MZO-Kina
Voditelj projekta: Marko Kralj
Trajanje projekta: 01.01.2020. - 31.12.2021.
Vrijednost projekta: 60.000,00 kn



10. Naziv projekta: High intensity ultrafast fiber lasers for frequency comb cooling of atoms

Financijer: MZO-Kina

Voditelj projekta: Ticijana Ban

Trajanje projekta: 01.01.2020. - 31.12.2021.

Vrijednost projekta: 60.000,00 kn

4.5 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

Udio Instituta za fiziku:

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



4.6 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



5. ZNANSTVENE PUBLIKACIJE OBJAVLJENE U 2020. GODINI

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

J. Krsnik, I. Batistić, A. Marunović, E. Tutiš, and O. S. Barišić

Exact solution of electronic transport in semiconductors dominated by scattering on polaronic impurities

Phys. Rev. B **102**, 241111(R) (2020)

DOI: [10.1103/PhysRevB.102.241111](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.102.241111)

Jakovac, M.; Klaser, T.; Radatović, B.; Skoko, Ž.; Pavić, L.; Žic, M.

Surface Characterization and Conductivity of Two Types of Lithium-Based Glass Ceramics after Accelerating Ageing

Materials **13**, 5632, (2020)

DOI: [10.3390/ma13245632](https://doi.org/10.3390/ma13245632)

Beuc, R., Pichler, G. & Sarkisyan, D.

KCs Molecular Bands in the Visible Region

Opt. Spectrosc. **128**, 1738–1743 (2020)

DOI: [10.1134/S0030400X20110065](https://doi.org/10.1134/S0030400X20110065)

Krunoslav Juraić, Davor Gracin, Matija Čulo, Željko Rapljenović, Jasper Rikkert Plaisier, Aden Hodzic, Zdravko Siketić, Luka Pavić and Mario Boháč

Origin of Magnetotransport Properties in APCVD Deposited Tin Oxide Thin Films

Materials **2020**, 13, 5182 (2020)

DOI: [10.3390/ma13225182](https://doi.org/10.3390/ma13225182)

M. Dressel, S. Tomić

Molecular quantum materials: electronic phases and charge dynamics in two-dimensional organic solids

Advances in Physics **69** - Issue 1, 1-120 (2020)

DOI: [10.1080/00018732.2020.1837833](https://doi.org/10.1080/00018732.2020.1837833)



M. Kralj, A. Supina, D. Čapeta, I. Sović, I. Halasz

Mechanochemical oxidation of graphite for graphene-hydrogel applications: Pitfalls and benefits

Materialia, Volume **14**, 2589-1529, (2020)

DOI: [10.1016/j.mtla.2020.100908](https://doi.org/10.1016/j.mtla.2020.100908)

Josipović T.M., Kovačević M, Mateša S, Kostešić M, Matijaković N, Radatović B, Lyons DM, Kralj D, Dutour Sikirić M.

The Influence of Different Classes of Amino Acids on Calcium Phosphates Seeded Growth

Materials **27**;13(21):E4798 (2020)

DOI: [10.3390/ma13214798](https://doi.org/10.3390/ma13214798)

Zahra Torbatian, Dino Novko, and Reza Asgari

Tunable Low-Loss Hyperbolic Plasmon Polaritons in a Td-WTe₂ Single Layer

Physical Review Applied **14**, 044014 (2020)

DOI: [10.1103/PhysRevApplied.14.044014](https://doi.org/10.1103/PhysRevApplied.14.044014)

Anže Božič, Antonio Šiber

Mechanical design of apertures and the infolding of pollen grain

Proceedings of the National Academy of Sciences, **117** (43) 26600-26607 (2020)

DOI: [10.1073/pnas.2011084117](https://doi.org/10.1073/pnas.2011084117)

Damjan Blažeka, Julio Car, Nikola Klobučar, Andrea Jurov, Janez Zavašnik, Andrea Jagodar, Eva Kovačević, Nikša Krstulović

Photodegradation of Methylene Blue and Rhodamine B Using Laser-Synthesized ZnO Nanoparticles

Materials **13**, 4357 (2020)

DOI: [10.3390/ma13194357](https://doi.org/10.3390/ma13194357)

Jelena Vukašinović, Milica Počuča-Nešić, Danijela Luković Golić, Vesna Ribić, Zorica Branković, Slavica M. Savić, Aleksandra Dapčević,

Slavko Bernik, Matejka Podlogar, Matej Kocen, Željko Rapljenović, Tomislav Ivek, Vladimir Lazović, Biljana Dojčinović, Goran Branković

The structural, electrical and optical properties of spark plasma sintered BaSn_{1-x}SbxO₃ ceramics

Journal of the European Ceramic Society **40** 5566-5575 (2020)

DOI: [10.1016/j.jeurceramsoc.2020.06.062](https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2020.06.062)



J. Krsnik, V. N. Strocov, N. Nagaosa, O. S. Barišić, Z. Rukelj, S. M. Yakubanya, and A. S. Mishchenko
Manifestations of the electron-phonon interaction range in angle-resolved photoemission spectra
Phys. Rev. B **102**, 121108(R) (2020)
DOI: [10.1103/PhysRevB.102.121108](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.102.121108)

S. Tanaka, T. Yoshida, K. Watanabe, Y. Matsumoto, T. Yasuike, M. Petrović, M. Kralj
Linewidth Narrowing with Ultimate Confinement of an Alkali Multipole Plasmon by Modifying Surface Electronic Wave Functions with Two-Dimensional Materials
Physical Review Letters **125** 126802 (2020)
DOI: [10.1103/PhysRevLett.125.126802](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.125.126802)

Nagabhushan G. Hegde, Ivana Levatić, Arnaud Magrez, Henrik M. Rønnow and Ivica Živković
Magnetic dynamics across the in-field transition in $\text{Ca}_3\text{Co}_2\text{O}_6$
Phys. Rev. B **102**, 104418 (2020)
DOI: [10.1103/PhysRevB.102.104418](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.102.104418)

Tobias Hartl, Moritz Will, Davor Čapeta, Rajendra Singh, Daniel Scheinecker, Virginia Boix de la Cruz, Sophia Dellmann, Paolo Lacovig, Silvano Lizzit, Boris V. Senkovskiy, Alexander Grüneis, Marko Kralj, Jan Knudsen, Jani Kotakoski, Thomas Michely, and Pantelis Bampoulis
Cluster Superlattice Membranes
ACS Nano **14** 13629-13637 (2020)
DOI: [10.1021/acsnano.0c05740](https://doi.org/10.1021/acsnano.0c05740)

Lovro Basioli, Jordi Sancho-Parramon, Vito Despoja, Stjepko Fazinić, Iva Bogdanović Radović, Iva Božičević Mihalić, Krešimir Salamon, Nikolina Nekić, Mile Ivanda, Goran Dražić, Sigrid Bernstorff, Giuliana Aquilanti, and Maja Mičetić
Ge Quantum Dots Coated with Metal Shells (Al, Ta, and Ti) Embedded in Alumina Thin Films for Solar Energy Conversion
ACS Appl. Nano Mater. **2020**, 3, 9, 8640–8650 (2020)
DOI: [10.1021/acsanm.0c01333](https://doi.org/10.1021/acsanm.0c01333)



D. Buhin, D. Kovačić, F. Schmid, M. Kruljac, V. Vulić, T. Ban, and D. Aumiler
Simultaneous dual-species laser cooling using an optical frequency comb
Phys. Rev. A **102**, 021101(R) (2020)
DOI: [10.1103/PhysRevA.102.021101](https://doi.org/10.1103/PhysRevA.102.021101)

Keenan Lyon, María Rosa Preciado-Rivas, Camilo Zamora-Ledezma, Vito Despoja and Duncan John Mowbray
LCAO-TDDFT-k- ω : spectroscopy in the optical limit
J. Phys.: Condens. Matter **32**, 415901, (2020)
DOI: [10.1088/1361-648X/ab99ea](https://doi.org/10.1088/1361-648X/ab99ea)

Mirta Herak, Nikolina Novosel, Martina Dragičević, Thierry Guizouarn, Olivier Cador, Helmuth Berger, Matej Pregelj, Andrej Zorko, and Denis Arčon
Magnetic-field-induced reorientation in the spin-density-wave and the spin-stripe phases of the frustrated spin-1/2 chain compound β -TeVO₄
Physical Review B **102**, 024422 (2020)
DOI: [10.1103/PhysRevB.102.024422](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.102.024422)

P. Foury- Leyeikian , V. Ilakovac , P. Fertey , V. Baledent , O. Milat , K. Miyagawa , K. Kanoda , T. Hiramatsu , Y. Yoshida , G. Saito , P. Alemany , E. Canadell , S. Tomic and J.-P. Pouget
New insights into the structural properties of κ -(BEDT-TTF)₂Ag₂(CN)₃ spin liquid
Acta Cryst. B **76** , 581- 590 (2020).
DOI: [10.1107/S2052520620005545](https://doi.org/10.1107/S2052520620005545)

D. Takegami, D. Kasinathan, K. K. Wolff, S. G. Altendorf, C. F. Chang, K. Hofer, A. Melendez-Sans, Y. Utsumi, F. Meneghin, T. D. Ha, C. H. Yen, K. Chen, C. Y. Kuo, Y. F. Liao, K. D. Tsuei, R. Morrow, S. Wurmehl, B. Büchner, B. E. Prasad, M. Jansen, A. C. Komarek, P. Hansmann, and L. H. Tjeng
Charge-transfer energy in iridates: A hard x-ray photoelectron spectroscopy study
Physical Review B **102**, 045119 (2020)
DOI: [10.1103/PhysRevB.102.045119](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.102.045119)



Vito Despoja, Josip Jakovac, Neven Golenić and Leonardo Marušić

Bias-controlled plasmon switching in lithium-doped graphene on dielectric model Al₂O₃ substrate
npj 2D Materials and Applications **4**, 19 (2020).

DOI: [10.1038/s41699-020-0151-1](https://doi.org/10.1038/s41699-020-0151-1)

Ivan Balog, Gonzalo De Polsi, Matthieu Tissier, and Nicolás Wschebor

Conformal invariance in the nonperturbative renormalization group: A rationale for choosing the regulator
Phys. Rev. E **101**, 062146 (2020).

DOI: [10.1103/PhysRevE.101.062146](https://doi.org/10.1103/PhysRevE.101.062146)

Marija Tkalčević, Marijan Gotić, Lovro Basioli, Martina Lihter, Goran Dražić, Sigrid Bernstorff, Tomislav Vuletić, and Maja Mičetić

Deposition of Thin Alumina Films Containing 3D Ordered Network of Nanopores on Porous Substrates
Materials **2020**, 13(13), 2883 (2020)

DOI: [10.3390/ma13132883](https://doi.org/10.3390/ma13132883)

Zoran Rukelj and Vito Despoja

Estimation of the single-particle band gap and exciton binding energy in two dimensional insulators: a modified G₀W₀-BSE method
approach

New J. Phys. **22** 063052 (2020)

DOI: [10.1088/1367-2630/ab91ff](https://doi.org/10.1088/1367-2630/ab91ff)

T. Yoshida, K. Watanabe, M. Petrović i M. Kralj

Anomalous Temperature Dependence of Exciton Spectral Diffusion in Tetracene Thin Film
The Journal of Physical Chemistry Letters **11** 5248 (2020)

DOI: [10.1021/acs.jpcllett.0c01537](https://doi.org/10.1021/acs.jpcllett.0c01537)

Beuc, R.; Pichler, G.

High-Temperature Optical Spectra of Diatomic Molecules: Influence of the Avoided Level Crossing
Atoms **2020**, 8, 28, (2020)

DOI: [10.3390/atoms8020028](https://doi.org/10.3390/atoms8020028)



V. Torggler, I. Krešić, T. Ban and H. Ritsch
Self-ordering and cavity cooling using a train of ultrashort pulses
New Journal of Physics **22**, 063003 (2020)
DOI: [10.1088/1367-2630/ab85a8](https://doi.org/10.1088/1367-2630/ab85a8)

Senada Muratović, Bahar Karadeniz, Tomislav Stolar, Stipe Lukin, Ivan Halasz, Mirta Herak, Gregor Mali, Yulia Krupskaya, Vladislav Kataev, Dijana Žilić and Krunoslav Užarević
Impact of dehydration and mechanical amorphization on the magnetic properties of Ni(II)-MOF-74
Journal of Materials Chemistry C **8**, 7132 (2020)
DOI: [10.1039/d0tc00844c](https://doi.org/10.1039/d0tc00844c)

J. Macan, F. Brleković, S. Kralj, A. Supina, D. Gracin, A. Šantić, A. Gajović
Soft chemistry synthesis of CaMnO₃ powders and films
Ceramics International, Volume **46**, Issue 11, Part A, (2020)
DOI: [10.1016/j.ceramint.2020.04.142](https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2020.04.142)

Lucija Krce, Matilda Šprung, Tomislav Rončević, Ana Maravić, Vedrana Čikeš Čulić, Damjan Blažeka, Nikša Krstulović, Ivica Aviani
Probing the Mode of Antibacterial Action of Silver Nanoparticles Synthesized by Laser Ablation in Water: What Fluorescence and AFM Data Tell Us
Nanomaterials **2020**, 10, 0, (2020)
DOI: [10.3390/nano10060000](https://doi.org/10.3390/nano10060000)

Pichler, G.; Beuc, R.; Kokaj, J.; Sarkisyan, D.; Jose, N.; Mathew
Photoionization of KCs Molecule: Origin of the Structured Continuum?
Atoms **2020**, 8, 24 (2020)
DOI: [10.3390/atoms8020024](https://doi.org/10.3390/atoms8020024)

Antun Lovro Brkića, Darko Mitrović, Andrej Novak
On the image inpainting problem from the viewpoint of a nonlocal Cahn-Hilliard type equation
Journal of Advanced Research **25**, 67-76, (2020)
DOI: [10.1016/j.jare.2020.04.015](https://doi.org/10.1016/j.jare.2020.04.015)



Zahra Torbatian, Mohammad Alidoosti, Dino Novko, and Reza Asgari

Low-loss two-dimensional plasmon modes in antimonene

Physical Review B **101**, 205412 (2020)

DOI: [10.1103/PhysRevB.101.205412](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.101.205412)

E. Martino, A. Pisoni, A., L. Ćirić, , A. Arakcheeva, H. Berger, A. Akrap, C. Putzke, P. J. W. Moll, I. Batistić, E. Tutiš, L. Forró, and K. Semeniuk

Preferential out-of-plane conduction and quasi-one-dimensional electronic states in layered 1T-TaS₂

npj 2D Mater Appl **4**, 7 (2020)

DOI: [10.1038/s41699-020-0145-z](https://doi.org/10.1038/s41699-020-0145-z)

Gonzalo De Polsi, Ivan Balog, Matthieu Tissier, and Nicolás Wschebor

Precision calculation of critical exponents in the O(N) universality classes with the nonperturbative renormalization group

Phys. Rev. E **101**, 042113 (2020)

DOI: [10.1103/PhysRevE.101.042113](https://doi.org/10.1103/PhysRevE.101.042113)

Vito Despoja, Ivan Radović, Antonio Politano and Zoran L. Mišković

Insights on the Excitation Spectrum of Graphene Contacted with a Pt Skin

Nanomaterials **2020** 10(4), 703 (2020)

DOI: [10.3390/nano10040703](https://doi.org/10.3390/nano10040703)

Antonio Šiber

Icosadeltahedral Geometry of Geodesic Domes, Fullerenes and Viruses: A Tutorial on the T-Number

Symmetry **2020**, 12(4), 556 (2020)

DOI: [10.3390/sym12040556](https://doi.org/10.3390/sym12040556)

Yuki Utsumi, Debashis Mondal, Jun Fujii, Ivana Vobornik, Shota Nakamura, Dubravka Matković-Čalogović, Shigeo Ohara

Electronic Structure of Yb(Ni_{1-x}Co_x)₃Ga₉ Studied by Angle-resolved Photoelectron Spectroscopy

Journal of the Physical Society of Japan **89**, 044711 (2020)

DOI: [10.7566/JPSJ.89.044711](https://doi.org/10.7566/JPSJ.89.044711)



S. G. Zybtsev, A. Nikonov, V. Ya. Pokrovskii, V. V. Pavlovskiy, D. Starešinić
Step-by-step advancement of the charge density wave in the rf-synchronized modes and oscillations of the width of Shapiro steps with respect to the rf power applied

Phys. Rev. B **101** (2020) 115425-1-10 (10 pp)

DOI: [10.1103/PhysRevB.101.115425](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.101.115425)

R. Stefanuik, E. Sokell, E. Long, N. Krstulovic, P. Hayden, M. Mahmood, G. O'Sullivan, and P. Dunne
4d and 5p photoabsorption in laser-produced thulium plasmas

Physical Review A **101**, 033404 (2020)

DOI: [10.1103/PhysRevA.101.033404](https://doi.org/10.1103/PhysRevA.101.033404)

Borna Pelić, Joshua Hall, Vito Despoja, Iva Šrut Rakić, Marin Petrović, Ali Sohani, Carsten Busse, Thomas Michely, Marko Kralj
Sulfur Structures on Bare and Graphene-Covered Ir(111)

J. Phys. Chem. C 2020, **124**, 12, 6659-6668 (2020)

DOI: [10.1021/acs.jpcc.9b11641](https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.9b11641)

Marko Kuveždić, Emil Tafra, Mario Basletić, Ramir Ristić, Petar Pervan, Vesna Mikšić Trontl, Ignacio A. Figueroa, Emil Babić
Change of electronic properties on transition from high-entropy to Ni-rich (TiZrNbCu)_{1-x}Ni_x alloys

Journal of Non-Crystalline Solids **531** 119865 (2020)

DOI: [10.1016/j.jnoncrysol.2019.119865](https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2019.119865)

Petko Todorov, Tigran Vartanyan, Christina Andreeva, David Sarkisyan, Goran Pichler & Stefka Cartaleva
High resolution laser spectroscopy of spatially restricted hot alkali atomic and dimer vapor

Opt Quant Electron **52**, 148 (2020)

DOI: [10.1007/s11082-020-2258-1](https://doi.org/10.1007/s11082-020-2258-1)

Dino Novko, Fabio Caruso, Claudia Draxl, and Emmanuele Cappelluti

Ultrafast Hot Phonon Dynamics in MgB₂ Driven by Anisotropic Electron-Phonon Coupling

Physical Review Letters **124**, 077001 (2020)

DOI: [10.1103/PhysRevLett.124.077001](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.124.077001)



W. Zhang, J. Kong, D. Hu, M. Tao, X. Niu, S. Vdovic, D. Aumiler, Y. Ma, A. Xia, Andong
Solvation-Dependent Excited-State Dynamics of Donor–Acceptor Molecules with Hybridized Local and Charge Transfer Character
Character

J. Phys. Chem. C 2020, **124**, 10, 5574-5582 (2020)

DOI: [10.1021/acs.jpcc.0c00003](https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.0c00003)

A. Selmani, L. Ulm, K. Kasemets, I. Kurvet, I. Erceg, R. Barbir, B. Pem, P. Santini, I. Delač Marion, T. Vinković, A. Krivohlavek, M. Dutour
Sikirić, A. Kahru, I. Vinković Vrček

Stability and toxicity of differently coated selenium nanoparticles under model environmental exposure settings

Chemosphere **250** 126265 (2020)

DOI: [10.1016/j.chemosphere.2020.126265](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126265)

Dino Novko

Broken adiabaticity induced by Lifshitz transition in MoS₂ and WS₂ single layers

Communications Physics **3**, 30 (2020)

DOI: [10.1038/s42005-020-0299-1](https://doi.org/10.1038/s42005-020-0299-1)

Maja Kiš, Slobodan Milošević, Ana Vulić, Zoran Herceg, Tomislava Vukušić, Jelka Pleadin

Efficacy of low pressure DBD plasma in the reduction of T-2 and HT-2 toxin in oat flour

Food Chemistry **316**, 126372, (2020)

DOI: [10.1016/j.foodchem.2020.126372](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126372)

Lucija Krce, Matilda Šprung, Ana Maravić, Polona Umek, Krešimir Salamon, Nikša Krstulović, Ivica Aviani

Bacteria Exposed to Silver Nanoparticles Synthesized by Laser Ablation in Water: Modelling E. coli Growth and Inactivation

Materials **2020**,13, 653 (2020)

DOI: [10.3390/ma13030653](https://doi.org/10.3390/ma13030653)

Guillermo Muñoz-Matutano, Mattias Johnsson, Juan Martínez-Pastor, David Rivas Góngora, Luca Seravalli, Giovanna Trevisi, Paola Frigeri,
Thomas Volz & Massimo Gurioli

All optical switching of a single photon stream by excitonic depletion

Communications Physics **3**, 29, (2020)

DOI: [10.1038/s42005-020-0292-8](https://doi.org/10.1038/s42005-020-0292-8)



Fabio Caruso, Dino Novko and Claudia Draxl
Photoemission signatures of nonequilibrium carrier dynamics from first principles
Physical Review B **101**, 035128 (2020)
DOI: [10.1103/PhysRevB.101.035128](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.101.035128)

Vito Despoja, Lovro Basioli, Jordi Sancho Parramon & Maja Mičetić
Optical absorption in array of Ge/Al-shell nanoparticles in an Alumina matrix
Scientific Reports **10**, 65 (2020)
DOI: [10.1038/s41598-019-56673-8](https://doi.org/10.1038/s41598-019-56673-8)

Krisztián Gierczik, Tomislava Vukušić, László Kovács, András Székely, Gabriella Szalai, Slobodan Milošević, Gábor Kocsy, Kinga Kutasi, Gábor Galiba
Plasma-activated water to improve the stress tolerance of barley
Plasma Processes and Polymers, **17**, 3, (2020)
DOI: [10.1002/ppap.201900123](https://doi.org/10.1002/ppap.201900123)

Perčić, M., Zelenika, S., Mezić, I. Peter, R., Krstulović, N.
An experimental methodology for the concurrent characterization of multiple parameters influencing nanoscale friction
Friction **8**, 577-593 (2020)
DOI: [10.1007/s40544-019-0289-z](https://doi.org/10.1007/s40544-019-0289-z)

Ivan Balog, Gilles Tarjus, and Matthieu Tissier
Dimensional reduction breakdown and correction to scaling in the random-field Ising model
Phys. Rev. E **102**, 062154 (2020)
DOI: [10.1103/PhysRevE.102.062154](https://doi.org/10.1103/PhysRevE.102.062154)



5.2 OSTALE PUBLIKACIJE (UKUPNO 10)

Elinor TROGRLIĆ, Damir AUMILER i Ticijana BAN

Uspostava nacionalnoga umjernog laboratorija za vrijeme i frekvenciju u Republici Hrvatskoj

Svijet po mjeri **9**, 3 i 4 (2020)

http://www.ifs.hr/wp-content/uploads/2021/03/Uspostava-nacionalnoga-umjernog-laboratorija_%C4%8Dasopis.pdf

Sanja Živković, Jelena Petrović, Miloš Ognjanović, Jovan Ciganović, Damjan Blažeka, Nikša Krstulović, Miloš Momčilović

Nanostructures assisted TEA-CO₂ based Libs: Improvement of the limit of detection

Publ. Astron. Obs. Belgrade **99**, 209 – 212, (2020)

<http://www.ifs.hr/wp-content/uploads/2020/09/209-212.pdf>

Elinor Trogrlić, Ticijana Ban i Damir Aumiler

Nacionalni umjerni laboratorij za vrijeme i frekvenciju u osnivanju pri Centru za napredne laserske tehnike (CALT) na Institutu za fiziku

Svijet po mjeri **9**, 1 i 2 (2020)

http://www.ifs.hr/wp-content/uploads/2020/07/Svijet_po_Mjeri_Trogrlic.pdf

Erjavec, Berti

Europska noć istraživača 2019. g.

Matematičko fizički list **70**, 279, (2020)

<https://hrcak.srce.hr/241715>

Milošević, Slobodan

Bose-Einsteinova kondenzacija u razrijeđenim parama: novo makroskopsko kvantno stanje materije

Matematičko fizički list **70**, Izvanredni-J, (2020)

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

Kralj, Marko

Grafen: zvijezda je rođena, Nobelova nagrada za fiziku 2010. godine

Matematičko fizički list, **70**, Izvanredni-J, (2020)

https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=354082



Hanjš, Željko; Popčević, Petar; Županović, Vesna; Smontara Ana
Sedamdeset godina Matematičko-fizičkog lista
Matematičko-fizički list, **71**, 282, (2020)
<https://hrcak.srce.hr/file/369692>

Hanjš, Željko; Herak, Mirta
Izvanredni broj (J), Sedam desetljeća Matematičko-fizičkog lista
Matematičko-fizički list, **71**, 282, (2020)
<https://hrcak.srce.hr/file/369701>

Krstulović, Nevena; Mudronja, Domagoj; Bielen, Ana; Bošnjak, Ivana; Krstulović, Nikša
Projekt PlasmaArt: upotreba plazmenog mlaza za dezinfekciju drvenih umjetnina
Online, (2020); 1
<https://www.bib.irb.hr/1098222>

Sanja Živković, Jelena Petrović, Miloš Ognjanović, Jovan Ciganović, Damjan Blažeka, Nikša Krstulović, Miloš Momčilović
Nanostructures assisted TEA-CO₂ based Libs: Improvement of the limit of detection
Publ. Astron. Obs. Belgrade **No. 99** (2020), 209 - 212
<http://www.ifs.hr/wp-content/uploads/2020/09/209-212.pdf>

5.3 SAŽECI I POSTERI U ZBORNICIMA SKUPOVA (UKUPNO 9)

Gabrić, Dragana ; Aumiler, Damir ; Gjorgievska, Elizabeta ; Smojver, Igor ; Marković, Luka ; Pavlić, Verica
Infrared thermographic evaluation of temperature modifications induced during osteotomies performed with Er:YAG laser, piezosurgery and surgical drill – an animal study
Clinical Oral Implants Research / Heitz-Mayfield, Lisa J. A. - Hong Kong : Wiley, 2020, 79-79
(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)



Forjan, Mateo; Vdović, Silvije; Basarić, Nikola; Šekutor, Marina; Kabacinski, Piotr; Cerullo, Giulio

Ultrafast Transient Absorption of Phenolic and Adamantyl Compounds

CECP 2020 "Central European Conference on Photochemistry" - Book of Abstracts / Chauvin, Jérôme ; Cibulka, Radek ; D'Auria, Maurizio ; Kumpulainen, Tatu ; Strehmel, Bernd (ur.).

Bad Hofgastein, Austrija, 2020. str. 68-68

(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

Vuletić, Tomislav

FCS study of interaction of DNA and supramolecular systems functionalized with adamantyl guanidines

4th COST-sponsored ARBRE-MOBIEU plenary meeting Living molecules: towards integrative biophysics of the cell
Prag, Češka Republika, 2020.

(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

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

Nanostructures assisted tea-CO2 based LIBS: improvement of the limit of detection

Publ. Astron. Obs. Belgrade No. 99 (2020), 209 - 212

30 Summer School and the International Symposium on the Physics of Ionized Gases/

Popović, Luka Č. ; Borka, Duško ; Ilić, Dragana ; Srećković, Vladimir (ur.)./ str. 209-212

Online, Šabac, Srbija, 2020.

(poster, domaća recenzija, sažetak, znanstveni)

Krstulović, Nikša

Cavity Ring-Down Spectroscopy as a tool for plasmodiagnostics

Publ. Astron. Obs. Belgrade No. 99 (2020), 140

30 Summer School and the International Symposium on the Physics of Ionized Gases/

Popović, Luka Č. ; Borka, Duško ; Ilić, Dragana ; Srećković, Vladimir (ur.)./ str. 140-140

Online, Šabac, Srbija, 2020.

(pozvano predavanje, domaća recenzija, sažetak, znanstveni)

A.Kalinić, I. Radović, L. Karbunar, V. Despoja, Z.L. Mišković

Interactions of Ions with Graphene-Sapphire-Graphene Composite system: Stopping force and Image force

Publ. Astron. Obs. Belgrade No. 99 (2020), 97 - 100

30 Summer School and the International Symposium on the Physics of Ionized Gases/

Popović, Luka Č. ; Borka, Duško ; Ilić, Dragana ; Srećković, Vladimir (ur.)./ str. 97-100



Online, Šabac, Srbija, 2020.
(contributed paper, domaća recenzija, sažetak, znanstveni)

Vdović, Silvije
[Excited State Dynamics of \$\beta\$ -Carotene Revealed Utilizing Ultrafast Laser Spectroscopy](#)
11th Symposium on Computing π -conjugated Compounds / - , 2020, 3-3
Zagreb, Hrvatska, 2020.
(pozvano predavanje, sažetak, znanstveni)

Krstulović, Nikša
[Laser synthesis of nanoparticles and applications](#)
Gaseous Electronic Symposium, str. 1-1
Online, Rogla, Slovenija, 2020.
(pozvano predavanje, bez recenzije, sažetak, znanstveni)

I.Krešić, M. Kruljac, D. Aumiler, T. Ban
[Electromagnetically induced transparency of a single frequency comb mode](#)
Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO), ISBN: 978-1-943580-76-7
Online, San Jose, USA, 2020.
(poster, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)

5.4 KNJIGE - UREDNIŠTVO (UKUPNO 1)

Ticijana Ban, Berti Erjavec, Marko Kralj, Antonela Maračić, Danijela Osredečki, Damir Starešinić
[Godišnji izvještaj 2020.](#)
Institut za fiziku, Zagreb, Hrvatska (2020)





6. SEMINARI I NASTUPNA PREDAVANJA NA INSTITUTU ZA FIZIKU (UKUPNO 4)

13.01.2020. u 11:00h

Nastupno predavanje: Dr. Sc. Ida Delač Marion

[Funkcionalizirani 2D materijali i dizajnirane nanostrukture niske dimenzionalnosti](#)

06.02.2020. u 15:00h

Seminar: Dr. Sc. Tetiana Khristova

[SciFindern training: introduction to scientific information retrieval to get the most value out of SciFindern](#)

21.02.2020. u 14:00h

Nastupno predavanje: Dr. Sc. Mario Rakić

[Od fotovoltaike i spektroskopije do optičke digitalne logike](#)

11.03.2020. u 15:00h

Nastupno predavanje: Dr. Sc. Silvije Vdović

[Femtosekundna laserska spektroskopija: mogućnosti i izazovi](#)



7. POZVANI SEMINARI (UKUPNO 0)

Izostali su zbog pandemije i epidemiološke situacije vezane uz COVID 19.



8. SUDJELOVANJE NA KONFERENCIJAMA I RADIONICAMA

8.1 POZVANA PREDAVANJA (UKUPNO 4)

Vdović, Silvije

[Excited State Dynamics of \$\beta\$ -Carotene Revealed Utilizing Ultrafast Laser Spectroscopy](#)

11th Symposium on Computing π -conjugated Compounds

Zagreb, Hrvatska, 31.01.2020.

Krstulović, Nikša

[Laser synthesis of nanoparticles and applications](#)

3rd Gaseous Electronic Symposium, str. 1-1

Online, Rogla, Slovenija, 03.-06.2.2020.

Krstulović, Nikša

[Cavity Ring-Down Spectroscopy as a tool for plasmodiagnostics](#)

30 Summer School and the International Symposium on the Physics of Ionized Gases

Online, Šabac, Srbija, 24.-28.8.2020

Novko, Dino

[Plasmon-assisted channel of photoemission from metals](#)

International Ultrafast Knowledge "Coffee House", University of Pittsburgh

Online, Pittsburgh, USA, 5.10 2020.



8.2 PREDAVANJA (UKUPNO 2)

Naveen Singh Dhimi, Yuki Utsumi

[Pressure dependent electronic structure of EutGe3 \(T= Co, Rh\)](#)

ECMetAC Days 2020

Online, 7. - 10.12.2020.

I. Balog, L.N. Farkaš, A. Rancon, G. Tarjus

[Nonperturbative Renormalization Group approach to the lower critical dimension in systems with discrete symmetry](#)

10th International Conference on Exact Renormalization Group 2020 (ERG2020)

Online, Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto University, Japan, 2.-6.11.2020.

8.3 OSTALA SUDJELOVANJA (UKUPNO 29)

Ivan Balog

Sudjelovanje na seminaru

Localisation 2020

Online, Sapporo, Japan, 24.- 29.8.2020.

Krstulović, Nevena; Mudronja, Domagoj; Bielen, Ana; Bošnjak, Ivana; Krstulović, Nikša

[Projekt PlasmaArt: upotreba plazmenog mlaza za dezinfekciju drvenih umjetnina](#)

Online, Zagreb, Hrvatska, 10.12.2020.

Nikša Krstulović, Nevena Krstulović

[Projekt PlasmaArt](#)

Online, Zagreb, Hrvatska, 15.12.2020.

Neven Šantić

[Atomski satovi bazirani na optičkim rešetkama: kako napraviti sat koji gubi jednu sekundu u 30 milijardi godina](#)



European Quantum Week
Online, Zagreb, Hrvatska, 4.11.2020.

Marin Petrović
[2D materijali – tehnološki potencijal kvantnih sistema reducirane dimenzionalnosti](#)
European Quantum Week
Online, Zagreb, Hrvatska, 5.11.2020.

Ticijana Ban
Glavni organizator
European Quantum Week
Online, Zagreb, Hrvatska, 2.-6.11.2020.

Ticijana Ban
Predsjednica organizacijskog odbora
52. Conference of the European Group on Atomic Systems (EGAS)
Institut za fiziku, Zagreb, Hrvatska, 6.-10.7.2020. **Otkazano: COVID 19**

Nataša Vujičić
Član organizacijskog odbora
52. Conference of the European Group on Atomic Systems (EGAS)
Institut za fiziku, Zagreb, Hrvatska, 6.-10.7.2020. **Otkazano: COVID 19**

Silvije Vdović
Član organizacijskog odbora
52. Conference of the European Group on Atomic Systems (EGAS)
Institut za fiziku, Zagreb, Hrvatska, 6.-10.7.2020. **Otkazano: COVID 19**

Tomislav Vuletić
Predsjednik organizacijskog odbora
15th International School of Biophysics
Split - Primošten, Hrvatska, 27.8.-5.9. 2020. **Otkazano: COVID 19**



Ida Delač Marion
Član organizacijskog odbora
15th International School of Biophysics
Split - Primošten, Hrvatska, 27.8.-5.9. 2020. **Otkazano: COVID 19**

Antonio Šiber
[Mechanical design of apertures and the infolding of pollen grain](#)
Online, YouTube, 13.10.2020.

N. Vujičić, Ž. Rapljenović, A. Senkić, M. Kruljac i B. Erjavec
[Svjetlost i boje, magneti, vakuum i vrlo hladne pojave](#)
Znanstveno – popularna radionica za djecu
Dječji vrtić Utrine, Zagreb, Hrvatska, 31.1.2020.

Nikša Krstulović
Predsjednik državnog povjerenstva za eksperimentalne radove srednjih škola
Državno natjecanje iz fizike
Online, Hrvatska, 19. – 20.11.2020.

Nikolina Novosel
Članica državnog povjerenstva
Državno natjecanje iz fizike
Online, Hrvatska, 19. – 20.11.2020.

Nikolina Novosel
Voditeljica hrvatske olimpijske ekipe
51. međunarodna fizička olimpijada
Online, Litva, 17.-25.7.2020.

Ticijana Ban
[Hladni atomi i kvantne tehnologije](#)
Stručni skup: Relevantna područja moderne fizike kroz 70 godina izlaženja Matematičko-fizičkog lista
Online, Zagreb, Hrvatska, 18.9.2020.



Tomislav Vuletić

[Biopolielektrolitni kompozit: smjesa hijalurona i DNK](#)

Stručni skup: Relevantna područja moderne fizike kroz 70 godina izlaženja Matematičko-fizičkog lista Online, Zagreb, Hrvatska, 18.9.2020.

Marko Kralj

[Grafi i novi atomski tanki materijali i primjene opolielektrolitni kompozit: smjesa hijalurona i DNK](#)

Stručni skup: Relevantna područja moderne fizike kroz 70 godina izlaženja Matematičko-fizičkog lista Online, Zagreb, Hrvatska, 18.9.2020.

Petar Popčević

Predsjednik organizacijskog odbora

Stručni skup: Relevantna područja moderne fizike kroz 70 godina izlaženja Matematičko-fizičkog lista Online, Zagreb, Hrvatska, 18.9.2020.

Ana Smontara

Član organizacijskog odbora

Stručni skup: Relevantna područja moderne fizike kroz 70 godina izlaženja Matematičko-fizičkog lista Online, Zagreb, Hrvatska, 18.9.2020.

Berti Erjavec

Član organizacijskog odbora

Stručni skup: Relevantna područja moderne fizike kroz 70 godina izlaženja Matematičko-fizičkog lista Online, Zagreb, Hrvatska, 18.9.2020.

P. Popčević, A. Smontara, B. Erjavec

Organizacijski odbor

Okrugli stol: Matematičko-fizički list jučer, danas, sutra

Online, Zagreb, Hrvatska, 19.9.2020.

Berti Erjavec

Koordinator aktivnosti IF-a

Touch Me festival 2020

Zagreb, Hrvatska, 2.10.2020.





I. Dukić, M. Marceljak Ilić, učenici 15. gimnazije

[Nanopriming - utjecaj nanočestica na biljke](#)

Touch Me festival 2020

Zagreb, Hrvatska, 2.10.2020.

Silvije Vdović

[Laseri u astronomiji](#)

51. Ljetna škola astronomije

Petehovac, Delnice, Hrvatska, 18.07.2020.

N. Krstulović, I. Dukić, M. Marceljak Ilić, učenici 15. gimnazije

[Nanopriming - utjecaj nanočestica na biljke](#)

Projekt Zvijezda je rođena 2020

YouTube, Hrvatska, 3.07.2020.

S. Vdović, M. Rakić, M. Movre, učenici 15. gimnazije

[Laserska pinceta](#)

Projekt Zvijezda je rođena 2020

YouTube, Hrvatska, 13.07.2020.

D. Dominko, M. Movre, učenici 15. gimnazije

[Elektroni surađuju na niskim temperaturama - izrada jednostavnog kriostata](#)

Projekt Zvijezda je rođena 2020

YouTube, Hrvatska, 25.09.2020.



9. DOKTORSKE DISERTACIJE I DIPLOMSKI RADOVI

9.1 OBRANJENE DOKTORSKE DISERTACIJE (UKUPNO 0)

Tijekom 2020. godine nije bilo obrane doktorske disertacije.

9.2 OBRANJENI DIPLOMSKI RADOVI (UKUPNO 8)

Josip Bajo

Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

[Optička karakterizacija dihalogenida prijelaznih metala u svojstvu poboljšanja parametara sinteze](#)

završni rad - diplomski/integralni studij

30. 09. 2020.

Mentor: Nataša Vujičić

Toma Petrinović

Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

[Mjerenje temperature hladnog atomskog plina apsorpcijskim oslikavanjem](#)

završni rad - diplomski/integralni studij

28. 09. 2020.

Mentor: Ticijana Ban

Vedran Brusar

Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

[Tranzijentna apsorpcija Rodamina B](#)

završni rad - diplomski/integralni studij

24. 09. 2020.

Mentor: Silvije Vdović



Ema Vlašić
Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu
[Detekcija vezanja stanica algi na bioreceptore korištenjem kvarcne mikrovage](#)
završni rad - diplomski/integralni studij
21. 09. 2020.
Mentor: Tomislav Vuletić

Aleksandar Opančar
Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu
[Laserski inducirana lavinasta ionizacija u atmosferskom plazmenom mlazu helija](#)
završni rad - diplomski/integralni studij
18. 09. 2020.
Mentor: Slobodan Milošević

Nina Girotto
Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu
[Neadijabatska renormalizacija optičkih fonona u visoko dopiranom grafenu](#)
završni rad - diplomski/integralni studij
09. 07. 2020.
Mentor: Dino Novko

Nikola Klobučar
Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu
[Laserska sinteza dvokomponentnih nanočestica u tekućinama za primjene u fotokatalizi](#)
završni rad - diplomski/integralni studij
08. 07. 2020.
Mentor: Nikša Krstulović

Ivana Puljić
Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu
[Istovremeno hlađenje dvije vrste atoma optičkim frekventnim češljem](#)





završni rad - diplomski/integralni studij

03. 07. 2020.

Mentor: Damir Aumiler

9.3 DOKTORSKE DISERTACIJE U TIJEKU (UKUPNO 26)

D. Abramović

[Naslov teme: Primjena kvantne svjetlosti u holografiji](#)

Mentor: H. Skenderović

D. Blažeka

[Naslov teme: Sinteza nanočestica laserskom ablacijom u vodi, njihova karakterizacija i primjena](#)

Mentor: N. Krstulović

A.L. Brkić

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

Mentor: D. Novko

D. Buhin

[Predložena tema: 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

N. S. Dhani

[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

[Predložena tema: Primjena ultrabrze spektroskopije u određivanju fotokemije kinon-metida](#)

Mentor: S. Vdović

N. Giroto

[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

[Predložena tema: Optička svojstva 2D materijala i napredne optičke metode](#)

Mentorica: N. Vujičić

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

[Predložena tema: Jake korelacije i nered](#)

Mentor: O.S. Barišić

M. Kruljac

[Predložena tema: Cavity Cooling with Frequency Comb](#)

Mentorica: T. Ban

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: Tacijana Ban

B. Radatović

[Naslov teme: Transportna karakterizacija heterostruktura 2D materijala](#)

Mentor: M. Petrović

R. Radičić

[Predložena tema:](#)

Mentor: N. Krstulović

Ž. Rapljenović

[Naslov teme: Kolektivna dinamika u multiferocima](#)

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: Lasersko hlađenje frekventnim češljem

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 2020./2021.

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 2020./2021.

PREZIME, ime	ZVANJE	INST.	NAZIV KOLEGIJA	NOSITELJ
Aumiler, Damir	ZSV	PMF ZG	Koherentno međudjelovanje atoma i svjetlosti	D. Aumiler
Ban, Ticijana	ZSV	PMF ZG	Lasersko hlađenje i zarobljavanje	T. Ban
Ban, Ticijana	ZSV	PMF ZG	Uvod u modernu atomsku, molekulsku i optičku fiziku	T. Ban
Ban, Ticijana	ZSV	PMF ZG	Primjena lasera u medicini	T. Ban
Beuc, Robert	ZSV	PMF ZG	Teorija optičkih spektara dvoatomskih sustava	R. Beuc
Barišić, Osor Slaven	VZS	PMF ZG	Teorija 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 s 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. MOBILNOST ZNANSTVENIKA

11.1 ODLAZNA MOBILNOST

IME I PREZIME / VRSTA BORAVKA	Zemlja	vremenski period
D. DOMINKO – ZNANSTVENI POSJET	NJEMAČKA	15.02.2020. - 22.02.2020.
V. KISIČEK- ZNANSTVENI POSJET	NJEMAČKA	15.02.2020. - 29.02.2020.
H. SKENDEROVIĆ – ZNANSTVENI POSJET	SRBIJA	30.01.2020. - 01.02.2020.
M. RAKIĆ – ZNANSTVENI POSJET	SRBIJA	30.01.2020. – 01.02.2020.
N. KRSTULOVIĆ – KONFERENCIJA	SLOVENIJA	03.02.2020. - 06.02. 2020.
A. SENKIĆ – ZNANSTVENI POSJET	ITALIJA	09.02.2020. – 15.02.2020.
V. JADRIŠKO- ZNANSTVENI POSJET	ITALIJA	10.02.2020. – 15.02.2020.
M. FORJAN – KONFERENCIJA	NJEMAČKA	09.02.2020. - 13.02. 2020.
T. VULETIĆ – SASTANAK	ČEŠKA	22.02.2020. - 27.02.2020.
T. BAN - SASTANAK	NJEMAČKA	27.02.2020. – 28.02.2020.
B. PIELIĆ – ZNANSTVENI POSJET	NJEMAČKA	01.03.2020. – 18.03.2020.
M. KRALJ - KONFERENCIJA	HRVATSKA	12.03.2020.
S. MILOŠEVIĆ - KONFERENCIJA	HRVATSKA	12.03.2020.
M. RAKIĆ - KONFERENCIJA	HRVATSKA	12.03.2020.



D. POPOVIĆ - KONFERENCIJA	HRVATSKA	12.03.2020.
O. S. BARIŠIĆ – ZNANSTVENI POSJET	AUSTRIJA	18.02.2020. - 21.02.2020.
G. ZGRABLIĆ – ZNANSTVENI POSJET	NJEMAČKA	06.03.2020. – 09.03.2020.
N. S. DHAMI – ZNANSTVENI POSJET	FRANCUSKA	01.07.2020. - 06.07.2020.
Y. U. BOUCHER – ZNANSTVENI POSJET	FRANCUSKA	01.07.2020. – 06.07.2020.
N. KRSTULOVIĆ – ZNANSTVENI POSJET	HRVATSKA	28.06.2020. – 03.07.2020.
D. KOVAČIĆ – ZNANSTVENI POSJET	NJEMAČKA	01.09.2019. - 31.08.2020.
D. KOVAČIĆ – ZNANSTVENI POSJET	NJEMAČKA	07.09.2020. - 31.08.2021.
N. ŠANTIĆ – POSTDOC	NJEMAČKA	02.01.2020. - 31.09.2020.
Ž. RAPLJENOVIĆ – ZNANSTVENI POSJET	francuska	12.10.2020. - 12.12.2020.
V. VULIĆ – ZNANSTVENI POSJET	švicarska	15.10.2020. - 14.01.2021.
D. POPOVIĆ – POSTDOC	slovenija	01.11.2020. - 31.10.2021.
P. PERVAN - SABBATICAL	HRVATSKA	01.09.2019. - 15.09.2020.
J. KRSNIK- KONFERENCIJA	ČEŠKA	06.09.2020. – 11.09.2020.
V. KISIČEK – KONFERENCIJA	ČEŠKA	06.09.2020. – 11.09.2020.
L. SINKOVIĆ – KONFERENCIJA	ČEŠKA	06.09.2020. – 12.09.2020.
L. SINKOVIĆ – LJETNA ŠKOLA	FRANCUSKA	13.09.2020. – 20.09.2020.



A. SENKIĆ – ODRŽAVANJE NASTAVE	Hrvatska	25.08.2020. – 28.08.2020.
A. SUPINA – ODRŽAVANJE NASTAVE	HRVATSKA	25.08.2020. - 28.08.2020.
Ž. RAPLJENović – ODRŽAVANJE NASTAVE	HRVATSKA	25.08.2020. - 28.08.2020.

11.2. ULAZNA MOBILNOST

IME I PREZIME / VRSTA BORAVKA	ZEMLJA	VREMENSKI PERIOD
Y. FUKUSUMI - ZNANSTVENI POSJET	JAPAN	11.01.2020. - 09.02.2020.
G. BRANKOVIĆ I J. VUKAŠINOVIĆ - ZN. POSJET	SRBIJA	10.-14.2.2020.



12. POPIS POPULARIZACIJSKIH I OSTALIH AKTIVNOSTI

R.B.	AUTORI ILI IZVOĐAČI	MJESTO ODRŽAVANJA, NASLOV ČASOPISA, DOGAĐAJA ILI EMISIJE	VRIJEME	NASLOV PREDAVANJA, RADIONICE, EMISIJE, ČLANKA ILI AKTIVNOSTI	VRSTA AKTIVNOSTI	LINK
1.	N.Vujičić, Ž. Rapljenović, A. Senkić, M. Kruljac i B. Erjavec	Dječji vrtić Utrina, Zagreb	31.1.2020.	Svjetlost i boje, magneti, vakuum i vrlo hladne pojave	Edukacijsko - zabavna radionica za vrtićki uzrast	http://popularizacija.ifs.hr/predavanja/radionice/2020-posjet-dv-utrina/
2.	M. Kralj, S. Milošević, D. Popović	Portal SBplus	12.03.2020.	Predstavljanje projekta "Prilagodba povrtnih kultura novim agrometeorološkim uvjetima u Slavoniji"	Novinski članak	https://www.sbplus.hr/slavonski_brod/politika/eu_fondovi/projekt_od_ci_jeg_sinergijskog_ucinka_svi_mogu_imati_koristi.aspx#.Xw7R2Sgzbcu
3.	M. Kralj, S. Milošević, D. Popović	Brod portal	12.03.2020.	Predstavljanje projekta "Prilagodba povrtnih kultura novim agrometeorološkim	Novinski članak	http://www.brodportal.hr/clanak/odrzana-uvodna-konferencija-projekta-prilagodba-povrtnih-kultura-novim-agrometeoroliskim-uvjetima-u-slavoniji-veleucilista-u-slavonskom-brodu-25360



R.B.	AUTORI ILI IZVOĐAČI	MJESTO ODRŽAVANJA, NASLOV ČASOPISA, DOGAĐAJA ILI EMISIJE	VRIJEME	NASLOV PREDAVANJA, RADIONICE, EMISIJE, ČLANKA ILI AKTIVNOSTI	VRSTA AKTIVNOSTI	LINK
4.	Marko Kralj	TV Dnevnik Slavonsko - Brodske televizije	13.03.2020.	uvjetima u Slavoniji” Predstavljanje projekta “Prilagodba povrtnih kultura novim agrometeorološkim uvjetima u Slavoniji”	Prilog u TV emisiji	https://youtu.be/1P1QztqWbng
5.	Marko Kralj	T-portal	29.3.2020.	Na Institutu za fiziku žanju Sunčevo svjetlo, grafen slažu kao lego kocke, a rade i kvantni sat za precizniju definiciju sekunde	Novinski članak	http://popularizacija.ifs.hr/mediji/clanci/2020-tportal-o-institutu-za-fiziku/
6.	Ana Smontara	Matematičko - fizički list LXX 4/280 2019./2020.	Travanj 2020.	Ana Smontara, istaknuta znanstvenica i popularizatorica fizike, urednica za fiziku MFL-a gotovo jedno desetljeće	Intervju	http://popularizacija.ifs.hr/mediji/clanci/2020-mfl-ana-smontara/
	H. Skenderović, N. Demoli, M. Rakić, D. Abramović,	Jutarnji list	13.6.2020.	Znanost za sigurnost: Hrvati za NATO rade kameru inspiriranu	Novinski članak	http://popularizacija.ifs.hr/mediji/clanci/2020-hrvati-za-nato-rade-kameru-inspiriranu-mikrolamelama-leptira/



R.B.	AUTORI ILI IZVOĐAČI	MJESTO ODRŽAVANJA, NASLOV ČASOPISA, DOGAĐAJA ILI EMISIJE	VRIJEME	NASLOV PREDAVANJA, RADIONICE, EMISIJE, ČLANKA ILI AKTIVNOSTI	VRSTA AKTIVNOSTI	LINK
7.	M. Forjan, J. Gladić			mikrolamelama leptira		
8.	H. Skenderović, M. Rakić, D. Abramović	Jutarnji list	21.06.2020.	Na institutu za fiziku u tijeku je veliki infrastrukturni projekt, 121 milijun kuna vrijedni CALT!	Novinski članak	http://popularizacija.ifs.hr/mediji/clanci/2020-milijunski-biznis/
9.	I. Dukić, M. Marceljak Ilić, N. Krstulović, učenici 15. gimnazije Zagreb	YouTube kanal Instituta za fiziku	03.07.2020.	Nanoprining - utjecaj nanočestica na biljke, projekt Zvijezda je rođena 2020.	Video prezentacija aktivnosti učenika	https://youtu.be/whf4dpo0ZD4
10.	S. Vdović, M. Rakić, M. Movre, učenici 15. gimnazije Zagreb	YouTube kanal Instituta za fiziku	13.07.2020.	Laserska pinceta, projekt Zvijezda je rođena 2020.	Video prezentacija aktivnosti učenika	https://youtu.be/vR4cXw4kmug
11.	D. Dominko, M. Movre, učenici 15. gimnazije Zagreb	YouTube kanal Instituta za fiziku	25.09.2020.	Elektroni surađuju na niskim temperaturama - izrada jednostavnog kriostata, projekt	Video prezentacija aktivnosti učenika	https://youtu.be/X-Y9YTZYiQY



R.B.	AUTORI ILI IZVOĐAČI	MJESTO ODRŽAVANJA, NASLOV ČASOPISA, DOGAĐAJA ILI EMISIJE	VRIJEME	NASLOV PREDAVANJA, RADIONICE, EMISIJE, ČLANKA ILI AKTIVNOSTI	VRSTA AKTIVNOSTI	LINK
				Zvijezda je rođena 2020.		
12.	E. Trogrlić T. Ban, D. Aumiler	Svijet po mjeri, godina 9., broj 1 i 2, 2020	8.7.2020.	Nacionalni umjerni laboratorij za vrijeme i frekvenciju u osnivanju pri Centru za napredne laserske tehnike (CALT) na Institutu za fiziku	Stručni članak	http://popularizacija.ifs.hr/mediji/clanci/2020-nacionalni-umjerni-laboratorij-za-vrijeme-i-frekvenciju-u-osnivanju-pri-centru-za-napredne-laserske-tehnike-calt-na-institutu-za-fiziku/
13.	Silvije Vdović	51. Ljetna škola astronomije, Petehovac, Delnice	18.07.2020.	Laseri u astronomiji	Predavanje za učenike	https://zvjezdarnica.hr/obrazovni/obrazovni-program/astronomska-ljetna-skola/
14.	S. Vdović, M. Rakić, M. Movre, učenici 15. gimnazije Zagreb	Kontinuirani rad s darovitim učenicima	1.1.2020. - 31.12.2020.	Laserska pinceta, projekt Zvijezda je rođena 2020.	Institut za fiziku, online TEAMS sustav	http://popularizacija.ifs.hr/projekti/2020-laserska-pinceta/
15.	I. Dukić, M. Marceljak Ilić, N. Krstulović, učenici 15. gimnazije Zagreb	Kontinuirani rad s darovitim učenicima	1.1.2020. - 31.12.2020.	Nanoprining - utjecaj nanočestica na biljke, projekt Zvijezda je rođena 2020.	Institut za fiziku, online TEAMS sustav	http://popularizacija.ifs.hr/projekti/2019-nanoprining-utjecaj-nanocestica-na-biljke/



R.B.	AUTORI ILI IZVOĐAČI	MJESTO ODRŽAVANJA, NASLOV ČASOPISA, DOGAĐAJA ILI EMISIJE	VRIJEME	NASLOV PREDAVANJA, RADIONICE, EMISIJE, ČLANKA ILI AKTIVNOSTI	VRSTA AKTIVNOSTI	LINK
16.	D. Dominko, M. Movre, učenici 15. gimnazije Zagreb	Kontinuirani rad s darovitim učenicima	1.1.2020. - 31.12.2020.	Elektroni surađuju na niskim temperaturama - izrada jednostavnog kriostata, projekt Zvijezda je rođena 2020.	Institut za fiziku, online TEAMS sustav	http://popularizacija.ifs.hr/projekti/2019-elektroni-suraduju-na-niskim-temperaturama/
17.	Berti Erjavec	Voditelj projekta	1.1.2020. - 31.12.2020.	Zvijezda je rođena 2020 - rad s darovitim učenicima. Projekt sufinanciran redstvima MZO za 2020. godinu	Institut za fiziku, online TEAMS sustav	http://popularizacija.ifs.hr/projekti/2019-zvijezda-je-rodena-2019-mzo/
18.	Slobodan Milošević	Matematičko fizički list, Vol. 70 No. IZVANREDNI-J, 2020.	Rujan 2020.	Bose-Einsteinova kondenzacija u razrijeđenim parama: novo makroskopsko kvantno stanje materije	Stručni članak	https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=354078
19.	Marko Kralj	Matematičko fizički list, Vol. 70 No. IZVANREDNI-J, 2020.	Rujan 2020.	Grafen: zvijezda je rođena, Nobelova nagrada za fiziku 2010. godine	Stručni članak	https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=354082
20.	Mirta Herak	Matematičko fizički list, Vol. 70 No. IZVANREDNI-J, 2020.	Rujan 2020.	Uređivanje članka	Uređivanje članka iz fizike	https://hrcak.srce.hr/index.php?show=toc&id_broj=19387



R.B.	AUTORI ILI IZVOĐAČI	MJESTO ODRŽAVANJA, NASLOV ČASOPISA, DOGAĐAJA ILI EMISIJE	VRIJEME	NASLOV PREDAVANJA, RADIONICE, EMISIJE, ČLANKA ILI AKTIVNOSTI	VRSTA AKTIVNOSTI	LINK
21.	Mirta Herak, Željko Hanjš	Matematičko fizički list, 71, 282, (2020)	Prosinac 2020.	Izvanredni broj (J), Sedam desetljeća Matematičko-fizičkog lista	Stručni članak	https://hrcak.srce.hr/file/369701
22.	Ž. Hanjš, P. Popčević, V. Županović, A. Smontara	Matematičko fizički list, 71, 282, (2020)	Prosinac 2020.	Sedamdeset godina Matematičko-fizičkog lista	Stručni članak	https://hrcak.srce.hr/clanak/369692
23.	S. Vdović, M. Rakić, M. Movre, učenici 15. gimnazije Zagreb	9. Znanstveni piknik, Stubički Golubovec	25.-27. 09.2020.	Laserska pinceta, projekt Zvijezda je rođena 2020.	Online sudjelovanje preko kanala YouTube	https://youtu.be/ibTgrkcZK_A
24.	D. Dominko, M. Movre, učenici 15. gimnazije	9. Znanstveni piknik, Stubički Golubovec	25.-27. 09.2020.	Elektroni surađuju na niskim temperaturama - izrada jednostavnog kristata, projekt Zvijezda je rođena 2020.	Online sudjelovanje preko kanala YouTube	https://youtu.be/7dyqVf7zEKk
25.	I. Dukić, M. Marceljak Ilić, N. Krstulović, učenici 15. gimnazije Zagreb	9. Znanstveni piknik, Stubički Golubovec	25.-27. 09.2020.	Nanoprining - utjecaj nanočestica na biljke, projekt Zvijezda je rođena 2020.	Online sudjelovanje preko kanala YouTube	https://youtu.be/7dyqVf7zEKk



R.B.	AUTORI ILI IZVOĐAČI	MJESTO ODRŽAVANJA, NASLOV ČASOPISA, DOGAĐAJA ILI EMISIJE	VRIJEME	NASLOV PREDAVANJA, RADIONICE, EMISIJE, ČLANKA ILI AKTIVNOSTI	VRSTA AKTIVNOSTI	LINK
26.	B. Erjavec, I. Dukić, M. Marceljak Ilić, učenici 15. gimnazije Zagreb	Touch Me festival 2020, Tehnički muzej Nikola Tesla, Zagreb	2.10.2020.	Nanoprining - utjecaj nanočestica na biljke, projekt Zvijezda je rođena 2020.	Radionica za javnost	http://popularizacija.ifs.hr/predavanja/radionice/2020-touch-me-festival/
27.	H. Skenderović, M. Rakić, D. Abramović	Prometej, HTV 1	15.10.2020.	Predstavljanje projekta NATO - Science for Peace and Security Programme, međunarodni projekt Biological and bioinspired structures for multispectral surveillance	Sudjelovanje u emisiji	http://popularizacija.ifs.hr/mediji/tv-emisije/2020-prometej-nato-znanost-za-mir-i-sigurnost/
28.	P. Popčević, A. Smontara, B. Erjavec	Online, FER	18.09.2020.	Relevantna područja moderne fizike kroz 70 godina izlaženja Matematičko-fizičkog lista	Organizacija stručnog skupa	http://popularizacija.ifs.hr/predavanja/predavanja/2020-strucni-skup-obiljezavane-70-godisnjice-mfl-a/
29.	Ticijana Ban	Online pozvano predavanje, FER, Skup MFL	18.09.2020.	Hladni atomi i kvantne tehnologije	Predavanje za nastavnike fizike	https://www.youtube.com/watch?v=FuiWHMVyn08



R.B.	AUTORI ILI IZVOĐAČI	MJESTO ODRŽAVANJA, NASLOV ČASOPISA, DOGAĐAJA ILI EMISIJE	VRIJEME	NASLOV PREDAVANJA, RADIONICE, EMISIJE, ČLANKA ILI AKTIVNOSTI	VRSTA AKTIVNOSTI	LINK
30.	Tomislav Vuletić	Online pozvano predavanje, FER, Skup MFL	18.09.2020.	Biopolielektrolitni kompozit: smjesa hijaluronske i DNK	Predavanje za nastavnike fizike	https://www.youtube.com/watch?v=m7lGfESduDI
31.	Marko Kralj	Online pozvano predavanje, FER, Skup MFL	18.09.2020.	Grafen i novi atomski tanki materijali i primjene	Predavanje za nastavnike fizike	https://www.youtube.com/watch?v=CnFOMEKG4II
32.	P. Popčević, A. Smontara, B. Erjavec	Okrugli stol, Online, FER	19.09.2020.	Matematičko-fizički list jučer, danas, sutra	Organizacija okruglog stola	https://www.youtube.com/watch?v=w9lDRtcU7Ec
33.	Antonio Šiber	Predavanje – online YouTube	13.10.2020.	Mechanical design of apertures and the infolding of pollen grain	Online predavanje za studente	https://www.youtube.com/watch?v=sxO-1OHMzx0
34.	Antonio Šiber	Članak u elektroničkom obliku	09.10.2020.	Mehanički dizajn peludnih apertura	Stručni članak	http://www.antoniosiber.org/dizajn_peludnih_apertura/pelud_1.pdf
35.	Nikša Krstulović, Nevena Krstulović	Predstavljanje projekta Plasma Art	15.12.2020.	Projekt PlasmaArt	Online predavanje za javnost	http://popularizacija.ifs.hr/predavanja/predavanja/2020-plasmaart-projekt/
36.	Marin Petrović	European Quantum Week	2.-6.11.2020.	2D materijali – tehnološki potencijal kvantnih sistema reducirane dimenzionalnosti	Online predavanje za učenike srednjih škola	http://popularizacija.ifs.hr/predavanja/predavanja/2020-obilježavanje-europskog-kvantnog-tjedna-ewq-2020/



R.B.	AUTORI ILI IZVOĐAČI	MJESTO ODRŽAVANJA, NASLOV ČASOPISA, DOGAĐAJA ILI EMISIJE	VRIJEME	NASLOV PREDAVANJA, RADIONICE, EMISIJE, ČLANKA ILI AKTIVNOSTI	VRSTA AKTIVNOSTI	LINK
37.	Neven Šantić	European Quantum Week	2.-6.11.2020	Atomski satovi bazirani na optičkim rešetkama: kako napraviti sat koji gubi jednu sekundu u 30 milijardi godina	Online predavanje za učenike srednjih škola	http://popularizacija.ifs.hr/predavanja/predavanja/2020-obilježavanje-europskog-kvantnog-tjedna-ewq-2020/
38.	N. Krstulović, D. Mudronja, A. Bielen, I. Bošnjak, N. Krstulović	Predstavljanje projekta PlasmArt	10.12.2020.	Projekt PlasmaArt: upotreba plazmenog mlaza za dezinfekciju drvenih umjetnina	Online predavanje za javnost	https://youtu.be/qgFgHeZVPbA
39.	Nikša Krstulović	Državno natjecanje iz fizike, online	2020.	Predsjednik državnog povjerenstva za natjecanje iz fizike eksperimentalni radovi – srednje škole	Vođenje i ocjenjivanje eksperimentalnih radova	https://natjecanja-iz-fizike.net/
40.	Nikolina Novosel	Državno natjecanje iz fizike, online	2020.	Član državnog povjerenstva za natjecanje iz fizike – srednje škole	Vođenje i ocjenjivanje natjecanja u znanju	https://natjecanja-iz-fizike.net/



R.B.	AUTORI ILI IZVOĐAČI	MJESTO ODRŽAVANJA, NASLOV ČASOPISA, DOGAĐAJA ILI EMISIJE	VRIJEME	NASLOV PREDAVANJA, RADIONICE, EMISIJE, ČLANKA ILI AKTIVNOSTI	VRSTA AKTIVNOSTI	LINK
41.	Nikolina Novosel	51. međunarodna fizička olimpijada, Online	7. – 15.12. 2020.	Voditeljica hrvatskog olimpijskog tima	Vođenje i organizacija sudjelovanja	https://i20.mipt.ru/
42.	A. Smontara, P. Popčević, B. Erjavec	Matematičko fizički list	2020.	Članovi uređivačkog odbora	Znanstveno popularni časopis za popularizaciju matematike, fizike i informatike	http://web.math.pmf.unizg.hr/mfl/ured.htm
43.	Berti Erjavec	Priroda, časopis za popularizaciju znanosti	2020.	Član uredništva	Mjesečnik za popularizaciju znanosti Hrvatskog prirodoslovnog društva	https://hpd.hr/casopis-priroda/
44.	Berti Erjavec	Stranica popularizacije Instituta za fiziku	2020.	Web stranica koja prvenstveno prati popularizacijske aktivnosti Instituta	Berti Erjavec urednik sadržaja	http://popularizacija.ifs.hr/
45.	Berti Erjavec	YouTube stranica Instituta za fiziku	2020.	Postavljeno 23 video priloga, 138.428 pregleda, 330 novih pretplatnika. Ukupno 143 video priloga, 535.208	Berti Erjavec urednik video priloga	https://www.youtube.com/user/INSTITUTzaFIZIKU/about



R.B.	AUTORI ILI IZVOĐAČI	MJESTO ODRŽAVANJA, NASLOV ČASOPISA, DOGAĐAJA ILI EMISIJE	VRIJEME	NASLOV PREDAVANJA, RADIONICE, EMISIJE, ČLANKA ILI AKTIVNOSTI	VRSTA AKTIVNOSTI	LINK
46.	M. Kralj, B. Erjavec	Facebook stranica Instituta za fiziku	2020.	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/
47.	Marko Kralj	LinkedIn stranica Instituta za fiziku	2020.	Sadržaji vezani za profesionalnu aktivnost Instituta	Marko Kralj urednik sadržaja	https://www.linkedin.com/company/institut-za-fiziku-zagreb



13. STRUKTURA FINACIJSKOG POSLOVANJA 2011.-2020.

Struktura finacijskog poslovanja		2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
A	PRIHODI	21.402.142	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
1.	PRIHODI IZ DRŽAVNOG PRORAČUNA	20.680.022	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
1.1.	Naknade za zaposlene	330.773	281.807	245.339	128.876	202.355	268.497	377.889	379.112	358.289	334.460
1.1.1.	Plaće	14.932.009	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
1.1.2.	Druge naknade (putovanja, školovanje, usavršavanje, školarine)	60.376	102.385	36.600	32.500	196.759	196.759	0	79.777	82.545	20.497
1.2.	Troškovi poslovanja/materijalni troškovi	1.650.576	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
1.2.1.	HLADNI POGON								1.098.617	1.976.356	1.733.368
1.2.2.	VIF	0	0	520.193	496.728	404.772	404.161	329.379	361.912	0	0
1.3.	Priprema projekta ZCI – IRB	1.622.498	1.412.501	706.250	0	549.476	293.539	3.134.204	60.109	1.072.616	0
1.4.	Međunarodni znanstveni projekti (financirani od RH) Mob...Bilat.	0	0	89.022	177.505	161.015	174.760	76.626	157.475	106.753	108.680
1.5.	Međunarodna suradnja	367.834	212.765	202.879	198.715	161.111	0	450.060	242.320	843.360	392.644
1.6.	Organizacija znanstvenih skupova	20.142	17.400	25.696	25.237	0	0	21.729	0	0	0
1.7.	Nabava časopisa	0	0	0	22.800	19.600	15.064	7.510	11.285	0	0



Struktura financijskog poslovanja		2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
1.8.	Izdavaštvo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.9.	Tekuće održavanje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.10.	Izgradnja i investicijsko održavanje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.11.	Opema za obavljanje znanst. istraživanja/direktno MZOS,povrat PDV-a	175.806	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.12.	Ostale vrste prihoda	1.520.008	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
1.12.1.	Prijevoz na posao i s posla	311.777	351.715	258.583	271.188	241.859	217.299	231.272	267.254	293.891	334.460
1.12.2.	Hrvatska zaklada za znanost	430.000	345.000	341.847	893.300	1.292.500	1.418.043	1.862.802	2.611.153	3.056.077	2.684.380
1.12.3.	MZO-ostalo	0	25.000	0	0	0	83.750	83.750	97.246	409.044	32.906
1.12.4.	Kriogeno postrojenje-helij	100.000	116.000	100.000	86.000	86.000	86.000	86.000	86.000	180.241	0
1.12.5.	MZO-UKF	678.231	0	451.500	531.176	287.647	149.952	0	0	0	0
2.	PRIHODI IZ PRORAČUNA OSTALIH JAVNIH IZVORA	561.312	526.264	136.340	172.606	222.037	98.909	98.909	24.302.916	95.842	
2.1.	Strukturni-CALT								19.690.998	0	0
2.2.	Šestar								84.780	0	0
2.3.	Strukturni-KaCIF								4.527.138		13.963.637
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	556.832	514.598	130.023	172.606	214.632	98.909	98.909	0	88.137	57.547
2.6.	Ukupno ostale vrste	4.480	11.666	6.317	0	7.405	0	0	0	7.705	0
2.6.1.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Struktura financijskog poslovanja		2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
3.	PRIHODI OD VLASTITE (STRUČNE) DJELATNOSTI	80.127	210.812	263.707	239.242	238.379	1.097.138	213.827	313.952	199.999	183.783
3.1.	Prihodi od komercijalnih usluga i prodaje proizvoda	15.000	0	0	22.713	1.960	3.920	0	0	2.025	0
3.1.1.	od toga iz javnih izvora (ministarstva, agencije i druge javno financirane ustanove i tvrtke) BICRO...CARNET..	45.927	0	82.894	22.713	1.960	839.746	23.644	110.210	0	0
3.1.2.	od toga iz privatnog sektora/izbor u znan. zvanje	0	0	0	0	0	0	0	14.000	7.000	0
3.1.3.	drugo/Fakulteti PMF... Helij, struja, nastava	0	0	0	0	0	92.872	175.407	180.781	190.099	141.262
3.2.	Stručni projekti, studije i elaborati	0	0	0	162.942	228.010	151.832	7.520	0	0	40.000
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	0	204.650	174.651	162.942	228.010	151.832	144.781	0	0	0
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	5.400	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			
3.6.1.	Zagrebačka banka od prodaje stanova	13.800	6.162	6.162	53.587	8.409	8.768	7.256	8.920	2.875	2.521
3.6.2.	Pozitivne tečajne razlike	0	0	0	0	0	0	0	41	16	0



Struktura financijskog poslovanja		2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
4.	PRIHODI IZ OSTALIH IZVORA ZA ZNANSTVENE PROJEKTE ukupno	73.583	273.993	209.081	237.560	87.060	368.051	469.793	161.960	116.593	2.760
4.1.	EU -pomoći iz inozemstva i od subjekata unutar općeg proračuna	0	0	0	0	0	310.910	303.595	25.000	0	0
4.2.	Ostalih međunarodnih izvora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2.1.	Donacije u robi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.2.2.	Međ. novčane donacije za konferencije, skupove, škole...	73.583	273.993	209.081	237.560	87.060	57.141	166.197	136.960	8.062	0
5.	OSTALI (NESPOMENUTI) PRIHODI (specificirati)	7.098	49.270	41.009	76.411	69.274	2.551	101.160	46.295	4.544	0
5.1.	Kamata, dionica....	7.098	49.270	41.009	76.411	69.274	2.551	101.160	46.295	103.987	2.760
		2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
	RASHODI										
1.	RASHODI ZA ZAPOSLENE	15.611.935	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
1.1.	Plaće za zaposlene	14.932.009	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
1.2.	Naknade za zaposlene (dodatni honorari - bonusi, dodaci..)	128.389	52.949	47.702	46.320	53.154	122.678	13.557	16.194	14.400	14.400
1.3.	Vanjski suradnici - naknade za istraživački rad	225.767	51.464	132.684	330.107	0	0	0	0	0	0



Struktura financijskog poslovanja	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
1.4. HRZZ, fuzija...plaće	0	0	0	0	0	313.838	434.443	446.187	589.111	959.861
1.5. Ukupno ostalo (specificirati)	325.770	169.871	174.597	79.215	200.355	263.515	387.594	379.112	404.088	499.478
1.5.1. Jubilarne nagrade, regres, božićnica.....	250.244	108.750	57.744	19.290	128.892	137.636	265.734	278.366	349.189	433.479
1.5.2. Darovi..	18.000	16.500	18.000	16.500	15.500	16.000	16.500	18.500	18.000	18.600
1.5.3. Otpremnine ...	26.976	26.883	66.674	21.561	24.940	38.559	48.167	38.603	12.042	32.641
1.5.4. Naknade za bolest, invalidnost i slučaj smrti	30.550	17.738	32.169	21.846	31.023	71.320	57.193	43.643	24.857	14.758
2. RASHODI ZA MATERIJAL I ENERGIJU	1.362.933	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
2.1. Uredski materijal i ostali materijalni rashodi	500.652	604.069	604.951	537.372	495.038	581.404	442.746	453.416	565.600	481.592
2.2. Laboratorijski materijal	0	0	0	0	6.070	0	0	0	0	0
2.3. Energija	749.260	741.298	712.479	573.159	592.598	580.814	573.643	484.502	427.921	366.802
2.4. Materijal i dijelovi za tekuće i investicijsko održavanje	87.125	69.210	55.825	41.541	80.008	153.423	210.181	159.612	575.384	181.232
2.5. Sitni inventar	22.173	16.979	17.091	30.339	13.510	31.028	39.928	32.108	26.217	20.634
2.6. Ukupno ostalo (specificirati) Službena, radna i zaštitna	3.723	3.342	1.785	1.656	7.569	2.999	5.462	4.869	5.124	5.025
3. RASHODI ZA USLUGE	986.810	753.338	830.131	603.434	599.896	568.958	748.677	707.814	1.016.060	1.384.069
3.1. Telefon, pošta, prijevoz	124.658	112.895	92.091	83.105	66.827	59.367	56.694	28.949	31.506	47.523
3.2. Usluge tekućeg i investicijskog održavanja	174.504	100.276	140.284	55.664	95.823	82.250	116.851	86.096	541.752	297.194
3.3. Promidžba i informiranje	32.275	29.309	30.713	35.287	28.667	55.482	59.785	38.205	96.946	112.844
3.4. Komunalne usluge	317.322	255.978	291.764	202.972	201.624	181.243	193.125	179.697	130.730	163.809
3.5. Zakup, najam	21.356	6.856	6.007	6.744	7.204	13.714	5.975	12.178	6.772	1.162



Struktura financijskog poslovanja		2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
3.6.	Intelektualne i osobne usluge (ugovori o djelu, honorari)	187.116	128.087	111.670	63.153	25.246	92.006	176.980	52.331	87.662	677.481
3.7.	Računalne usluge	20.123	37.251	33.793	35.922	37.805	37.574	41.364	60.021	35.677	41.689
3.8.	Ukupno ostalo (specificirati)	109.456	82.686	213.809	120.587	136.699	47.323	97.900	151.355	33.845	2.239
3.8.1.	Grafičke i tiskarske usluge, kop., uvez ...	14.122	9.478	12.843	22.403	4.569	5.821	21.084	39.753	9.683	1.297
3.8.2.	Film i izrada fotografija ..	1.171	875	875	0	0	0	0	0	0	0
3.8.3.	Uređenje prostora	4.726	11.348	13.427	38.970	55.810	4.447	8.414	172.349	0	0
3.8.4.	Usluge pri registraciji službenog vozila ...	3.378	3.843	5.006	943	926	1.044	925	926	2.966	3.882
3.8.5.	Naknade za rad upravnog vijeća	73.067	35.898	68.852	49.540	38.861	27.191	33.993	33.994	33.994	30.608
3.8.6.	Ostale nespomenute usluge; zdravstveni pregledi ...	12.992	21.244	22.806	1.500	35.207	8.820	33.481	37.307	4.527	4.341
4.	RASHODI ZA NEFINANCIJSKU IMOVINU	1.656.983	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
4.1.	Poslovni objekti	0	0	0	0	14.635	0	0	0	0	0
4.2.	Računalna oprema	189.160	114.265	167.644	189.934	173.081	156.613	148.793	206.647	175.863	8.644
4.3.	Laboratorijska oprema	26.233	0	0	4.127	73.856	4.428	0	18.956	4.013.190	921.603
4.4.	Uredska oprema	31.746	14.449	5.635	8.120	65.308	3.867	6.909	10.875	5.952	2.457
4.5.	Komunikacijska oprema	2.532	9.917	1.268	34.421	21.013	21.820	6.197	3.874	0	0
4.6.	Instrumenti, uređaji i strojevi	1.172.435	783.563	462.518	1.087.064	856.380	706.700	876.906	445.469	760.937	193.906
4.7.	Literatura /knjige u knjižnici..	4.346	4.212	3.839	583	920	1.495	0	0	0	0
4.8.	Ulaganja u postrojenja, strojeve i ostalu opremu	51.604	11.428	11.428	28.715	8.717	19.839	129.560	8.512	27.712	2.808.944



Struktura financijskog poslovanja		2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
4.9.	Dodatna ulaganja na građevinskim objektima	96.554	13.419	95.626	138.603	252.338	107.598	413.469	127.550	0	24.533.083
4.10.	Oprema za održavanje i zaštitu/računalni programi...	69.641	76.886	19.095	15.521	19.001	42.517	3.750	28.184	14.207	17.146
4.11.	Ukupno ostalo(specificirati) Licence....	12.732	14.868	2.057	873	25.363	0	3.212	0	0	0
5.	NAKNADE TROŠKOVA ZAPOSLENIMA	1.466.088	1.381.420	959.870	1.195.890	1.008.449	840.611	985.792	1.055.442	1.004.377	485.767
5.1.	Službena putovanja + sl. putovanja osoba izvan radnog odnosa	927.504	913.387	503.741	798.228	674.096	516.430	674.923	669.819	563.543	130.810
5.2.	Stručna usavršavanja	230.541	114.909	98.911	126.474	75.069	89.984	58.911	88.195	82.545	20.497
5.3.	Ukupno ostalo (specificirati) uključujući i troškove prijevoza	308.043	353.124	357.218	271.188	259.284	234.197	251.957	297.428	358.289	334.460
5.3.1.	Troškovi prijevoza na posao i s posla	308.043	353.124	357.218	271.188	259.284	234.197	251.957	297.428	358.289	334.460
6.	OSTALI NESPOMENUTI RASHODI POSLOVANJA	87.177	115.143	80.049	96.921	131.568	87.833	116.534	102.848	87.498	70.915
6.1.	Premije osiguranja	13.224	5.749	6.298	5.114	4.478	5.245	3.879	2.816	4.527	4.341
6.2.	Reprezentacija	49.342	67.498	44.205	57.828	50.187	26.587	29.816	22.907	23.196	562
6.3.	Članarine	13.225	28.430	14.604	14.934	43.029	13.826	25.809	25.572	33.831	43.982
6.4.	Bankarske i usluge platnog prometa	10.141	11.863	10.452	9.369	6.292	7.288	8.768	10.927	25.944	22.030
6.5.	Kamate	40	0	695	194	0	384	0	4.293	0	0
6.6.	Ostali financijski izdaci	1.205	1.603	3.795	9.482	27.583	34.503	48.259	36.333	0	0



Struktura financijskog poslovanja		2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
6.6.1.	Ostali nespomenuti/ održavanje znan. skupova, vijenci, cvijeće...					27.583	34.503	10.712	4.163	0	0
6.6.2.	Pristojbe i naknade								32.170		
B	UKUPNO RASHODI POSLOVANJA	21.171.926	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
C	Preneseno stanje iz prethodne godine	1.837.590	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
	UKUPNO STANJE 31.12. (A- B+C)	2.067.806	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

ISSN 1849-7357