



FZU

Fyzikální ústav
Akademie věd
České republiky

Výroční zpráva o činnosti a hospodaření za rok 2021

Zpracovatel:

Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.
IČO: 68378271

Sídlo:

Na Slovance 1999/2 182 21 Praha 8
tel.: (+420) 266 052 110
fax.: (+420) 286 890 527
e-mail: secretary@fzu.cz
www.fzu.cz

Zřizovatel:

Akademie věd ČR

Dozorčí radou pracoviště projednáno dne 17. 6. 2022
Radou pracoviště schváleno dne 24. 6. 2022
V Praze dne 24. 6. 2022

Úvodní slovo



Možná ještě více než předchozí roky se v tomto úvodním slově výroční zprávy Fyzikálního ústavu AV ČR (FZÚ) za rok 2021 potýkám s typickým problémem, a tím je soustředění pozornosti na rok 2021.

Rok 2022 totiž pro FZÚ – ale samozřejmě nejen pro FZÚ – začal dramaticky, kdy již v lednu ukončil činnost dodavatel elektrické energie pro většinu FZÚ, společnost Lumius. Po zbytek ledna jsme tak nuceně platili skutečně přemrštěné částky dodavateli poslední instance, od února máme dodavatele elektřiny nově vysoutěženého, cena elektřiny je pak ale zhruba dvaapůlkrát vyšší, než byla v roce 2021.

V únoru, tedy ještě dříve, než jsme se vůbec stačili oklepat z konečně významně ustoupivšího covidu, začala ruská vojenská agrese na Ukrajinu a bezpečný svět, v němž jsme i přes komunismus a lokální války na Balkáně žili od druhé světové války, zmizel v propadlišti dějin. Miliony lidí se daly do pohybu, stovky tisíc Ukrajinců přišly do České republiky a my jsme ve FZÚ měli to štěstí uvítat více než deset nových kolegů a kolegů z Ukrajiny. Na straně druhé jsme postupně ukončili všechny naše platné institucionální dohody o spolupráci s Ruskem stejně jako dodávky materiálu z této země.

Spousta dobrovolníků z FZÚ nesmírně aktivně a obětavě uprchlíkům z Ukrajiny pomáhala a pomáhá a velice mě těší, že mezi nejaktivnější patří naši kolegové původem z Ruska. Mám pocit, že hned po kolezích z Ukrajiny (těch je ve FZÚ více než čtyřicet), kteří trnou strachem o osud svých příbuzných a přátel, nejvíce trpí touto nepochopitelnou a tragickou válkou, kterou vyvolali politici Ruské federace v čele s prezidentem Putinem, právě „naši“ Rusové ve FZÚ (těch je více než třicet). Znovu se tak samozřejmě potvrzuje, že podle politického vedení země není možné posuzovat – ani co by se za nehet vešlo – jakéhokoli obyvatele dané země. Proto mě mrzí současná vízová politika České republiky, která může mít nepříznivý vliv i na naše výborné zaměstnance z Ruska. Ale aspoň tento problém se snad podaří úspěšně vyřešit.

Rozpočet FZÚ v roce 2022 pak samozřejmě nepříznivě ovlivní i velmi dramatické zvýšení ceny zemního plynu a ropy, rovněž primárně v souvislosti s probíhající válkou.

Z hlediska rozpočtu FZÚ to ale pořád není to nejhorší, co nás čeká. Díky aktivnímu jednání vedení Akademie věd ČR se podařilo zajistit mimořádné navýšení institucionálního rozpočtu, které ze slušné části pokryje nárůst cen elektrické energie (ukončení činnosti společnosti Lumius se dotklo téměř 40 ústavů AV ČR, mnoha univerzit, muzeí či divadel v ČR).

Skutečně kritická situace nás tak čeká až na počátku roku 2023, kdy dojde k průniku největšího počtu nepříznivých vlivů, které jsem ve své dosavadní kariéře ředitele zažil. Když nebudu mluvit o celospolečenských vlivech, zejména pak o rekordní inflaci, tak v oblasti vědy a výzkumu nastane: 1. Bude bez náhrady ukončen program podpory vědeckých aktivit v mezinárodní spolupráci, který pod názvem InterExcellence financovalo MŠMT. 2. Provozní podpora výzkumných infrastruktur bude snížena typicky na 60 %, v případě excelentně hodnocených infrastruktur na 75 % požadovaných financí. O výzkumných infrastrukturách pak budu ještě psát níže. 3. Projekty OP VVV v roce 2023 skončí a projekty OP JAK naopak ještě nezačnou. V projektech OP JAK se soustředíme zejména na výzvu Špičkový výzkum, kdy bude FZÚ v roli příjemce projektu podávat s dalšími partnery z řad ústavů AV ČR a univerzit nejspíše tři projekty s rozpočtem do 500 milionů Kč. Projekty v této klíčové, ale zároveň vysoce kompetitivní výzvě nového operačního programu musí být připraveny do ledna 2023 a výsledky budou vyhlášeny a projekty budou spuštěny snad ještě před koncem roku 2023. A konečně 4. Rozpočet AV ČR bude trochu paradoxně a trochu překvapivě v roce 2023 o něco nižší než v roce 2022.

Výhled do roku 2023 tedy bohužel není příznivý, a proto cítím za svoji povinnost o tom psát a hovořit při všech možných příležitostech, tedy i v tomto úvodu k výroční zprávě za rok 2021. Byli jsme zvyklí na to,

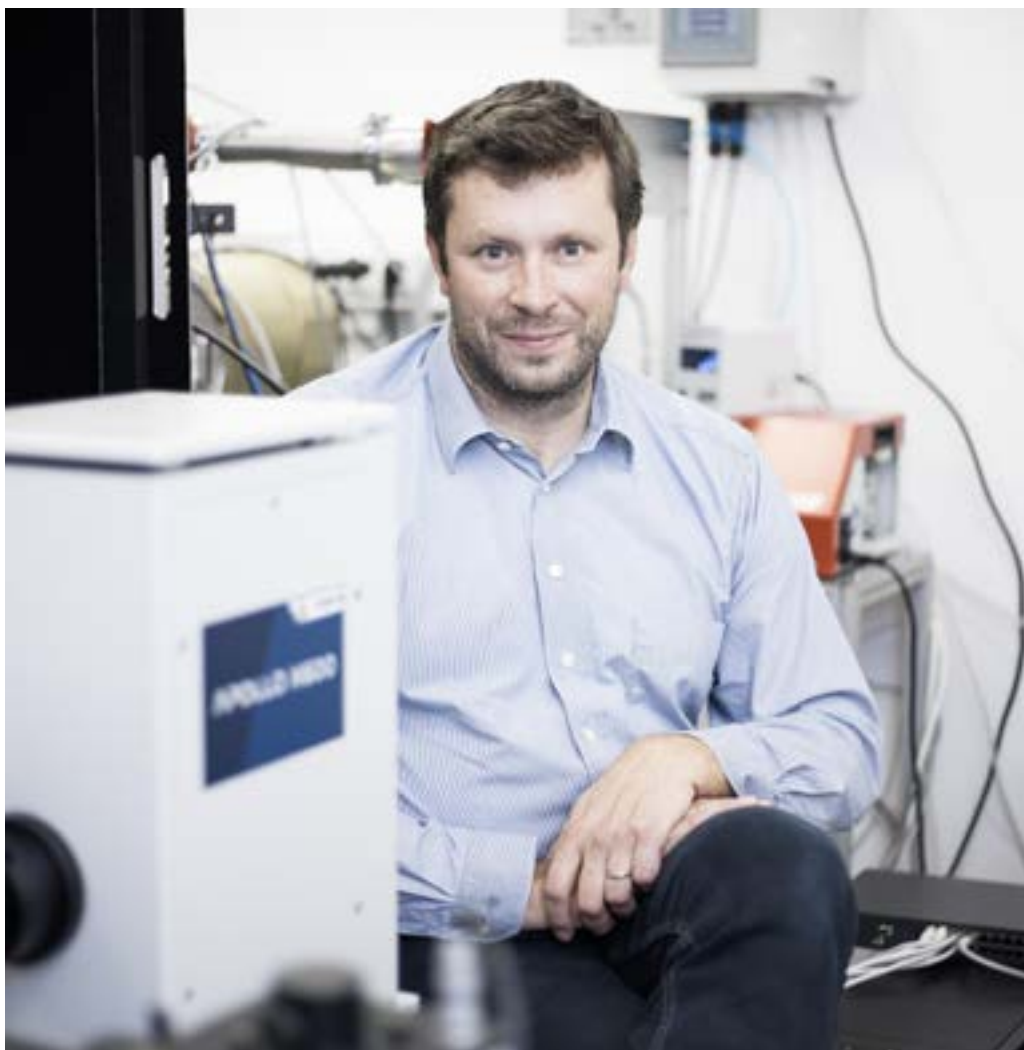


Foto: Denisa Dimitrovová, 100vědců

že prakticky celé navýšení dlouhodobé institucionální podpory FZÚ jsme každý rok transformovali v navýšení institucionálních mezd. Tím se dařilo zvyšovat mzdy ve FZÚ nejen nominálně, ale i reálně. Průměrná mzda ve FZÚ stoupala dokonce i rychleji než průměrná mzda v ČR. V lednu roku 2022 jsme byli schopni institucionální mzdy navýšit o více než 6 % – zejména díky vynikajícím výsledkům FZÚ v Hodnocení ústavů AV ČR, kdy tyto výsledky byly zveřejněny právě v polovině roku 2021. Na základě toho byl institucionální příspěvek pro FZÚ navýšen o 4,34 % ve srovnání s rokem 2021, v absolutních číslech pak šlo o více než 26 milionů korun, které jsme investovali do mezd našich zaměstnanců.

Ale ani tento výrazný nárůst nebude stačit pro nerovný zápas s inflací, která už v posledních měsících jednoznačně překonala 10 %. Vzhledem k tomu, že z institucionálních zdrojů budeme muset v roce 2023 pokrýt výše popsaný výpadek prostředků z grantů, tak – zvláště pokud chceme zachovat skvělé týmy, které jsme v posledních letech dokázali vybudovat – nebudeme po více letech schopni plošně navýšit institucionální mzdy na počátku roku 2023. S očekávaným navýšením minimální mzdy budeme jistě posouvat hranice

mzdových limitů v jednotlivých kvalifikačních třídách a budeme navyšovat aspoň těm zaměstnancům, kteří by se jinak dostali pod nová minima. Věřím, že též budeme schopni rozumně navýšit mzdy na základě úspěšných atestací do vyšších kvalifikačních tříd.

Konečně se tedy – zhruba v polovině úvodního textu – odtrhávám od budoucnosti a rád bych pro vás vypíchl několik klíčových událostí ze života FZÚ v roce 2021.

Pochopitelně i rok 2021 byl bohužel do značné míry ovlivněn dalším rozvojem pandemie covidu-19. V létě se sice už většina zájemců dočkala očkování, ale s příchodem nových variant viru se prokázalo, že očkování je nepochybně důležité a prospěšné, ale rozhodně nejde o tu poslední tečku za pandemií. V samém závěru roku se pak prosadila – zaplatpánbůh – zásadním způsobem mírnější varianta omikron. Zase zabíhám do roku 2022, ale je asi zajímavé, že mezi lednem a březnem 2022 si nemocí způsobenou omikronem prošlo téměř 30 % zaměstnanců FZÚ (a to počítám jen ty, kteří měli covid potvrzený PCR testem). Nikdo z nich nebyl hospitalizován, průběh nemoci byl zpravidla dosti mírný, ale několik našich kolegů i omikron dosti potrápil.



Již zcela běžně jsme si všichni navykli na režimy práce z domova a vzdáleného setkávání. Je to něco, co už nyní má každý v malíku, a pro organizaci některých typů schůzek nám ať již Zoom, Teamsy, Webex nebo WebMeeting dodnes velmi pomáhají. Musím se ale přiznat, že i přes tuto čím dál větší „vychytanost“ setkávacích aplikací jsem se snad o to více těšil na první skutečná a ničím neomezená setkání během letošního jara (zase jsem sklouzl k roku 2022).

V rámci struktury FZÚ jsme transformovali sekce, které díky úspěšnosti v projektech během posledních let velmi vyrostly. Více oddělení je tak v sekci 9 – v Centru ELI Beamlines, na více oddělení je nově rozděleno též druhé laserové centrum – Centrum HiLASE. Nové oddělení zaměřené na kosmologii a gravitační fyziku vzniklo i v rámci sekce 1 – fyziky elementárních částic; vychází zejména z vynikajícího účinku jednoho z mimořádně úspěšných projektů OP VVV – Excelentního týmu CoGraDS, který vedou Martin Schnabl a Constantinos Skordis. Naopak neúspěšná byla snaha o zřízení Oddělení diamantových a příbuzných materiálů, které by bylo sjednocením skupin ze sekcí 2 a 3, jež se touto problematikou zabývají. Jako ředitel jsem se přitom přesvědčil, nakolik je prostředí ve FZÚ konzervativní a jaké možná i předsudky ovlivňují v takových organizačních záležitostech rozhodnutí i mnoha špičkových a obětavých vědců. Ale výsledné nové uspořádání se zatím jeví jako plně funkční a nová dynamika zejména velmi rozšířeného Oddělení polovodičů s vedoucí Alicí Hospodkovou je obdivuhodná.

Z velkých projektů OP byl nejviditelnější pokrok v rámci projektu věnovanému fyzice pevných látek – v projektu SOLID21. V tomto projektu se především podařilo dokončit a v prosinci 2021 převzít novou budovu v areálu Na Slovance. Ta přinesla pro FZÚ 55 nových laboratorí včetně rozsáhlých čistých prostor, přes 3800 metrů čtverečních užitečné podlahové plochy a v neposlední řadě vynikající přednáškový sál pro více než 250 osob. SOLID21 byl přitom úspěšný po všech stránkách, podle plánu se dařilo pořizovat i experimentální vybavení – celkem je pořizováno 46 přístrojů s hodnotou téměř 240 milionů Kč.

Podle plánu pak pokračovaly i další největší projekty OP VVV, které FZÚ řeší, a to jak projekt ADONIS v laserovém centru ELI Beamlines, tak projekt HiLASE – Centre of Excellence, pochopitelně v laserovém centru HiLASE. Za zmínku stojí i zahájení projektu z neobvyklého OP, z Operačního programu Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost (OP PIK, řízený Ministerstvem průmyslu a obchodu). V rámci tohoto OP jsme začali budovat novou stavbu inovačního centra v sousedství Obecního úřadu v Dolních Břežanech, které bylo nazváno B4I – Brain for Industry.

Z hlediska nejtradičtějšího výstupu výzkumného ústavu, tedy z hlediska počtu publikací, jsme kupodivu dosáhli o něco nižšího počtu publikací v mezinárodních impaktovaných časopisech než v dosud rekordním roce 2020. Pokud srovnávám jen tuto kategorii, tak v roce 2020 bylo za FZÚ publikováno 850 článků tohoto typu a v roce 2021 to bylo 733 publikací v mezinárodních impaktovaných časopisech. Tradičně tvoří

nezanedbatelný díl kolaborativní publikace z oborů částicové a astročásticové fyziky, kdy se vlivem odstávky urychlovače LHC tok nových publikací experimentů v CERNu trochu ztenčil, ale nevysvětlí to celý rozdíl. Možná je to i další projev covidu. V roce 2020 jsme viděli významný nárůst teoretických publikací, neboť často doma izolovaní teoretici efektivně sepsali a zveřejnili svoje myšlenky. V roce 2021 sice covid pokračoval, ale tyto zdroje myšlenek možná již byly vyčerpány? Nevím.

Jako u posledního tématu jsem se chtěl zastavit u tzv. (velkých) výzkumných infrastruktur. Jedná se o vybranou množinu aktuálně 48 velkých experimentálních zařízení ve vědě, která jsou některá umístěna v ČR, některá v Evropě a další kdekoli po světě. U všech je určující možnost otevřeného přístupu k jimi produkováným datům a donedávna byla významným faktorem též dlouhodobá podpora ze strany české vlády. V oboru fyzikálních věd a inženýrství je nyní infrastruktura 19, FZÚ je z toho zapojen do 9 infrastruktur. Program podpory výzkumných infrastruktur (VI) je tedy pro FZÚ zásadní a jde o skutečně kritickou podporu zapojení do mnoha experimentů, které stojí na špičce světové vědy.

VI jsou podporovány v sedmiletých cyklech, ten současný končí rokem 2022 a nový začíná rokem 2023. V roce 2021 pak proběhlo mezinárodní hodnocení a infrastruktury se zapojením FZÚ obstály na výbornou. Čtyři byly hodnoceny nejvyšším stupněm „5“ a pět bylo hodnoceno druhým nejvyšším stupněm „4“. Dále ještě o vstup mezi VI usilovalo HiLASE a v ex-ante hodnocení získalo slibné hodnocení „4“. Potud je vše na pochvalu. Česká republika byla tímto dlouhodobým a velkorysým postojem k VI i v rámci Evropy poměrně výjimečná a i mnozí kolegové ze západní Evropy nám tuto situaci a stabilitu záviděli.

A teď musím ještě naposledy opustit rok 2021 a vstoupit do roku 2022. Na základě hodnocení si výzkumné infrastruktury též definovaly rozpočet na provoz v dalším cyklu, tedy mezi roky 2023–2029. Zároveň mělo být na tzv. cestovní mapu VI České republiky přijato dalších sedm nových výzkumných infrastruktur, mezi nimi právě i HiLASE. Navyšování nákladů, rozšiřování počtu VI, ale i jejich služeb uživatelům pak vedlo nepřekvapivě k tomu, že definované požadavky na podporu provozu VI skokově stouply. Namísto dosud vydávaných 1,8 miliardy Kč pro 48 infrastruktur ročně byl součet požadavků 55 infrastruktur pro rok 2023 už 3,2 miliardy Kč.

Ještě v únoru 2022 pak situace vypadala stále slibně. Zdálo se, že MŠMT navrhlo dobrý kompromis, tedy mírné krácení rozpočtu VI hodnocených stupněm „5“ na 85 % a těch hodnocených stupněm „4“ na 70 % (hůře hodnocené VI by podle očekávání byly bez financování) a u nově spouštěných VI by podpora byla na 50 % požadavků, což vypadá dramaticky, ale pro rozjezd snad stále akceptovatelně. U kulatého stolu, organizovaného vládou ČR k tomuto tématu, dokonce zaznělo, že VI budou jedním z témat, kterými se bude chtít Česká republika pochlubit, a podle mého názoru právem, během svého předsednictví v 2. pololetí roku

2022. Pak se ale bohužel navýšení zadrhlo v rámci Rady pro výzkum, vývoj a inovace (RVVI). RVVI nedokázala vzhledem k velkému tlaku ze všech stran alokovat v celkovém rozpočtu pro vědu více prostředků pro VI, a tak z její strany zůstal nakonec rozpočet na stále stejných 1,8 miliardy Kč. MŠMT s pomocí aktivizace všech svých rezerv dokázalo navýšit rozpočet na celkových 2,0 miliardy Kč, ale i tak z toho vychází krácení „5“ na 75 %, „4“ na 60 % a nové VI nebudou moci vůbec zahájit činnost. Navíc jde o řešení na jediný rok čili klíčový benefit – dlouhodobost a stabilita – se zcela vytrácí. Osobně mi přijde velice líto, že takto nejspíše přicházíme o něco, co bylo budováno s nějakou vpravdě mezinárodní vizí dlouhá léta. Mám za to, že k problému se mělo přistoupit zcela jinak. Pokud se mi věci, zde finanční požadavky, nevejdou do příliš malé krabičky, musím si zkrátka vzít krabičku větší, tedy požádat ministra financí o navýšení rozpočtu mého resortu. Chápu, že situace je dramatická, válka změnila leccos, ale jistě nezměnila to, že věda by měla být pro národní hospodářství klíčová a hodná maximální a setrvalé podpory. Ještě uvidíme, jak se situace nakonec vyvine, ale mám obavu, že ve výroční zprávě za rok 2022 nebudu schopen o VI napsat něco optimističtějšího. I když bych se v tomto ohledu velmi rád mýlil...

Závěrem bych chtěl poděkovat všem zaměstnancům FZÚ za to, že je v jejich jednání a výsledcích práce vidět, že nám jde o společnou věc, že máme společný cíl – a tím je, aby FZÚ byl špičkovou vědeckou institucí nejen v měřítku České republiky, ale také v měřítku celé Evropy. Myslím, že se nám daří se k tomuto cíli posouvat. Možná ne mílovými kroky, ale vytrvale, zodpovědně a snad nakonec nezadržitelně.

V roce 2022 máme překážek po cestě nemálo a v roce 2023 jich bude možná ještě víc, ale věřím, že nás, zaměstnance FZÚ, to nezlomí a že díky skvělé spolupráci, velké motivaci a řadě výborných myšlenek a nápadů budeme tomu výše popsanému cíli zase o pořádný kus blíž. Díky moc!

V Praze dne 20. května 2022

Michael Prouza
ředitel FZÚ

Obsah



1.	Přehled vybraných ukazatelů FZÚ v roce 2021	11
1.1	Struktura ústavu	12
1.2	Stručně o FZÚ	14
1.3	Nejdůležitější výsledky vědecké činnosti	16
1.4	Ocenění a úspěchy zaměstnanců	17
1.5	Organizované a spolupořádané mezinárodní vědecké akce	20
1.6	Nejvýznamnější zahraniční hosté	21
1.7	Významné projekty a další specifické informace o pracovišti	22
1.8	Základní personální údaje	28
2.	Činnost vědeckých sekcí	33
	Struktura vědeckých sekcí FZÚ v roce 2021	34
2.1	Sekce fyziky elementárních částic v roce 2021	36
2.2	Sekce fyziky kondenzovaných látek	48
2.3	Sekce fyziky pevných látek	64
2.4	Sekce optiky	84
2.5	Sekce výkonových laserů – Centrum HiLASE	102
2.6	Sekce realizace projektu ELI Beamlines	120
3.	Významné výsledky vědecké činnosti v roce 2021	143
3.1	Významné výsledky vědecké činnosti v roce 2021	144

4.	Mezinárodní spolupráce	163
4.1	Ústavní dvoustranné dohody	166
5.	Spolupráce s vysokými školami	173
5.1	Výzkumné projekty řešené s vysokými školami	174
5.2	Společná pracoviště ústavu s účastí vysokých škol	174
5.3	Výuka na vysokých školách	176
5.4	Akreditované programy	178
5.5	Doktorandi a diplomanti	179
6.	Popularizace	183
6.1	Popularizace vědy	186
6.2	Vzdělávání středoškolské mládeže	189
7.	Orgány FZÚ a jejich činnost	191
7.1	Složení orgánů pracoviště	192
7.1.1	Rada pracoviště	192
7.1.2	Dozorčí rada pracoviště	192
7.2	Činnost orgánů pracoviště	193
7.2.1	Zasedání Rady FZÚ	193
7.2.2	Zasedání Dozorčí rady FZÚ	194
7.3	Informace o změnách zřizovací listiny	197
8.	Publikační činnost a technologický transfer	199
	Statistické údaje o publikační činnosti FZÚ	200
	Publikační činnost FZÚ v roce 2021 - ASEP	200
8.1	Publikace v časopisech	201
8.3.1	Akustika	202
8.3.2	Analytická chemie	202
8.3.3	Anorganická chemie, jaderná a kvantová chemie	202
8.3.4	Astronomie a nebeská mechanika, astrofyzika	202
8.3.5	Automatizace a kontrolní systémy	203
8.3.6	Biochemické výzkumné metody	204
8.3.7	Biochemie a molekulární biologie	204
8.3.8	Biofyzika	204
8.3.9	Biotechnologie	205
8.3.10	Elektrochemie	205
8.3.11	Elementární částice a fyzika vysokých energií	206
8.3.12	Fyzika pevných látek a magnetismus	218
8.3.13	Fyzikální chemie a teoretická chemie	241
8.3.14	Jaderná, atomová a molekulová fyzika, urychlovače	242
8.3.15	Kompozitní materiály	246
8.3.16	Koroze a povrchové úpravy materiálu	246
8.3.17	Makromolekulární chemie	246
8.3.18	Mechanika tekutin, fyzika plazmatu a výboje v plynech	247
8.3.19	Mikrobiologie	254
8.3.20	Mineralogie	254
8.3.21	Morfologické obory a cytologie	255

8.3.22	Nano-materiály	255
8.3.23	Nano-technologie	256
8.3.24	Obecná matematika	256
8.3.25	Optika, masery a lasery	256
8.3.26	Organická chemie	260
8.3.27	Průmyslové procesy a zpracování	260
8.3.28	Stomatologie	262
8.3.29	Strojní zařízení a nástroje	262
8.3.30	Teoretická fyzika	262
8.3.31	Teorie informací	264
8.3.32	Využití počítačů, robotika a její aplikace	264
8.2	Kapitoly v knihách	265
8.3	Knihy, monografie	266
8.4	Patenty	267
8.5	Aplikované výsledky	268
8.5.1	Užitné a průmyslové vzory	268
8.5.2	Prototyp, funkční vzorek	268
8.5.3	Poloprovoz, ověřená technologie	269
9.	Ekonomická část	271
9.1	Rozvaha	272
9.2	Výkaz zisku a ztráty	276
9.3	Příloha k účetní závěrce v plném rozsahu k 31. 12. 2021	278
10.	Další informace	291
10.1	Předpokládaný vývoj pracoviště	292
10.2	Aktivity v oblasti pracovněprávních vztahů	293
10.3	Aktivity v oblasti ochrany životního prostředí *	294
10.4	Poskytování informací za období od 1. 1.–31. 12. 2021 **	295
10.5	Zpráva nezávislého auditora pro Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.	296

Fyzikální ústav otevřel 22. září na pražském Ládví nové excelentní centrum pro výzkum fyziky pevných látek SOLID21. Unikátních 55 laboratoří bude sloužit pro výzkum nanoelektroniky, fotoniky, magnetismu, funkčních a bioaktivních materiálů a plazmatických technologií.



8



Série neformálních setkání Coffee and Talk proběhla v létě ve všech lokalitách FZÚ. Nabídla příležitost blíže se seznámit s kolegy, kteří se podílejí na projektech HR AWARD a STIMUL, a současně umožnila vyjádřit zpětnou vazbu na chod instituce.



Medaili Ernsta Macha za dlouholeté zásluhy o rozvoj oboru v oblasti fyzikálních věd převzali (dle abecedy) Miroslav Hrabovský ze Společné laboratoře optiky Univerzity Palackého a FZÚ, Jan Kočka ze Sekce fyziky pevných látek, Pavel Lejček ze Sekce fyziky kondenzovaných látek, Pavel Novák ze Sekce fyziky pevných látek a Bedřich Rus, jehož pracovištěm je ELI Beamlines. Čestné medaile za Zásluhy o Akademii věd ČR převzali Jan Rosa a Emil Šípek.



FZÚ otestovala pražskou MHD na covid-19. Vědci v průběhu dubna odebrali přibližně 500 vzorků. Pro detekci použili biočipy a odběrové zařízení vyvinuté ve spolupráci s Národním centrem kompetence MATCA.



V kategorii nejlepší disertační práce se v soutěži Cena Wernera von Siemense umístil na druhém místě Libor Šmejkal. Ocenění získal za práci s názvem Topologická pásová teorie relativistické spintroniky v anti-feromagnetech, kterou vedl profesor Tomáš Jungwirth.



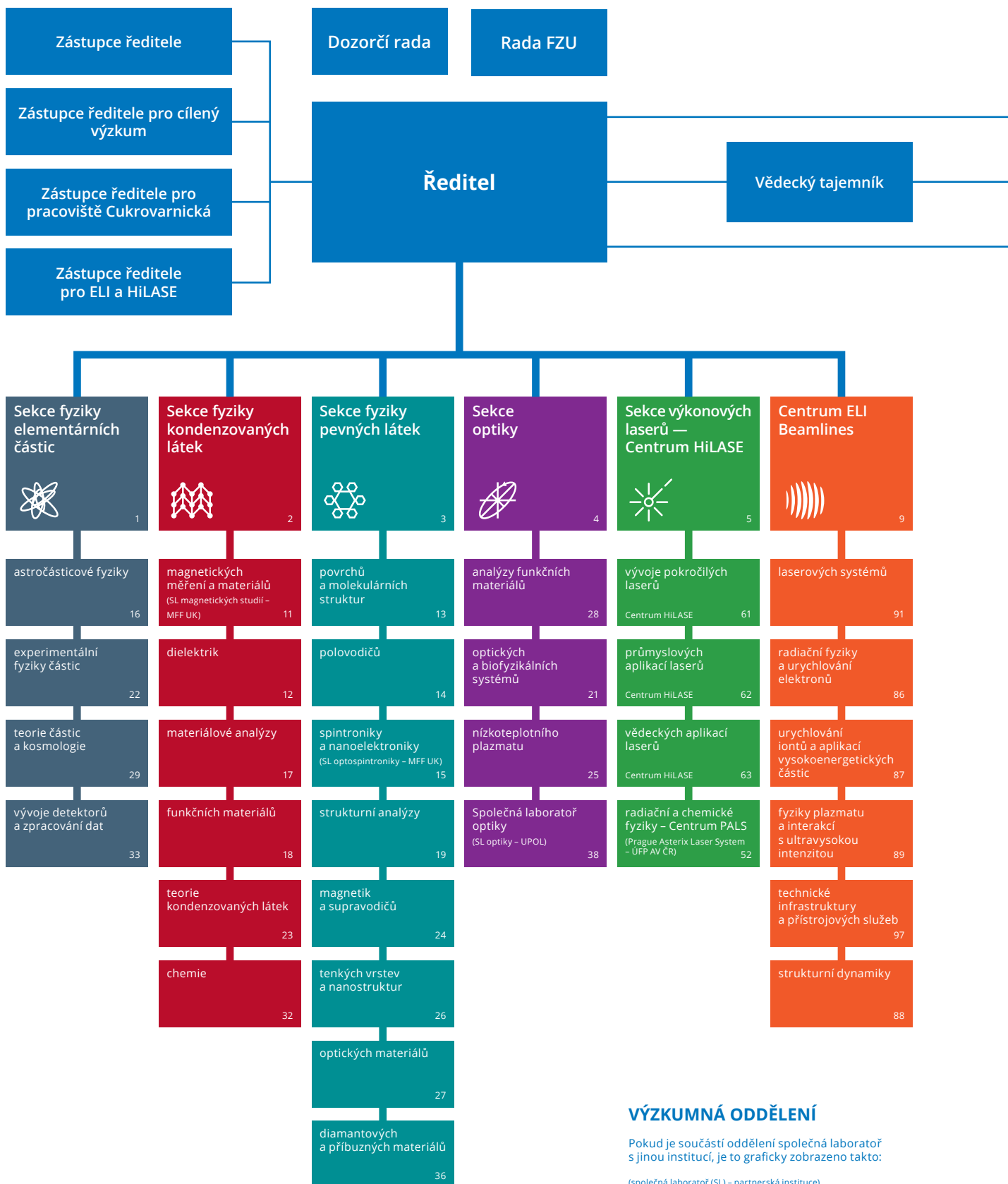




1.

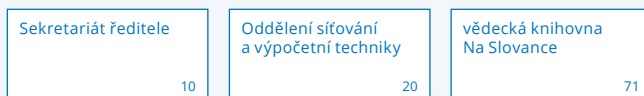
Přehled vybraných ukazatelů FZÚ v roce 2021

1.1 Struktura ústavu

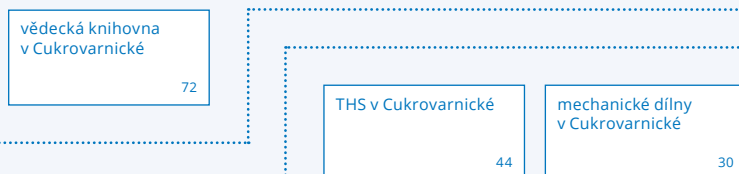




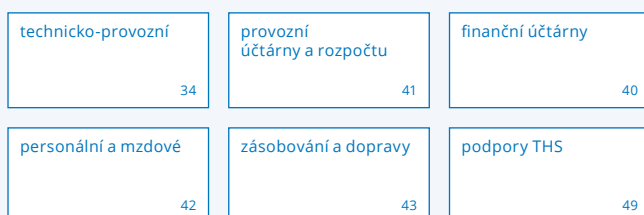
CENTRÁLNÍ ÚSEK [6]



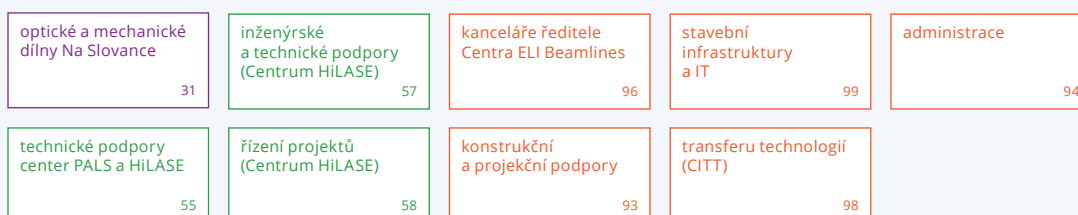
ADMINISTRATIVNÍ ÚSEK CUKROVARNICKÁ [8]



TECHNICKO-HOSPODÁŘSKÁ SPRÁVA (THS) [7]



PODPŮRNÁ ODDĚLENÍ SEKČÍ



1.2 Stručně o FZÚ

14

Fyzikální ústav Akademie věd České republiky, v.v.i. (dále jen FZÚ) je veřejná výzkumná instituce, která se zaměřuje na základní a aplikovaný výzkum v oblasti fyziky. Aktuální program ústavu zahrnuje šest hlavních segmentů: fyziku elementárních částic, kondenzovaných systémů a pevných látek, optiku, fyziku plazmatu a laserovou fyziku, kterým odpovídá členění do vědeckých sekcí. FZÚ je největším pracovištěm Akademie věd České republiky s více než 560 výzkumnými pracovníky. Badatelská činnost v oblasti základního výzkumu je součástí evropského a světového fyzikálního výzkumu, na kterém se naši pracovníci podílejí zejména při řešení řady mezinárodních, především evropských programů. Ve FZÚ se též vzdělává řada doktorandů, převážně českých, ale i ze zemí Evropské unie – zejména v rámci různých stipendijních programů „Marie Curie“.

V oblasti kondenzovaných systémů a materiálového výzkumu je výzkum zaměřen na studium krystalických a amorfních látek, nanomateriálů, slitin, polovodičových, magnetických, spintronických, multiferoických, piezoelektrických materiálů, kapalných krystalů, moderních kovových materiálů, funkčních technických materiálů, jako jsou slitiny s tvarovou pamětí, polymerů, tenkých vrstev a nanostruktur. Cílem je získat hlubší pochopení souvislostí mezi jejich strukturou, složením, morfologií, technologií přípravy a vlastnostmi materiálů a hledání způsobů, jak připravit materiály a systémy žádaných vlastností.

V oblasti elementárních částic se získávají nové poznatky o vlastnostech, struktuře a interakcích hmoty na fundamentální úrovni a o jednotné teorii základních sil v přírodě. V rámci mezinárodních spoluprací Fyzikálního ústavu se na urychlovači LHC v CERN provádějí experimenty se srážkami hadronů a těžkých jader. Analyzují se rovněž data z experimentů v laboratoři FERMILAB v USA. V astročásticové fyzice je činnost soustředěna v rámci mezinárodních projektů Observatoře Pierra Augera, Cherenkov Telescope Array, Vera C. Rubin Observatory a plánovaných zařízení Laser

Interferometer Space Antenna a Southern Wide-field Gamma-ray Observatory. Nedílnou součástí výzkumu je i kosmologie, gravitační fyzika a teorie strun.

Ve fyzice plazmatu se zkoumají interakce laserového záření s hmotou a jimi vytvořené plazma jako zdroj intenzivního rentgenového záření, nabitých částic a rázových vln stejně jako prostředí pro inerciální fúzi, laserové urychlovače a laboratorní astrofyziku. V oblasti nízkoteplotního plazmatu je výzkum zaměřen na studium nových nízkoteplotních plazmatických zdrojů určených pro depozice různých typů tenkých vrstev a vícevrstevných struktur. Jedná se zejména o optické a polovodičové tenké vrstvy, které mají využití v aktivních optických bezpečnostních prvcích, optických senzorech a v systémech určených pro fotoelektrochemické a katalytické aplikace.

V oboru kvantové optiky jsou vyvíjeny různé typy zdrojů kvantově korelovaných fotonových párů a zařízení pro přenos takto uložené informace. V klasické optice se vyvíjejí nové laserové prvky a zobrazovací systémy, včetně oblasti rentgenové optiky a spektrometrie. Pozornost je věnována i biofyzikálním systémům.

Výzkumná činnost a provoz FZÚ byly v roce 2021 finančně zajišťovány projekty podporovanými domácími poskytovateli (GAČR – 82, MPO – 3, MŠMT – 23, TA ČR – 17, MV ČR – 3) a 20 evropskými projekty financovanými ze zahraničí. Více informací o projektech řešených ve FZÚ v roce 2021 je uvedeno v kapitole 1.7. Část aktivit FZÚ v současnosti směřuje také do tzv. cíleného výzkumu. Rozvoji této oblasti významně napomáhá Centrum pro inovace a transfer technologií (CITT), které funguje jako podpůrné oddělení v rámci sekce ELI Beamlines. V roce 2021 FZÚ uzavřelo s externími subjekty 103 obchodních smluv, popř. objednávek v celkovém objemu 10,8 mil. Kč bez DPH.

Fyzikální ústav je koordinátorem evropského projektu ELI Beamlines – projektu vybudování moderního laserového zařízení zaměřeného na uživatelský výzkum. V něm došlo k zahájení realizace výzkumných



a aplikačních projektů zahrnujících interakci hmoty se světlem o intenzitě, která je mnohokrát větší než současně dosažitelné hodnoty.

Centrum HiLASE iniciovalo založení spin-off firmy Hi-Beams, s.r.o., úzce spolupracuje s českým a evropským průmyslem prostřednictvím společných projektů a zakázek smluvního výzkumu, aktivně se podílí na činnosti Českého optického klastru, poskytuje přístup na unikátní laserová zařízení externím uživatelům v režimu Open Access a úspěšně pokračuje v realizaci projektu HiLASE Centre of Excellence programu Horizon 2020.

NCK MATCA realizovala úspěšně spolupráci s průmyslovými podniky v aplikovaném výzkumu v oblasti aditivní výroby, vývoje materiálů pro aditivní výrobu, plazmatických a laserových technologií. Na tyto úspěchy navazuje nově Inovační centrum Brain 4 Industry, který portfolio doplňuje o digitalizaci, optimalizace, sensoriku a 3D tisk a zaměřuje své služby a aplikace primárně na české MSP.

1.3 Nejdůležitější výsledky vědecké činnosti

Fyzikální ústav produkuje každoročně řadu špičkových výsledků výzkumu a vývoje. Níže jsou uvedeny tři vybrané nejdůležitější výsledky vědecké činnosti FZÚ za rok 2021, které byly publikované v nejprestižnějších časopisech v daných oborech a které významným způsobem přispěly k novému poznání na mezinárodní úrovni.

Výčet 15 nejvýznamnějších výsledků, které zastupují všechny důležité vědecké směry a obory řešené v našem ústavu, naleznete v kapitole tři. Přehled všech vědeckých výsledků FZÚ v roce 2021 je uveden v kapitole osm.

Nová relativistická teorie s Modifikovanou newtonovskou dynamikou

Moderní fyzika je založena na dvou nesmírně úspěšných teoriích: obecné teorii relativity a standardním modelu částicové fyziky. Pozorování nicméně ukazují, že gravitační síly působící na hvězdy v galaxiích a na jejich klustry jsou silnější než síly způsobené viditelnou hmotou. Autoři článku jako první ukázali, že jednoduché rozšíření obecné teorie relativity vede ke shodě s daty o galaxiích i teplotních anizotropiích kosmického reliktního záření bez temné hmoty.

PUBLIKACE: CONSTANTINOS SKORDIS, TOM ZLOŠNIK, NEW RELATIVISTIC THEORY FOR MODIFIED NEWTONIAN DYNAMICS, *PHYS. REV. LETT.* 127, 16, 161302 (2021).
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.161302>

Zobrazení anizotropního rozložení elektronové hustoty na atomech

Existence σ -díry na halogenových atomech byla prokázána pouze nepřímo nebo prostřednictvím teoretických výpočtů. Nicméně přímá experimentální vizualizace distribuce anizotropního náboje na atomech představuje dlouhodobou experimentální výzvu. Ukázali jsme, že silová mikroskopie Kelvinovy sondy

s vhodně upraveným hrotem může zobrazit distribuci anizotropního náboje σ -díry. Tento počíná otevřít nový způsob, jak charakterizovat systémy, kde anizotropní atomové náboje hrají významnou roli.

PUBLIKACE: B. J. MALLADA FAES, A. J. GALLARDO CAPARRÓS, M. LAMANEC, B. DE LA TORRE CERDEÑO, V. ŠPIRKO, P. HOBZA, P. JELÍNEK, REAL-SPACE IMAGING OF ANISOTROPIC CHARGE OF σ -HOLE BY MEANS OF KELVIN PROBE FORCE MICROSCOPY, *SCIENCE* 374, 863–867 (2021).
<https://doi.org/10.1126/science.abk1479>

Biosenzor pro rychlou a spolehlivou detekci SARS-CoV-2 v komplexních biologických vzorcích

Byl vyvinut biosenzor pro rychlou a spolehlivou detekci SARS-CoV-2. Základem je laditelná funkční terpolymerní vrstva s antifoulingovými vlastnostmi, které si zachovává i po ukotvení bioreceptorů. Díky tomu lze virus detekovat v reálných neupravených vzorcích zachycením komplexu virového N-proteinu s v-RNA. Vysoká citlivost biosenzoru byla prokázána srovnávací studií s metodou PCR na klinických vzorcích a stěrech z povrchů v pražské MHD. Na výsledek byly podány 2 patentové přihlášky.

PUBLIKACE: M. FORINOVÁ, A. PILIPENCO, I. VÍŠOVÁ, N. SCOTT LYNN, JR, J. DOSTÁLEK, H. MAŠKOVÁ, V. HÖNIG, M. PALUS, M. SELINGER, P. KOČOVÁ, F. DYČKA, J. ŠTĚRBA, M. HOUSKA, M. VRABCOVÁ, P. HORÁK, J. ANTHI, CHAO-PING TUNG, CHUNG-MING YU, CHI-YUNG CHEN, YU-CHUAN HUANG, PEI-HSUN TSAI, SZU-YU LIN, HUNG-JU HSU, AN-SUEI YANG, A. DEJNEKA, H. LÍŠALOVÁ, FUNCTIONALIZED TERPOLYMER-BRUSH-BASED BIOINTERFACE WITH IMPROVED ANTIFOULING PROPERTIES FOR ULTRA-SENSITIVE DIRECT DETECTION OF VIRUS IN CRUDE CLINICAL SAMPLES, *ACS APPLIED MATERIALS AND INTERFACES* 13, 60612 (2021).
<https://doi.org/10.1021/acsami.1c16930>



1.4 Ocenění a úspěchy zaměstnanců

- **Ing. Jan Berger, Ph.D.**
Cena
 Prémie Otto Wichterleho
Oceněná činnost
 Ocenění je určeno perspektivním vědcům a vědkyním, kteří dosahují špičkových výsledků ve svých oborech
Ocenění udělila
 AV ČR
- **Mgr. Maksym Buryi, Ph.D.**
Cena
 Prémie Otto Wichterleho
Oceněná činnost
 Ocenění je určeno perspektivním vědcům a vědkyním, kteří dosahují špičkových výsledků ve svých oborech
Ocenění udělila
 AV ČR
- **Ing. Ladislav Chytka, Ph.D.**
Cena
 Prémie Otto Wichterleho
Oceněná činnost
 Ocenění je určeno perspektivním vědcům a vědkyním, kteří dosahují špičkových výsledků ve svých oborech
Ocenění udělila
 AV ČR
- **Mgr. Adam Frtús**
 Award to attend Young Scientists' Forum (YSF) of FEBS Congress 2021
Ocenění udělil
 FEBS
- **RNDr. Jiří Grygar, CSc.**
Cena
 Stříbrná medaile předsedy Senátu
Oceněná činnost
 Za trvalou obhajobu vědy a vzdělávání navzdory okolnímu světu
Ocenění udělil
 Předseda Senátu Parlamentu ČR
- *Cena*
 Pamětní medaile České biskupské konference
Oceněná činnost
 Za celoživotní přínos při budování mostů mezi oblastí vědy a víry
Ocenění udělila
 Česká biskupská konference
- **prof. RNDr. Miroslav Hrabovský, DrSc.**
Cena
 Medaile Ernsta Macha za dlouholeté zásluhy o rozvoj oboru v oblasti fyzikálních věd
Oceněná činnost
 Za dlouholeté zásluhy o rozvoj oblasti fyzikálních věd
Ocenění udělila
 Předsedkyně Akademie věd ČR prof. RNDr. Eva Zažímalová, CSc.
- **RNDr. Jan Kočka, DrSc.**
Cena
 Medaile Ernsta Macha za dlouholeté zásluhy o rozvoj oboru v oblasti fyzikálních věd
Oceněná činnost
 Za dlouholeté zásluhy o rozvoj oblasti fyzikálních věd
Ocenění udělila
 Předsedkyně Akademie věd ČR prof. RNDr. Eva Zažímalová, CSc.

- **RNDr. Denisa Kubániová**
Cena
 Cena Josefa Hlávky
Oceněná činnost
 Za dosavadní výsledky v oboru Fyzika kondenzovaných látek a materiálový výzkum
Ocenění udělila
 Nadace „Nadání Josefa, Marie a Zdeňky Hlávkových“

- **RNDr. Lenka Kubičková, Ph.D.**
Cena
 Cena Becquerel za jaderný výzkum, 1. místo
Oceněná činnost
 Vědecká práce v rámci doktorandského studia v oblasti jaderných věd
Ocenění udělilo
 Velvyslanectví Francie v Praze

- **prof. Ing. Pavel Lejček, DrSc.**
Cena
 Medaile Ernsta Macha za dlouholeté zásluhy o rozvoj oboru v oblasti fyzikálních věd
Oceněná činnost
 Za dlouholeté zásluhy o rozvoj oblasti fyzikálních věd
Ocenění udělila
 Předsedkyně Akademie věd ČR prof. RNDr. Eva Zažímalová, CSc.

- **Daniele Margarone, Ph.D.**
Cena
 Rytíř řádu italské hvězdy
Oceněná činnost
 Za mimořádný přínos česko-italským vztahům
Ocenění udělil
 Italský prezident

- **Nikita Medvedev, MSc., Ph.D.**
Cena
 První cena v kategorii Výzkum v aplikované fyzice
Oceněná činnost
 Experimental study and multiscale modeling of latent tracks structure in radiation resistant dielectrics
Ocenění udělil
 Spojený ústav jaderných výzkumů (SÚJV) v Dubně

- **Ing. Tomáš Mocek, Ph.D.**
Cena
 Osobnost projektu Vizionáři
Oceněná činnost
 Dlouhodobý přínos v oblasti propojování aplikovaného výzkumu v oboru laserových technologií s potřebami praxe
Ocenění udělilo
 CzechInno

- **Ing. Pavel Novák, CSc., DSc.**
Cena
 Medaile Ernsta Macha za dlouholeté zásluhy o rozvoj oboru v oblasti fyzikálních věd oboru v oblasti fyzikálních věd
Oceněná činnost
 Teorie elektronové struktury pevných látek
Ocenění udělila
 Předsedkyně Akademie věd ČR prof. RNDr. Eva Zažímalová, CSc.

- *Cena*
 Emeritní vědecký pracovník AV ČR
Oceněná činnost
 Za vědeckou práci v oboru jaderné rezonance a práci ve funkci vedoucího oddělení jaderné rezonance a práci ve funkci vedoucího oddělení magnetik a supravodičů FZÚ AV ČR
Ocenění udělila
 Předsedkyně Akademie věd ČR prof. RNDr. Eva Zažímalová, CSc.

- **Mgr. Vladimír Novotný, Ph.D.**
Cena
 AUGER Impact award
Oceněná činnost
 Vědecká práce pro Observatoř Pierra Augera
Ocenění udělila
 Observatoř Pierre Auger

- **RNDr. Václav Petříček, CSc.**
Cena
 Cena Neuron za celoživotní přínos vědě
Oceněná činnost
 Za celoživotní vývoj unikátního krystalografického programu JANA
Ocenění udělil
 Nadační fond Neuron

- **Rene Pfeifer, Ph.D.**
Cena
 Čestné uznání
Oceněná činnost
 Poster “Effects of Oxidizing and Non-Oxidizing Salts in Thermal Treatments of HPHT Nanodiamonds” prezentovaný na konferenci Nanocon 2021
Ocenění udělila
 Hodnotící komise konference

- **Ing. Jan Rosa, CSc.**
Cena
 Čestná medaile Za zásluhy o Akademii věd ČR
Oceněná činnost
 Za dlouholeté zásluhy o rozvoj oblasti fyzikálních věd
Ocenění udělila
 Předsedkyně Akademie věd ČR prof. RNDr. Eva Zažímalová, CSc.



- **Ing. Bedřich Rus, Ph.D.**
Cena
Medaile Ernsta Macha za dlouholeté zásluhy
o rozvoj oboru v oblasti fyzikálních věd
Oceněná činnost
Za dlouholeté zásluhy o rozvoj oblasti fyzikálních
věd
Ocenění udělila
Předsedkyně Akademie věd ČR prof. RNDr. Eva
Zažímalová, CSc.
- **RNDr. Petr Šittner, CSc.**
Cena
Akademická Prémie 2021
Oceněná činnost
Vědecká činnost kandidáta a návrh vědeckého
programu na roky 2021–25
Ocenění udělila
AV ČR
- **Mgr. Barbora Smolková**
Cena
Cells 2021 Best Video Abstract Awards
Oceněná činnost
Iron Oxide Nanoparticle-Induced Autophagic Flux
Is Regulated by Interplay between p53-mTOR Axis
and Bcl-2 Signaling in Hepatic Cells
Ocenění udělil
Cells
- **Ing. Martin Smrž, Ph.D.**
Cena
Vizionář 2021
Oceněná činnost
Pulzní laser pro medicínské, průmyslové
a vesmírné aplikace
Ocenění udělila
CzechInno
- **Ing. Štěpán Stehlík, Ph.D.**
Cena
Best poster award, silver; Multi-approach
size distribution characterization and Raman
spectroscopy of quantum-sized nanodiamonds
Oceněná činnost
Ocenění posteru na konferenci 14th International
Conference on New Diamond and Nano Carbons
2020/2021
Ocenění udělili
Organizátoři konference
- **Ing. Vojtěch Stránský**
Cena
Soutěž o nejlepší přednášku pro vědce do 35 let
přednáška
Oceněná činnost
Přednáška
Ocenění udělili
Organizátoři Dnů radiační ochrany (UJF AV ČR,
FJFI ČVUT)
- **Šimon Sukup** (Školitel: Oleg Heczko, Dr.)
Cena
Ocenění Učené společnosti za nejlepší práci ve
fyzice středoškolské mládeže (SOČ)
Oceněná činnost
Práce na vývoji mikropumpy využívající jev
magnetické tvarové paměti
Ocenění udělila
Učená společnost České republiky (výroční
zasedání)
- **Libor Šmejkal, Ph.D.**
Cena
Cenu společnosti Veolia, cenu Doctorandus za
přírodní vědy
Oceněná činnost
Ustanovení nového oboru tzv. topologického
magnetismu s nízkoztrátovými a vysoce mobilními
elektrony
Ocenění udělil
Česká hlava 2021
- **Ing. Karel Tesař**
Cena
1. místo v národním kole soutěže Falling Walls Lab
Oceněná činnost
Prezentace projektu Post sternotomická bolest na
hrudi
Ocenění udělila
Falling Walls Lab
- **Ing. Emil Šípek, CSc.**
Cena
Čestná medaile Za zásluhy o Akademii věd ČR
Oceněná činnost
Za dlouholeté zásluhy o rozvoj oblasti fyzikálních
věd
Ocenění udělila
Předsedkyně Akademie věd ČR prof. RNDr. Eva
Zažímalová, CSc.
- **Mgr. Ivana Víšová, Ph.D.**
Cena
The Visegrad Group Academies Young Researcher
Award 2021
Oceněná činnost
Research to understand and mitigate health
problems due to COVID-19
Ocenění udělila
The Visegrad Group Academies
- **RNDr. Zdeněk Weiss, CSc.**
Cena
Edward Steers Memorial Award for Best Glow
Discharge Paper of the Year 2020 Oceněná činnost
Publikace
Ocenění udělila
European Working Group for Glow Discharge
Spectroscopy (EW-GDS)

1.5 Organizované a spolupořádané mezinárodní vědecké akce

On-line kurz FLUKA pro začátečníky (31. 05. 2021)

POŘADATEL: CERN

POČET ÚČASTNÍKŮ: 40 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 40

2021 Time-Resolved Ellipsometry Meeting (08. 12. 2021)

POŘADATEL: ELI BEAMLINES

POČET ÚČASTNÍKŮ: 30 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 10

25. mezinárodní kongres Krystalografické unie (15. 08. 2021)

POŘADATEL: MEZINÁRODNÍ KRYSTALOGRAFICKÁ UNIE

POČET ÚČASTNÍKŮ: 1638

2nd ELI Beamlines User Conference (20. 10. 2021)

POŘADATEL: ELI BEAMLINES

3D Electron Diffraction/MicroED: Uniting Small Molecule and Macromolecular Crystallography (11. 08. 2021)

POŘADATEL: UNIVERSITY OF STOCKHOLM

POČET ÚČASTNÍKŮ: 150 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 150

Advanced Software Tools for Single Crystal Data Analysis (02. 08. 2021)

POŘADATEL: NEUTRON SCATTERING DIVISION, OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY

POČET ÚČASTNÍKŮ: 80 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 80

All Lambdas holography @ Prague (04. 10. 2021)

POŘADATEL: FZÚ

POČET ÚČASTNÍKŮ: 256 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 234

Aperiodic and Magnetic structures for beginners (12. 08. 2021)

POŘADATEL: FZÚ

POČET ÚČASTNÍKŮ: 29 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 29

ELI Beamlines User Conference 2021 (20. 10. 2021)

POŘADATEL: ELI BEAMLINES USER CONFERENCE 2021

POČET ÚČASTNÍKŮ: 311 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 246

ELI-ELBA Panel at the ELI User Conference 2021 (20. 10. 2021)

POŘADATEL: ELI-BEAMLINES + WEBEX

POČET ÚČASTNÍKŮ: 30 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 20

HERCULES (22. 02. 2021)

POŘADATEL: UNIVERSITÉ GRENOBLE ALPES (UGA), FRANCIE

POČET ÚČASTNÍKŮ: 11 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 11

Homotopy Algebra of Quantum Field Theory and Its Application (24. 01. 2021)

POČET ÚČASTNÍKŮ: 23 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 23

International Conference on Physics of Advanced Materials (24. 09. 2021)

POŘADATEL: ADVANCED EXPERIMENTAL AND THEORETICAL

RESEARCH CENTER IN IN CONDENSED MATTER PHYSICS-

TERA2CMP, FROM FACULTY OF PHYSICS OF ALEXANDRU

IOAN CUZA UNIVERSITY OF IASI, ROMANIA

POČET ÚČASTNÍKŮ: 250 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 250

M18 Progress meeting UHDPulse (11. 03. 2021)

POŘADATEL: ELI BEAMLINES

POČET ÚČASTNÍKŮ: 60 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 50

Pravidelné setkání konsorcia CELIXS (29. 06. 2021)

POŘADATEL: ELI BEAMLINES, FZÚ, AV ČR

POČET ÚČASTNÍKŮ: 20 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 15

První HYU-HiLASE workshop (28. 06. 2021)

POŘADATEL: HILASE

POČET ÚČASTNÍKŮ: 72 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 72

RAMS-2021, School of Representational Analysis and Magnetic Structures (08. 11. 2021)

POŘADATEL: UNIVERSITY OF MARYLAND, COLLEGE PARK, USA
POČET ÚČASTNÍKŮ: 90 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 90

Seminář bezpečnosti (01. 12. 2021)

POŘADATEL: ELI BEAMLINES
POČET ÚČASTNÍKŮ: 17 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 7

Seminář k zahájení projektu studentské výměny (26. 11. 2021)

POŘADATEL: KANAZAWA UNIVERSITY, JAPONSKO
POČET ÚČASTNÍKŮ: 30 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 20

SFT@Cloud 2021 (20. 09. 2021)

POŘADATEL: FZÚ
POČET ÚČASTNÍKŮ: 171 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 165

Synergies @ Prague (08. 12. 2021)

POŘADATEL: FZÚ
POČET ÚČASTNÍKŮ: 69 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 54

The 40th Ad Hoc Workshop on Jana – Basics of Jana2020 (08. 03. 2021)

POŘADATEL: FZÚ
POČET ÚČASTNÍKŮ: 34 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 33

The 41th Ad Hoc Workshop on Jana – Electron diffraction (24. 03. 2021)

POŘADATEL: FZÚ
POČET ÚČASTNÍKŮ: 80 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 79

The 42nd Ad Hoc Workshop on Jana – Advanced topics (27. 05. 2021)

POŘADATEL: FZÚ
POČET ÚČASTNÍKŮ: 37 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 37

The 43rd Ad Hoc Workshop on Jana – Basics of Jana2020 (18. 10. 2021)

POŘADATEL: FZÚ
POČET ÚČASTNÍKŮ: 45 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 43

The Unbearable Lightness of the Universe (16. 09. 2021)

POŘADATEL: FZÚ
POČET ÚČASTNÍKŮ: 27 Z TOHO ZAHRANIČNÍCH 14



1.6 Nejvýznamnější zahraniční hosté

Prof. Eugenio Nappi, víceletý ředitel pobočky National Institute for Nuclear Physics (INFN) v Bari, Itálie a bývalý vicepresident INFN. Světový odborník ve srážkách těžkých iontů, úzce spolupracující s CERN. (Říjen 2021)

Prof. Sandro De Silvestri, Milánská polytechnika, ředitel European Large Scale infrastructure Centre for Ultrafast Science and Biomedical Optics (CUSBO). Expert v oblasti ultrakrátkých laserových pulzů pro výzkum hmoty. (Říjen 2021)

Prof. Jonathan D. Zuegel, ředitel Laser and Materials Technology Division, University of Rochester's Laboratory for Laser Energetics. USA. (Prosinec 2021)

1.7 Významné projekty a další specifické informace o pracovišti

22

Řešené projekty FZÚ v roce 2021

Poskytovatel	Celkový počet projektů
GAČR	95
MŠMT	23
Projekty OP VVV	28
Projekty velkých výzkumných infrastruktur	9
MVČR	3
TAČR	17
MPO	3
EU projekty	23
Komerční zakázky	103
Celkem	264

Fyzikální ústav je řešitelem mnoha projektů (viz <https://www.fzu.cz/projekty>), které významným způsobem utváří a mění strukturu pracoviště. Uvádíme nejvýznamnější příklady dopadů projektů na vědeckou činnost pracoviště v roce 2021.

Projekt Fyzika pevných látek pro 21. století (SOLID21) patří mezi jeden z nejvýznamnějších OP VVV projektů, který zásadně rozvíjí činnost FZÚ v oblasti fyziky pevných látek. Projekt SOLID21 byl zahájen v polovině roku 2018 a získal celkovou dotaci 562 milionů Kč. Cílem projektu je řešení aktuálních vědeckých a technických výzev 21. století v oborech nanoelektroniky, fotoniky, magnetismu, funkčních a bioaktivních materiálů a plazmatických technologií. V rámci projektu došlo a dochází k nákupu řady významných nákladných fyzikálních přístrojů. Díky tomuto projektu byl postaven nový pavilon v rámci areálu FZÚ na Slovance v Praze 8.

V roce 2021 tomu bylo právě deset let, co Evropská komise a Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky schválily dva unikátní laserové výzkumné projekty ELI Beamlines a HiLASE, které se oba podařilo zrealizovat v rámci Fyzikálního ústavu AV ČR.

Výzkumné Centrum ELI Beamlines (dnes součást konsorcia ELI ERIC) je největší výzkumný projekt v České republice. Projekt je součástí evropské výzkumné iniciativy Extreme Light Infrastructure. Součástí centra je nejvýkonnější laser na světě, který by měl v roce 2023 dosáhnout výkonu 10 PW. Centrum umožňuje průkopnický výzkum v oblasti fyziky a vědy o materiálech, ale také v biomedicině, laboratorní astrofyzice a dalších oborech. Laserové centrum ELI v roce 2021 vykazalo celkem 374 dní (součet dnů na více různých stanicích) dokumentovaných uživatelských experimentů v oblasti ultrarychlých optických, XUV a rentgenových experimentů.



V roce 2021 Evropská komise přijala dlouho očekávané rozhodnutí o ustavení konsorcia evropské výzkumné infrastruktury (ERIC), které bude řídit provoz výzkumné infrastruktury ELI. Výzkumná zařízení ELI tvoří nejrozsáhlejší distribuovanou laserovou výzkumnou infrastrukturu na světě. Jejich hostitelské státy, ČR a Maďarsko, předložily žádost o ustavení ELI ERIC v květnu 2020. Rozhodnutí o založení konsorcia ELI ERIC bylo přijato po intenzivních vyjednáváních trvajících několik posledních let. ERIC představuje jedinečnou právní osobu ustavovanou na základě právního rámce EU, který byl specificky vytvořen pro organizaci výzkumných infrastruktur. Jedná se o mezinárodní organizaci, jejímiž členy se stávají státy, které vědecky a finančně přispívají na činnosti konsorcia. Kromě ČR a Maďarska se zakládajícími členy konsorcia ELI ERIC staly rovněž Itálie a Litva. Německo a Bulharsko spoluzakládají konsorcium ELI ERIC jako pozorovatelé s výhledem vstupu v roli plného člena v pozdější fázi. Nad rámec toho vyjádřila zájem vstoupit do konsorcia ELI ERIC po jeho založení také řada dalších evropských, jakož i mimoevropských států.

Výzkumné Centrum HiLASE je orientované na vývoj a testování laserů a laserových technologií nové generace – tedy fyziku elementárních částic, kondenzovaných systémů a pevných látek, optiku a fyziku plazmatu. Centrum spolupracuje s průmyslovými partnery a plní tak svou misi Superlasery pro reálný svět.

V roce 2021 byl ve FZÚ realizován **OP VVV projekt MOBILITY FZÚ 2 – Mobilita výzkumných pracovníků FZÚ 2**. Tento projekt podporuje rozvoj mezinárodní spolupráce ve vědě a internacionalizaci výzkumu ve FZÚ. V rámci projektu je celkově realizováno 21 mobility, které se týkají jak příjezdů mladých a seniorních výzkumných pracovníků ze zahraničí, tak i výjezdů mladých a seniorních výzkumných pracovníků FZÚ do zahraničí. Cílem projektu je podpořit rozšíření spolupráce se stávajícími výzkumnými institucemi a posílit další rozvoj dlouhodobě perspektivních vědeckých směrů v oblasti fyziky.

Projekty HR Award a STIMUL jsou další z významných nevědeckých OP VVV projektů FZÚ, které zásadním způsobem utváří fungování FZÚ a ovlivňují jeho strukturu. Základním cílem projektu HR Award je rozvoj kapacit, znalostí a dovedností manažerských a výzkumných pracovníků FZÚ v oblasti strategického řízení a nastavení strategického řízení výzkumné organizace, které jsou v souladu s Evropskou chartou a kodexem pro výzkumné pracovníky. Díky tomuto projektu se stal Fyzikální ústav od 26. dubna 2019 držitelem certifikátu HR Excellence in Research Award (Ocenění excellence lidských zdrojů ve výzkumu), které uděluje Evropská komise. FZÚ se tak zařadil do prestižní skupiny evropských institucí majících právo používat tuto certifikaci. Certifikát je udělován výzkumným organizacím, které usilují o zajištění kvalitních a transparentních pracovních podmínek pro své stávající i nově příchozí pracovníky. Kromě rozvoje v HR oblasti se

FZÚ v rámci tohoto projektu snaží také zajistit rozvoj v oblasti mezinárodní a mezisektorové spolupráce a popularizace výzkumu a vývoje. Projekt STIMUL v návaznosti na projekt HR Award usiluje o další zlepšení kapacit, znalostí a dovedností pracovníků FZÚ v oblasti řízení lidských zdrojů, hodnocení výzkumné organizace, transferu technologií, mezinárodní spolupráce a popularizace vědy. Dalšími důležitými cíli projektu jsou také aktivity pro zajištění genderové rovnosti, rozvinutí otevřeného přístupu k vědeckým informacím a zvýšení obecného povědomí o významu a přínosu fyziky pro společnost. Koncem roku 2021 byl ve FZÚ připraven první Plán genderové rovnosti.

V roce 2021 pokračovalo financování **Národního centra kompetence MATCA**, jehož je Fyzikální ústav hlavním příjemcem. Národní centrum kompetence pro materiály, pokročilé technologie, povlaky a jejich aplikace (angl. zkratka MATCA) sdružuje již deset akademických a osm komerčních subjektů za účelem aplikovaného výzkumu a vývoje inovačních aplikací v praxi. Stěžejními tématy rozvíjenými v rámci NCK MATCA jsou aditivní, plazmatické a laserové technologie, tedy technologie, jejichž uchopení a integrace v nastávající transformační době má strategický význam pro konkurenceschopnost českého i evropského průmyslu. NCK MATCA se podařilo navázat spolupráci s dalšími průmyslovými organizacemi a zajistit značné množství komerčních zakázek (www.matca.cz).

Na úspěchy NCK MATCA navazuje nově Inovační centrum Brain 4 Industry, digitální inovační hub Brain 4 Industry (B4I), jehož hlavním členem je Fyzikální ústav, kterému se podařilo zajistit financování výstavby inovačního centra vznikajícího v Dolních Břežanech. Inovační centrum B4I bude podporovat přenos pokročilých výrobních technologií do průmyslu. V rámci B4I vzniká centralizované výzkumné vývojové pracoviště v České republice pro aditivní výrobní technologie a procesy, které bude předním místem pro implementaci inovativních aplikací pro klíčová průmyslová odvětví v ČR. Toto výzkumné a vývojové pracoviště bude nabízet celé spektrum služeb, například pro letecký a automobilový průmysl, zdravotnický průmysl, slévárenský průmysl nebo bezpečnostní a obranný průmysl (www.brain4industry.cz).

V rámci soutěže excelentních projektů **JUNIOR STAR od Grantové agentury ČR (GAČR)** zaznamenal FZÚ v roce 2021 mimořádný úspěch získáním 2 projektů. Ve velké konkurenci o JUNIOR STAR granty uspěli Prokop Hapala a Dominik Kriegner z FZÚ.

V roce 2021 Fyzikální ústav prošel změnou organizační struktury (viz <https://www.fzu.cz/o-fzu/organizacni-struktura/str.>). V souvislosti s několika let trvající úspěšnou expanzí oddělení 29 v oblasti fundamentální fyziky bylo rozhodnuto o rozdělení oddělení na dvě samostatné jednotky: oddělení 29 nově zaměřené primárně na teoretickou fyziku elementárních částic a oddělení 39 věnující se kosmologii a gravitační fyzice.

Projekty programů EU řešené na pracovišti v roce 2021

Projekty Horizont 2020

AIDAInnova

Ing. Jiří Kvasnička, Ph.D.

(Advancement and Innovation for detectors at accelerators)

Jedná se o velký infrastrukturní projekt pro částicové detektory používané na urychlovačích částic v objemu 10 MEur, koordinovaný CERN. Přípravovaný projekt částečně navazuje na předchozí projekty H2020 AIDA-2020 (rok 2014–2020) a FP7 AIDA (2011–2015), do kterých byl FZÚ zapojen jako spoluřešitel.

Projekt plánuje poměr financování 1 : 2 (příspěvek EU: dofinancování FZÚ) stejně jako předchozí projekt AIDA-2020. FZÚ plánuje účast ve třech vědeckých úkolech spadajících pod pracovní balík „WP8 – Highly granular calorimeters and PiD detectors“ s příspěvkem z EU ve výši 40 kEur.

AQUA 3S

prof. Mauro Fernandes Pereira

(Enhancing Standardisation strategies to integrate innovative technologies for Safety and Security in existing water networks)

AQUA 3S je projekt podpořený z evropského programu Horizont 2020, do kterého je zapojeno 23 partnerů ze základního výzkumu, aplikovaného výzkumu a průmyslu. Cílem projektu je návrh technických řešení pro zajištění kvality pitné vody a pro snížení rizik její nedostupnosti, například v důsledku narušení bezpečnosti vodovodní sítě.

Projekt kombinuje nové technologie v oblasti bezpečnosti a ochrany vody s cílem standardizovat stávající technologie senzorů doplněné o nejmodernější detekční postupy a výstražné systémy. Navrhované technické řešení vytvoří velmi účinnou infrastrukturu, která minimalizuje náklady a maximalizuje návratnost do ní vložených investic.

ASPIN

prof. Tomáš Jungwirth, Ph.D.

(Antiferromagnetic spintronics)

Cílem projektu je rozvinout nový výzkumný směr založený na antiiferomagnetických materiálech s budoucím potenciálním využitím v informačních technologiích.

Projekt staví na nedávných výsledcích skupiny v oblasti antiiferomagnetické spintroniky, konkrétně na realizaci experimentálních paměťových součástek s elektrickým zápisem a čtením informace. Z vědeckého hlediska je projekt na pomezí spintroniky, Diracových kvazičástic a topologických fází v pevných látkách.

ATLANTIC

Thibault Derrien, Ph.D.

(Advanced theoretical network for modeling light matter interaction)

Projekt ATLANTIC je zaměřen na rozvoj mezinárodní sítě pokročilého teoretického modelování v oblasti interakce laseru s hmotou. Tato síť přispěje k vývoji nových fyzikálních teorií propojením matematických modelů v rámci vytvořeného konsorcia vědeckých skupin, které jsou průkopníky těchto teorií. Tyto fyzikální modely podrobně řeší jevy v řádech attosekund až pikosekund a velikosti v oblasti nanometrů až milimetrů a poskytují přesné predikce experimentálních dat, avšak nejednotným způsobem. Díky propojení daných vědeckých komunit bude možné řešit jevy, které dosud zůstávaly nevyjasněné, a dosáhnout nad rámec současného stavu techniky.

HANSOME

prof. Ing. Martin Nikl, CSc.

(Hafnium oxide based nanocomposite scintillators for fast timing detection)

Běžně dostupné detektory ionizujícího záření používající anorganické pevnolátkové scintilátory neumožňují další technologický pokrok v oblastech detekování vysokoenergetických částic a lékařského zobrazování (jako např. „time-of-flight“ pozitronová emisní tomografie), kde je požadován současně vysoký světelný výtěžek a schopnost rychlého časování. Tato omezení mohou být překonána s použitím scintilujících nanočástic vzhledem k možnosti účinně modifikovat jejich strukturální a luminiscenční vlastnosti. Nanočástice mohou být zabudovány do polymerního nosiče, čímž se připraví objemový transparentní nanokompozitní materiál.

Cílem projektu je vyvinout pokročilý nanokompozitní materiál s nanočásticemi oxidu hafnia s časovou odezvou v řádu nanosekund, s využitím vysoké zachytivé schopnosti ionizujícího záření samotným oxidem hafnia. Radioluminiscence nanočástic oxidu hafnia bude optimalizována uzpůsobenými defekty a specifickými dopanty. Na povrch nanočástic bude navázáno vysoce efektivní fluorescenční barvivo, které bude aktivováno vlastní emisí nanočástic. Nanoscintilátory budou pak zabudovány do polymerní matrice s cílem připravit vlastnostmi flexibilní a objemově škálovatelný nanokompozitní scintilátor s nízkou cenou, s důrazem na celkovou luminiscenční účinnost a rychlou odezvu.

Projekt umožní pokrok v experimentech ve fyzice vysokých energií, kde je potřeba minimalizovat fotonové ztráty při vysokých čítecích rychlostech, a současně pomůže řešit potřeby lékařských zobrazovacích technik pro získání vysoce kvalitního zobrazení. Výsledky tohoto výzkumu umožní zásadní technologický pokrok v oblasti detekce ionizujícího záření a v celosvětovém kontextu posílí pozice evropské komunity zabývající se tímto výzkumem.

Hilase CoE

Ing. Tomáš Mocek, Ph.D.

(Hilase – Centre of Excellence)

Hlavní náplní projektu je modernizace stávající výzkumné infrastruktury a přeměna pracoviště ve špičkové centrum excelence evropského významu. Projekt je realizován v úzké spolupráci s prestižní mezinárodní výzkumnou institucí STFC z Velké Británie. Rozsáhlé znalosti a zkušenosti partnera významně přispějí k zajištění efektivního fungování budoucího centra excelence. Nový inovační program je nezbytným předpokladem pro udržitelnost centra a také pro rozvoj regionu.

ID2PPAC

prof. Ing. Martin Nikl, CSc.

(Integration of processes and modules for the 2 nm node meeting power performance area and cost requirements)

V projektu budou konsolidovány a integrovány technologické možnosti pro 2 nm rozlišení v litografických procesech v polovodičové technologii. Cílem je dosáhnout požadavků na exponovanou plochu substrátu a cenu procesů pro logické a paměťové obvody. Je očekáván obrovský impakt, protože tato práce umožní polovodičovému průmyslu sledovat Moorův zákon při splnění požadavků na výkonnost, exponovanou plochu a cenu v 2 nm technologii. Projekt také pomůže expanzi evropských technologických kapacit v tomto oboru, která je kritická pro digitalizaci a řešení národních, evropských a globálních sociálních výzev, a posílí konsorcium předních evropských firem a institucí aktivních v tomto oboru.

Projekt je také kriticky důležitý k dalšímu posílení vedoucí technologické pozice tohoto konsorcia v polovodičové 2 nm technologii ve světovém kontextu a ve vysoce kompetitivním prostředí.

IMPULSE

Ing. Roman Hvězda

(Integrated Management and reliable operations for user-based laser scientific excellence)

Extreme Light Infrastructure (ELI) je nejpokročilejší laserová uživatelská infrastruktura na světě. Patří mezi evropské důležité nové mezinárodní výzkumné infrastruktury, mezník ESFRI. Více než 850 milionů EUR bylo investováno do tří center ve střední Evropě s využitím evropských fondů pro regionální rozvoj. Všechna tři ELI centra se sloučí v efektivně fungující integrovanou organizaci s cílem zajistit udržitelnost této investice. Postupně přejdou do provozu jako jednotné Evropské výzkumné konsorcium – ERIC. Projekt IMPULSE, financovaný významným příspěvkem z programu EU Horizon 2020, přinese zdroje a zkušenosti z předních evropských laserových zařízení k urychlení přechodu do provozní fáze a zvýší udržitelnost ELI. V rámci projektu budou identifikovány příležitosti pro

technické synergie mezi přední evropskými laserovými laboratořemi.

Společný vývoj dobré praxe na podporu uživatelské zkušenosti v rámci projektu zmírní rizika spojená s provozováním nejmodernějších, vysoce výkonných a vysoce opakovacích laserových systémů. Budou vyvíjeny nové technologie, které zajistí odpovídající postavení ELI jako globální platformy pro vysoce výkonné laserové systémy a podporu inovací v této oblasti. Partneři společně zavedou standardy a postupy podporující špičkovou kvalitu a služby pro uživatele. IMPULSE podpoří široké využívání ELI a rozvoj uživatelských programů.

IQONIC

Ing. Tomáš Mocek, Ph.D.

(Innovative strategies, sensing and process Chains for increased Quality, reconfigurability, and recyclability of Manufacturing Optoelectronics)

Pokrok v optoelektronických technologiích způsobuje revoluci ve spotřební elektronice, solární energetice, komunikacích, LED, laserovém průmyslu a dalších. V současnosti jsou ve výrobě optoelektroniky značné výzvy týkající se vývoje vybavení, přístrojové techniky a podpůrných procesů. Průmysl požaduje vyšší individualizaci a přizpůsobitelnost, což vede na mnohem častější a dynamickou výměnu konfigurace systému. IQONIC bude nabízet škálovatelnou platformu s nulovými defekty pokrývající celkový procesní řetězec optoelektrických dílů.

IQONIC také zajistí návrh nových optoelektrických komponent, optimální procesní řetězec, montáž, demontáž a opětovně zavedení do hodnotového řetězce. IQONIC bude proto obsahovat nové hardwarové a softwarové komponenty propojené se stávajícími zařízeními prostřednictvím internetu věcí a datamanagementu platform, přičemž bude řízen pomocí osmi škálovatelných strategií na úrovni komponent, pracovních stanic a továrního prostředí. Technologie IQONIC budou demonstrovány ve čtyřech zkušebních oblastech pokrývajících širokou škálu produktů a procesů.

LADENTHER

Yury V. Ryabchikov, Ph.D.

(Laser Development of Nanotools for quantum-based Therapy)

Kardiovaskulární onemocnění patří mezi nejzávažnější zdravotní problémy moderní lidské společnosti. I přes různé pokročilé terapeutické, farmaceutické a chirurgické metody jejich léčby nebylo dosud dosaženo významného zlepšení lidského zdraví, a to díky nedostatečné účinnosti těchto metod, vedlejším účinkům, bolestivosti a dlouhému zotavení.

Projekt má za cíl prozkoumat nový přístup založený na kombinaci nejnovějších výsledků v laserových a nano technologiích. Pomocí ozařování ultrarychlými lasery budou ve vodním prostředí syntetizovány různé vícesložkové nanočástice. Díky této technologii budou tyto nanočástice bez vedlejší kontaminace. U těchto



částic bude pak studován účinek u biologických vzorků při léčbě rozpouštění trombu a cholesterolu a pro regeneraci unavených svalů. Ozařování bude prováděno v jedno- a vícebarevném režimu za účelem kontroly schopnosti aktivace nanočástic.

Výsledky tohoto projektu přinesou nové poznatky o perspektivách neinvazivní léčby kardiovaskulárních problémů, které budou mít pozitivní dopad jak na základní vědu, tak velký dopad na biomedicínu.

Laserlab-Europe

Ing. Tomáš Mocek, Ph.D.

(The Integrated Initiative of European Laser Research Infrastructures)

K hlavním cílům projektu přibýlo posílání rozšiřovat evropskou základnu laserového výzkumu a aplikací vazbami na spřízněné vědecké komunity. To našlo svůj odraz i ve dvou startujících JRA – Inovative LASer Technologies (ILAT), kde je nově zapojeno HiLASE a Laserdriven High Energy Photon and Particle Sources towards Industrial and Societal Applications (LEPP), kde se zúročí již realizovaná modernizace infrastruktury PALS. 11

MAGNELIQ

RNDr. Vladimíra Novotná, CSc.

(A magneto-electric liquid – better sensing)

V rámci pětičlenného konsorcia budeme vyvíjet novou magneto-elektrickou kapalinu (ME) pro citlivé senzory. Magneto-elektrický jev objevený v 60. letech minulého století ukázal možnost ovlivňovat elektrické vlastnosti magnetickým polem a magnetické vlastnosti polem elektrickým. Na rozdíl od pevných feroelektrik bude mít ME kapalina, založená na magnetických nanodiscích v prostředí organických molekul, nesporné výhody a umožní větší senzitivitu a excelentní rozlišení.

NanED

Dr. rer. nat. Lukáš Palatinus

(Electron Nanocrystallography)

Stanovení atomové struktury anorganických, organických a makromolekulárních krystalů je klíčové v mnoha akademických i komerčních oborech. Zároveň se pořád jedná o velkou výzvu, kdykoli velikost krystalů klesne pod několik mikrometrů. Vývoj účinnějších nástrojů schopných analyzovat nanokrystalické materiály je proto horkým tématem se širokým dopadem, které spojuje vědu o materiálech, fyziku difrakce, nové přístrojové inženýrství, chemickou výrobu a farmakologii. 3D elektronová difrakce (3D ED) je technika, která umožňuje získat strukturní informace z jednotlivých nanokrystalů a v posledních letech se bouřlivě rozvíjí.

Cílem projektu NanED je vychovat novou generaci elektronových krystalografů, schopných zvládnout a rozvíjet techniky 3D ED. NanED sdružuje většinu evropských vědeckých pracovišť, která působí ve vývoji 3D ED, a skupinu velkých i malých společností, které

se zajímají o vývoj přístrojů a výrobu materiálů nebo farmaceutických výrobků.

Výstupem projektu NenED budou kromě výchovy nové generace specialistů také standardizované postupy pro jednotlivé kroky stukturní analýzy pomocí 3D ED, což dále napomůže širšímu a spolehlivějšímu využívání této revoluční metody.

ODYSSEUS

prof. Mauro Fernandes Pereira

(Preventing, countering, and investigating terrorist attacks through prognostic, detection, and forensic mechanisms for explosive precursors)

Cílem projektu ODYSSEUS je zvýšení znalostí průběžně revidovaného seznamu výbušnin a prekurzorů výbušnin, včetně prekurzorů, které dosud nebyly studovány, a také vyvinout efektivní a účinné prognostické, detekční a forenzní nástroje a řešení ke zlepšení schopností Local Education Authorities (LEA) a příslušných orgánů v prevenci, čelení a vyšetřování teroristických incidentů týkajících se podomácku vyrobených exploziv (HME).

PaNOSC

Dr. Stefan Andreas Weber

(Photon and Neutron Open Science Cloud)

Projekt PaNOSC má za cíl standardizovat katalogy experimentálních dat a metadat a vytvořit federované služby pro vzdálený přístup, zpracování a analýzu dat z oblastí vědeckého výzkumu s využitím laserů a neutronů na základě FAIR principů.

Data by měla být: vyhledatelná (Findable), přístupná (Accessible), kompatibilní (Interoperable) a znovu-využitelná (Reusable). Projektu se účastní šest velkých evropských výzkumných center a dvě e-infrastruktury a je jedním z pilířů vývoje Evropského cloudu pro otevřenou vědu (European Open Science Cloud – EOSC).

RADNEXT

Ing. Veronika Olšovcová, Ph.D.

(Radiation facility network for the exploration of effects for industry and research)

RADNEXT je součástí rámcového programu H2020 INFRAIA-02–2020. Akronym RADNEXT je zkratkou anglického názvu Sítě radiačních zařízení pro studium radiačních účinků pro průmysl a výzkum. Cílem projektu je vytvoření sítě technických zařízení a příslušných metodik, reagujících na rostoucí potřebu ozařování elektronických součástek a systémů. Dále kombinování různých ozařovacích a simulačních metod pro optimalizaci ověřování radiační odolnosti komponent a systémů se zaměřením na hodnocení souvisejících rizik. Projekt je koordinován CERN a účastní se ho dalších 37 partnerů. Kromě výzkumných center také zástupci univerzit a průmyslu.

V České republice jsou součástí projektu dvě infrastruktury, vedle ELI Beamlines ještě ÚJF AV ČR. ELI Beamlines pracuje na tématu WP4 zaměřeném na

definici plánu rozvoje pro budoucí ozařovací centra a WP8, věnujícím se vývoji Monte Carlo simulací pro popis radiačních polí ozařovacích zařízení a radiačních účinků na elektroniku.

SymACC

Dr. Constantinos Skordis

(Symmetries and Degrees of Freedom in Cosmic Epochs of Accelerated Expansion)

Prostřednictvím teorie a pozorování je dobře prokázáno, že vesmír ve své historii prochází zrychlenou expanzí. Tato zrychlená expanze probíhá ve dvou různých epochách. První z nich je časná epocha inflace a druhá je současná epocha nadvlády temné energie. Ačkoli metody obecné relativity, kterými jsou klasická teorie gravitace a kvantová teorie pole, která se zabývá interakcemi hmoty v kvantových měřítkách, vedly velkou část našeho chápání vesmíru, neumí plně vysvětlit tyto epochy zrychleného rozšiřování.

V tomto projektu je cílem identifikovat kosmologické stupně svobody, které mají klíčovou roli při inflaci a temné energii. Projekt navrhuje dosáhnout tohoto cíle pomocí moderních metod v holografii studiem ideálního případu časoprostoru, který umožňuje studovat zrychlenou expanzi.

Projekt má za cíl:

- identifikovat specifické deformace od ideálního případu, které vedou ke kosmologickým stupňům volnosti během inflace a tmavé energie odděleně;
- prozkoumat obecnost těchto deformací a jejich kosmologické důsledky metodami toků renormalizační skupiny;
- zabývat se deformacemi v kontextu vývoje závislého na čase a vývoje závislého na prostoru odděleně, aby se dále zlepšilo porozumění povaze kosmologických stupňů volnosti.

Tento interdisciplinární projekt navrhuje použít princip holografie z teorie strun, který může otevřít nový způsob studia kosmologických odchylek, zejména v kontextu temné energie. Zaměřením se na kosmologické kosmické časy se bude zabývat také platností holografie v nových prostředích.

TSAR

Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.

(Topological solitons in antiferroics)

Mezinárodní projektové konsorcium projektu TSAR, které vede Dr. Michel Viret z CEA Saclay, bude následující 4 roky zkoumat nové možnosti generace, detekce, ovládání a využití topologických defektů v anti ferroelektrických a anti feromagnetických materiálech.

UHD Pulse

Ing. Veronika Olšovcová, Ph.D.

(Metrology for advanced radiotherapy using particle beams with ultra-high pulse dose rates)

„FLASH“ radioterapie je slibný, nově vyvíjený způsob léčby rakoviny, který je významně šetrnější ke zdravému tkáním než konvenční radioterapie. Využívá možnosti téměř okamžité aplikace terapeutických dávek, a to prostřednictvím několika pulzů záření s extrémně vysokým dávkovým příkonem v pulzu. Také laserem řízené urychlovače částic, které jsou považovány za příští generaci urychlovačů pro radioterapii, produkuje pulzy záření s extrémně vysokou dávkou v pulzu. Předtím, než bude možné začít využívat těchto typů svazků v klinické praxi, je nezbytné vyvinout vhodné metrologické metody pro přesné měření dávek v těchto specifických polích.

V rámci projektu UHD Pulse bude vyvinuta metodika měření, včetně referenčních standardů, s návazností na jednotky SI a validované referenční metody pro měření dávky v polích s extrémně vysokým dávkovým příkonem v pulzu. Dále budou charakterizované vybrané detekční systémy a rozptýlené záření a vyvinuty metody pro relativní dozimetrii (se zajištěnou metrologickou návazností). Výsledky přispějí k vytvoření postupů správné praxe a budou prezentovány mezinárodním agenturám, organizacím zajišťujícím standardizaci, výrobcům a koncovým uživatelům. Hlavním cílem je zajištění aplikace správné terapeutické dávky onkologickým pacientům.



1.8 Základní personální údaje

28

Počet zaměstnanců – stav k 31. 12. 2021

výzkumní pracovníci	561
studenti doktorského studia	133
odborní pracovníci výzkumu a vývoje	141
ostatní odborní pracovníci	416
dělníci	79
administrativní pracovníci	92
počet zaměstnanců celkem	1422

1. Členění zaměstnanců podle věku a pohlaví – stav k 31. 12. 2021 (fyzické osoby)

věk	muži	ženy	celkem	%
21–30	164	80	244	17,2 %
31–40	308	123	431	30,3 %
41–50	207	125	332	23,3 %
51–60	110	65	175	12,3 %
61–70	93	36	129	9,1 %
71–999	99	12	111	7,8 %
víc než 70	98	15	113	8,1 %
Celkem	981	441	1422	100,0 %
%	69 %	31 %		

2. Celkový údaj o vzniku a skončení pracovních a služebních poměrů zaměstnanců v roce 2021

	výzkumní pracovníci	studenti a doktorandi	odborní prac. VaV	dělníci	administrativa	celkem
nástupy	52	31	57	3	5	148
odchody	45	11	56	7	10	129



3. Trvání pracovního a služebního poměru zaměstnance – stav k 31. 12. 2021

doba trvání	muži	ženy	celkem	procent (celkem)
0–5 let	432	228	660	46,41%
6–10 let	230	94	324	22,78%
11–15 let	95	44	139	9,77%
16–20 let	57	20	77	5,41%
21–25 let	37	19	56	3,94%
26–30 let	38	14	52	3,66%
nad 30 let	92	22	114	8,02%
Celkem	981	441	1422	100,00%

4a. Systemizace výzkumných pracovníků – stav k 31. 12. 2021

Na dobu určitou

sekce / pracovníci	postdoktorand			vědecký asistent			vědecký pracovník			vedoucí vědecký pracovník			Celkem
	Celkem	Muži	Ženy	Celkem	Muži	Ženy	Celkem	Muži	Ženy	Celkem	Muži	Ženy	
Sekce fyziky elementárních částic	24	21	3	4	4	0	24	23	1	11	11	0	63
Sekce fyziky kondenzovaných látek	29	17	12	8	6	2	27	19	8	10	10	0	74
Sekce fyziky pevných látek	45	25	20	13	8	5	35	28	7	22	22	0	115
Sekce optiky	15	10	5	14	12	2	21	18	3	13	9	4	63
Sekce výkonových laserů	20	17	3	14	11	3	18	15	3	2	1	1	54
Centrální úsek	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Technicko-hospodářská správa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Administrativní úsek Cukrovarnická	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sekce realizace projektu ELI a Beamlines	27	22	5	15	12	3	27	24	3	20	18	2	89
Celkem	160	112	48	68	53	15	152	127	25	78	71	7	458

4a. Systemizace výzkumných pracovníků – stav k 31. 12. 2021

Na dobu neurčitou

sekce / pracovníci	postdoktorand			vědecký asistent			vědecký pracovník			vedoucí vědecký pracovník			Celkem
	Celkem	Muži	Ženy	Celkem	Muži	Ženy	Celkem	Muži	Ženy	Celkem	Muži	Ženy	
Sekce fyziky elementárních částic	0	0	0	0	0	0	2	1	1	10	8	2	12
Sekce fyziky kondenzovaných látek	0	0	0	1	1	0	14	12	2	19	17	2	34
Sekce fyziky pevných látek	0	0	0	1	1	0	7	6	1	24	22	2	32
Sekce optiky	0	0	0	1	1	0	4	4	0	8	8	0	13
Sekce výkonových laserů	1	1	0	0	0	0	3	2	1	5	4	1	9
Centrální úsek	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
Technicko-hospodářská správa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Administrativní úsek Cukrovarnická	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sekce realizace projektu ELI a Beamlines	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2
Celkem	1	1	0	3	3	0	30	25	5	69	62	7	103

Na dobu určitou a neurčitou celkem

sekce / pracovníci	postdoktorand			vědecký asistent			vědecký pracovník			vedoucí vědecký pracovník			Celkem
	Celkem	Muži	Ženy	Celkem	Muži	Ženy	Celkem	Muži	Ženy	Celkem	Muži	Ženy	
Celkem	161	113	48	71	56	15	182	152	30	147	133	14	561

4b Systemizace ostatních vysokoškolsky vzdělaných pracovníků – stav k 31. 12. 2021

kategorie	třída	počet celkem	muži	ženy
odborný pracovník výzkumu a vývoje	201	141	102	39
doktorand	202	133	99	34
Celkem	x	274	201	73

4c. Systemizace ostatních pracovníků – stav k 31. 12. 2021

kategorie	třída	počet celkem	muži	ženy
odborný pracovník s VŠ	300	243	136	107
odborný pracovník s SŠ, VOŠ	400	126	84	42
odborný pracovník výzkumu a vývoje s SŠ, VOŠ	500	47	38	9
THP pracovník	700	92	16	76
dělník	800	66	45	21
provozní pracovník	900	13	7	6
Celkem	x	587	326	261

5. Průměrná měsíční mzda za rok 2021

a) institucionální mzdové prostředky / přepočtený stav zaměstnanců pracoviště / 12 v Kč		
Průměrný přepočtený stav zaměstnanců		614,70
Průměrná měsíční mzda		52 961
b) Institucionální + grantové mzdové prostředky bez OON / přepočtený stav zaměstnanců pracoviště / 12 v Kč		
Průměrný přepočtený stav zaměstnanců		1 174,04
Průměrná měsíční mzda		54 775
c) průměrná měsíční mzda (i z grantů) v jednotlivých tarifních třídách		
	třída	mzda
odborný pracovník výzkumu a vývoje	201	50 343
doktorand	202	34 566
postdoktorand	103	56 418
vědecký asistent	104	54 658
vědecký pracovník	105	63 900
vedoucí vědecký pracovník	106	91 285
odborný pracovník s VŠ	300	57 538
odborný pracovník s SŠ, VOŠ	400	45 928
odborný pracovník výzkumu a vývoje s SŠ, VOŠ	500	39 226
THP pracovník	700	49 384
dělník	800	26 961
provozní pracovník	900	39 092







2.

Činnost vědeckých sekcí

Struktura vědeckých sekcí FZÚ v roce 2021

34



Sekce fyziky elementárních částic

Oddělení astročásticové fyziky
Oddělení experimentální fyziky částic
Oddělení teorie částic a kosmologie
Oddělení vývoje detektorů a zpracování dat

doc. Alexander Kupčo, Ph.D.
RNDr. Petr Trávníček, Ph.D.
Mgr. Marek Taševský, Ph.D, DSc.
Mgr. Martin Schnabl, Ph.D.
RNDr. Jiří Chudoba, Ph.D.



Sekce fyziky kondenzovaných látek

Oddělení magnetických měření a materiálů
Oddělení dielektrik
Oddělení materiálové analýzy
Oddělení funkčních materiálů
Oddělení teorie kondenzovaných látek
Oddělení chemie

RNDr. Petr Šittner, CSc.
Oleg Heczko, Dr.
Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
Mgr. Daniel Šimek, Ph.D.
RNDr. Petr Šittner, CSc.
Mgr. Jindřich Kolorenč, Ph.D.
Ing. Věra Hamplová, CSc.



Sekce fyziky pevných látek

Oddělení povrchů a molekulárních struktur
Oddělení polovodičů
Oddělení spintroniky a nanoelektroniky
Oddělení strukturní analýzy
Oddělení magnetik a supravodičů
Oddělení tenkých vrstev a nanostruktur
Oddělení optických materiálů
Oddělení diamantových a příbuzných materiálů

RNDr. Michal Dušek, CSc.
doc. Ing. Pavel Jelínek, Ph.D.
RNDr. Jiří J. Mareš, CSc.
Tomáš Jungwirth, Ph.D.
RNDr. Michal Dušek, CSc.
Ing. Jiří Hejtmánek, CSc.
RNDr. Antonín Fejfar, CSc.
prof. Ing. Martin Nikl, CSc.
doc. Ing. Alexander Kromka, Ph.D.



Sekce optiky

Oddělení analýzy funkčních materiálů
Oddělení optických a biofyzikálních systémů
Oddělení nízkoteplotního plazmatu
Společná laboratoř optiky

Ing. Alexandr Dejneka, Ph.D.

Ing. Ján Lančok, Ph.D.

Ing. Alexandr Dejneka, Ph.D.

Mgr. Zdeněk Hubička, Ph.D.

doc. RNDr. Ondřej Haderka, Ph.D.



Sekce výkonových laserů – Centrum HiLASE

Oddělení radiační a chemické fyziky (Centrum PALS)
Oddělení vývoje pokročilých laserů (Centrum HiLASE)
Oddělení průmyslových aplikací laserů (Centrum HiLASE)
Oddělení vědeckých aplikací laserů (Centrum HiLASE)

Ing. Tomáš Mocek, Ph.D.

Ing. Libor Juha, CSc.

Ing. Martin Smrž, Ph.D.

Ing. Jan Brajer, Ph.D.

prof. Dr. Sci. Nadezhda M. Bulgakova, Ph.D.



Centrum ELI Beamlines

Oddělení laserových systémů
Oddělení radiační fyziky a urychlování elektronů
Oddělení technické infrastruktury a přístrojových služeb
Oddělení fyziky plazmatu a interakcí s ultravysokou intenzitou
Oddělení strukturní dynamiky
Oddělení urychlování iontů a aplikací vysokoenergetických částic

Ing. Roman Hvězda

Ing. Bedřich Rus, Ph.D.

prof. Sergey Vladimirovich Bulanov

Ing. Aleš Hála

Dr. Stefan Andreas Weber

Jakob Andreasson, Dr.

Daniele Margarone, Ph.D.



2.1 Sekce fyziky elementárních částic v roce 2021

36

„Za hlavní úspěch roku 2021 považuji, že se nám, navzdory pokračující celosvětové pandemii, podařilo udržet na vysoké úrovni naše zapojení ve velkých mezinárodních projektech. Spustili jsme masové testování elektroniky pro povrchové detektory experimentu AUGER, v Ondřejově jsme nainstalovali prototypy dalekohledů pro CTA, zapojili jsme se do předprodukční fáze dráhového detektoru pro experiment ATLAS v CERN apod. Došlo také k významnému navýšení publikační aktivity v oborech teoretické fyziky a kosmologie. Širokému ohlasu se dostalo práci formulující první relativistickou teorii, která se obejde bez temné hmoty a přitom je konzistentní s kosmologickými studiemi vývoje vesmíru.“

doc. Alexander Kupčo, Ph.D.

Základním rysem výzkumného programu Sekce fyziky elementárních částic je zapojení našich pracovních skupin do velkých mezinárodních experimentů na urychlovačích a projektech zkoumajících vysokoenergetické částice v kosmickém záření. Cílem je studovat základní zákony mikrosvěta včetně toho, jak ovlivňují vývoj vesmíru. Jedná se o následující projekty:

Experimenty v CERN (Evropské středisko fyziky částic u Ženevy) na urychlovači LHC

Experiment ATLAS zkoumá vlastnosti hmoty na velmi malých vzdálenostech v řádu 10^{-19} m a hledá nové jevy ve srážkách vstřícných svazků protonů či těžkých iontů. V roce 2021 pokračovala plánovaná odstávka LHC,

která byla v důsledku mimořádných opatření souvisejících s epidemií covid-19 prodloužena až do začátku roku 2022. Tuto odstávku experiment ATLAS využívá k údržbě a modernizaci detektorů. V roce 2021 intenzivně pokračovalo zpracování dat z Run 2, během kterého LHC dodal 156 fb^{-1} unikátních dat proton-protonových srážek při těžišťové energii 13 TeV.

Experiment TOTEM je menší LHC experiment, který detekuje částice vznikající ve vzájemných srážkách protonů nebo iontů a rozptylující se převážně pod malými úhly okolo dopředného směru. Použitý typ detektorů umožňuje výzkum pružného rozptylu a rovněž mnoha typů difrakčního rozptylu v uvedených srážkách. V menší míře se podílíme i na experimentu ALICE, jehož cílem je zkoumání srážek těžkých iontů.



Experimenty ve Fermilab (Fermiho národní laboratoř u Chicaga)

Experiment **NOvA** zkoumá vlastnosti neutrin. Parametry neutrin ve svazku jsou měřeny nejprve v detektoru ve Fermilab a poté, po průletu 800 km Zemí, ve vzdáleném detektoru v Minnesotě. Experiment zkoumá tzv. oscilace neutrin – jev, při němž dochází k přeměně jednoho typu neutrin na jiný – zvláště přechod mionového neutrina na elektronové, jakož i hierarchii hmotností neutrin a přítomnost narušení CP symetrie v oscilacích neutrin. Získávané výsledky jsou průběžně publikovány a prezentovány na konferencích. Předpokládáme, že experiment bude zaznamenávat data do roku 2027.

Experiment **DUNE** je připravován jako následovník experimentu NOvA. Jedná se o mezinárodní projekt s celosvětovou spoluprací včetně laboratoře CERN. Vzdálený detektor, naplněný 40 tisíci tunami kapalného argonu, bude umístěn 1 300 km od laboratoře Fermilab v bývalém dole v Sanford Underground Research Facility (SURF) v Jižní Dakotě. Umožní podstatně zpřesnit měřené veličiny charakterizující oscilaci neutrin a jejich hmotnost stejně jako parametry narušení symetrie CP. Vedle základních cílů plánuje kolaborace DUNE efektivnější měření toku neutrin v případě blízkého kolapsu jader supernov a pátrání po hypotetickém rozpadu protonu. V rámci projektu DUNE se také účastníme testování prototypů detektorů budovaných a provozovaných v rámci Neutrinové platformy laboratoře CERN.

Experimenty v astročásticové fyzice

Astročásticová fyzika je obor na pomezí částicové fyziky, astronomie a kosmologie, jehož cílem je výzkum vlastností a původu částic přilétajících na Zemi z kosmu. Organizačně je účast Fyzikálního ústavu v astročásticových experimentech zajišťována Sekcí fyziky elementárních částic v úzké spolupráci se Společnou laboratoří optiky v Olomouci. Práce se soustřeďuje především na aktivity spojené s Observatoří Pierra Augera v Argentině. Intenzivně se podílíme též na návrhu a budování observatoře Cherenkov Telescope Array (CTA) stejně jako na připravovaném celoblohovém dalekohledu Observatoře Very Rubinové. Nově je sekce elementárních částic zapojena i do projektu Evropské vesmírné agentury LISA zaměřeného na detekci a přesné měření gravitačních vln.

Nedílnou součástí našeho programu je také všestranný teoretický výzkum. Základními směry výzkumu jsou kvantová teorie pole a teorie strun a kosmologie včetně studia gravitace.

Pro účast ve zmíněných experimentech je nezbytným předpokladem přístup do sítí distribuovaného počítání. I do jejich vývoje a implementace ve FZÚ jsme zapojeni.

Většina aktivit probíhala ve spolupráci s partnery z Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy, Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské Českého vysokého učení technického v Praze, Ústavu jaderné fyziky AV ČR a Univerzity Palackého v Olomouci.

Experimenty v CERN

Experiment ATLAS

V roce 2021 pokračovala odstávka urychlovače LHC a experimentu ATLAS. Pracovníci FZÚ se tradičně podíleli na zajišťování údržby vnitřního dráhového detektoru a hadronového kalorimetru TileCal, což jsou části experimentu ATLAS, k jejichž stavbě v minulosti FZÚ přispěl. V roce 2021 jsme odsloužili pro experiment ATLAS 301 směn, ať už v kontrolní místnosti experimentu, nebo jako tzv. on-call experti pro jednotlivé subdetektory, a dále se podíleli na technickém zajištění provozu ATLAS (údržba, provoz počítačového Tier-2 centra ve FZÚ apod.) v rozsahu šesti úvazků.

V souvislosti s plánovaným zvýšením intenzity svazků LHC, tzv. High Luminosity LHC Upgrade (HL-LHC), čeká experiment ATLAS v roce 2026 výrazná modernizace. Velká část aparatury musí být vyměněna tak, aby od roku 2029 byla schopna zaznamenat až 200 proton-protonových srážek v jednom okamžiku oproti současným padesáti. To pro některé subdetektory znamená až zdesetinásobení počtu detekčních kanálů, ale i extrémní požadavky na radiační odolnost. Výzkumný a vývojový program nových radiačně odolnějších detektorů experimentu ATLAS pro použití v HL-LHC je časově velmi náročný a FZÚ se na něm dlouhodobě podílí. V roce 2021 pokračovaly ve FZÚ přípravy na budoucí účast při výrobě a sériovém testování těchto nově vyvinutých detektorů.

Vědecká skupina vývoje a testování stripových křemíkových detektorů se zabývala zejména projektem ATLAS Inner Tracker (ATLAS ITk), který se dostal do své předprodukční fáze. Hlavním cílem tohoto projektu je kompletní výměna současného dráhového detektoru experimentu ATLAS za zcela nový, plně křemíkový dráhový detektor ATLAS Inner Tracker, který se bude skládat z pixelových a stripových modulů s celkovým počtem detekčních kanálů převyšujících jednu miliardu.

V roce 2021 bylo v čisté laboratoři vybudované ve FZÚ dokončeno Quality Control (QC) testování 205 kusů předprodukčních stripových senzorů typu End-Cap, které bylo nezbytnou podmínkou pro úspěšné absolvování Production Readiness Review senzorové části projektu ATLAS ITk strip. V současnosti tak již probíhá QC testování produkčních stripových senzorů určených pro výstavbu nového dráhového detektoru, přičemž bylo otestováno cca 500 kusů těchto senzorů. V oblasti Quality Assurance (QA) testování se podařilo dokončit kvalifikaci měřicí aparatury, na které bylo od okamžiku kvalifikace otestováno 10 předprodukčních a 21 produkčních testchipů ozářených částicemi gama na ^{60}Co zdroji instalovaném v ÚJP Praha, a.s. Kromě testování testchipů zajišťuje FZÚ ve spolupráci se společností ÚJP Praha, a.s., gama ozařování všech QA vzorků připravených pro projekt ATLAS ITk obr. 2.1.1.

Vedle měření mechanických a elektrických vlastností ITk stripových křemíkových senzorů se FZÚ v roce 2021 významně podílel na třech testbeam kampaních projektu ITk strip, které proběhly v DESY II Testbeam Facility v Hamburku. Všechny tyto kampaně FZÚ zajistil nejen dodáním většiny nezbytného technického vybavení, ale také z hlediska organizačního a personálního.

Kromě projektu ATLAS ITk se vědecká skupina zabývá studiem radiačně odolných polovodičových senzorů pro budoucí urychlovače částic, na kterých se očekávají o několik řádů vyšší celkové fluence a ionizační dávky. Zajímavé je například studium snižování počáteční koncentrace akceptorů se zvyšující se totální ionizační dávkou, v rámci kterého již byly testovány vzorky ozářené na 5 MGy.

Kromě projektu ATLAS ITk se vědecká skupina zabývá studiem radiačně odolných polovodičových senzorů pro budoucí urychlovače částic, na kterých se očekávají o několik řádů vyšší celkové fluence a ionizační dávky. Zajímavé je například studium snižování počáteční koncentrace akceptorů se zvyšující se totální ionizační dávkou, v rámci kterého již byly testovány vzorky ozářené na 5 MGy.



obr. 2.1.1: Automatická bondovací stanice F&S Bondtec Series 58 se standardní wedge-wedge hlavicí 5830 se využívá zejména pro bondování gama ozářených testchipů na testovací PCB, jejichž vlastnosti jsou měřeny v rámci ITk strip Quality Assurance procesů. Bondování hliníkovým drátkem o průměru 25 mikrometrů se využívá též pro měření proudové stability ITk stripových senzorů či při studiu radiační odolnosti křemíkových detektorů typu LGAD.



V roce 2021 byla velká pozornost věnována fyzikální analýze experimentálních dat, především zpracování celkového souboru proton-protonových dat z Run 2 při těžišťové energii srážek 13 TeV. Experiment ATLAS v tomto roce publikoval nebo zaslal k publikaci kolem 95 původních prací, jejichž spoluautory jsou i fyzikové z FZÚ.

Největší úsilí je věnováno plnému využití objevitelského potenciálu nových dat a hledání nové fyziky překračující rámec standardního modelu. Vědečtí pracovníci a doktorandi z FZÚ se podíleli na nejnovějších výsledcích z oblasti fyziky kvarků bottom a top a fyziky silných a elektroslabých interakcí.

Mezi nejvýznamnější příspěvky patří přesvědčivé pozorování páru bosonů W (nositelů elektroslabé interakce) vzniklých exkluzivně z interakce dvou fotonů (nositelů elektromagnetické interakce) [1] (podrobnější informace viz významný výsledek Sekce 1, str. 141). Exkluzivitou se zde rozumí, že nic jiného než dva bosony W , respektive leptony vzniklé jejich rozpadem, se v celém centrálním detektoru nepozoruje. Práce získala širší ohlas díky publikování zprávy v CERN Courier.

Dále jsme se významně podíleli na prvním pozorování elektroslabé komponenty v párové produkci Z bosonů asociované s produkcí dvou jetů [2]. V oblasti fyziky těžkých kvarků jsme významně přispěli v aktivitách spojených s měřením fáze narušující symetrii CP v rozpadech $B^0 \rightarrow J/\psi \phi$ [3] a se studiem top kvarků dosahujících relativistických rychlostí a rozpadajících se pouze na hadrony [4].

K analýze dat přispíváme i poskytováním příslušné části výpočetní kapacity, a to formou distribuovaného zpracování dat, které probíhá na strojích ve Výpočetním středisku FZÚ.

Kromě analýzy experimentálních dat se členové týmu dlouhodobě věnují difrakční fyzice a přípravě

fyzikálního programu pro detektor dopředných protonů AFP, který byl k experimentu ATLAS připojen v roce 2016 a na jehož vývoji a instalaci se FZÚ podílel. V roce 2021 byla publikována studie výkonnosti časového detektoru [5], jenž je součástí AFP a využívá se k potlačení kombinatorického pozadí.

Experiment TOTEM

V roce 2021 TOTEM publikoval pět analýz. Ve třech společně s experimentem CMS zkoumá jety či fotony v centrálním (CMS) detektoru, přičemž dopředné protony jsou zachyceny v detektoru TOTEM, ve dvou [6, 7] se pak plně věnuje proměřování charakteristik protonů z elastického rozptylu, zejména rozdělení veličiny t , tedy kvadrátu předaného 4-impulsu. V obou byl náš příspěvek klíčový, přičemž společná práce s experimentem D0 [7] interpretuje naměřené účinné průřezy elastického rozptylu pomocí existence tzv. odderonu, vázaného stavu tří gluonů s lichou nábojovou symetrií. Jeho přidáním k již standardní složce, dvougluonovému vázanému stavu (tzv. pomeronu), se snáze vysvětlí jednak pozorovaná nižší hodnota parametru ρ v předchozích pracích, jednak rozdíl v rozdělení veličiny t v oblasti prvního minima oproti datům z experimentu D0 (podrobnější informace viz významný výsledek Sekce 1, str. 142).

Experiment ALICE

Tým rozvíjí myšlenku aplikovat metodiku analýz vyvinutých pro husté prostředí srážek těžkých iontů v experimentu ALICE v jiných oborech. Svoji dříve publikovanou 2D a 3D metodu aplikoval na data z družice GAIA 2 a v roce 2021 publikoval nový katalog dvoj- a vícenásobných hvězdných systémů [8].

Experimenty ve Fermilab

Experiment NOvA

Experiment NOvA zkoumá vlastnosti mionových neutrin, která vznikají po srážkách protonů z urychlovače ve Fermilab s uhlíkovým terčíkem a následném rozpadu takto vzniklých pionů. Neutrina proletí 800 km Zemí do detektoru o hmotnosti 14 tisíc tun umístěného v Minnesotě na americko-kanadské hranici. Předtím, ještě na území Fermilab, procházejí malým (tzv. blízkým) detektorem o hmotnosti 222 tun. Přestože neutrina jsou všudypřítomná (jedním cm^2 povrchu lidského těla jich každou sekundu prolétne na 60 miliard), procházejí hmotou většinou bez jakékoliv interakce. Jejich hmotnost je velmi malá a dosud se ji nepodařilo přesně změřit. Pohybují se téměř rychlostí světla. Existují tři různé typy neutrin a ty se mezi sebou vzájemně přeměňují – tato vlastnost se označuje jako oscilace neutrin. Jednou ze zásadních otázek je

role neutrin při pozorované převaze hmoty v našem vesmíru nad antihmotou.

Vzdálený detektor je zkonstruován z plastových vrstev naplněných scintilační kapalinou, z nichž odečítají signál křemíkové diody APD (Avalanche Photo Diode). Detektor je jemně segmentován, což umožňuje rekonstrukci vzácných srážek neutrin ve scintilátoru. Hlavním cílem experimentu NOvA je měření oscilací mionových neutrin na elektronová, určení rozdílů ve hmotnostech neutrin – tzv. hierarchie hmotností – a studium možností narušení symetrie CP mezi hmotou a antihmotou, pokud by se ukázalo, že vlastnosti oscilací neutrin a antineutrin se liší.

Naše spolupráce na experimentu NOvA začala v roce 2011. V roce 2021 jsme přispívali k provozu vzdáleného a blízkého detektoru, účastnili se směn při sběru dat a podíleli se též na analýze dat. Přispíváme také k výpočetním kapacitám pro simulační úlohy prostřednictvím počítačových prostředků umístěných ve FZÚ. Experiment průběžně publikuje nové výsledky [9], které dále zpřesňují naše dosavadní znalosti o oscilacích ne-

utrín. Experiment například nepotvrdil hypotetickou možnost existence oscilace neutrin do stavu tzv. sterilního neutrina. Pracovníci FZÚ byli zapojeni do přípravy publikací rozšiřující zkoumání jevů i mimo hlavní, neutrinovou oblast experimentu, jako je pozorování roční variace multimilionových spršek v kosmickém záření dopadající na Zemi [10] a zkoumání teoreticky navržených, ale doposud nedetekovaných magnetických monopolů při malých rychlostech [11].

Experiment DUNE

Jako následovník experimentu NOvA se ve Fermilab připravuje nový experiment DUNE (Deep Underground Neutrino Experiment), který umožní podstatně zpřesnit měřené veličiny pro oscilaci neutrin a jejich hmotnosti stejně jako parametry narušení symetrie CP. Paralelně k tomuto hlavnímu cíli fyzikální program zahrnuje mimo jiné registraci neutrin potenciálně přicházejících z explozí supernov [12] a pátrání po signálech rozpadu protonů.

DUNE je mezinárodní experiment s celosvětovou účastí včetně laboratoře CERN, která v celém projektu hraje důležitou roli. V roce 2021 pokračovaly přípravy podzemní haly pro umístění vzdáleného detektoru v Sanford Underground Research Facility (SURF) v Jižní Dakotě, vzdálené 1 300 km od Fermilab, kde bude umístěn blízký detektor. Také se naplno rozběhlý přípravné práce pro upgrade urychlovacího komplexu.

Samotný vzdálený detektor se bude skládat ze čtyř modulů a každý z nich bude obsahovat více než 10 kt kapalného argonu. Instalace prvního modulu by měla začít v roce 2024, druhý modul by měl následovat s ročním odstupem. Na přelomu desetiletí, po celkové modernizaci urychlovacího komplexu ve Fermilab, lze očekávat první neutrina produkovaná protonovými svazky o intenzitě překračující 1 MW. Moduly pro vzdálený detektor jsou založeny na principu detekce

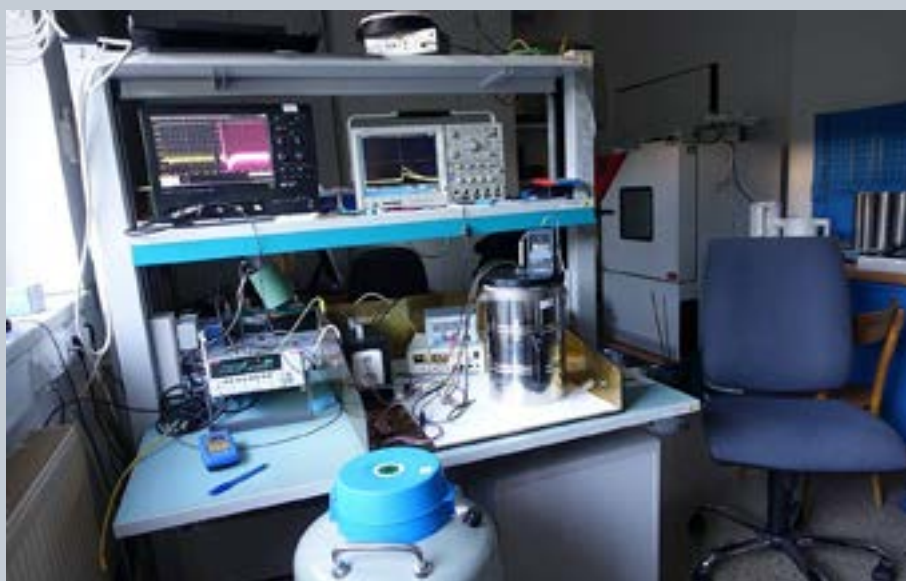
ionizačních drah nabitých částic v komoře s časovou projekcí vyplněné kapalným argonem (LArTPC).

Podstatným krokem pro design, konstrukci detektorů a přípravu fyzikálních analýz jsou reálná data měřená prototypy detektorů konstruovaných na základě dvou rozdílných implementací dané technologie – horizontálního a vertikálního driftu. Tyto dva prototypy (ProtoDUNE-HD/VD) se průběžně budují a testují v laboratoři CERN. Po velmi úspěšné první fázi, kdy první prototyp horizontální koncepce [13] byl testován na svazku částic v letech 2019–2020, začala příprava fáze druhé, jejíž rozběh v roce 2021 byl zpožděn kvůli epidemii covidu-19, během níž byly aktivity související s její přípravou v CERN značně omezené, včetně účasti pracovníků FZÚ.

Detektorová laboratoř ve FZÚ původně vybudovaná pro experiment NOvA byla rozšířena pro testování fotodetektorů pro DUNE při velmi nízkých teplotách obr. 2.1.2.

Poté, co byla v rámci experimentu ustanovena základní konsorcia pro stavbu vzdáleného detektoru, FZÚ se jako nejvýznamnější z českých institucí stal pevnou součástí konsorcia pro fotodetekční systém a má také zastoupení v jeho Project Management Board. V rámci této účasti jsme se zavázali, že přispějeme k nákupu, měření a dodávce části silikonových fotosenzorů pro výstavbu dvou modulů.

Během roku 2021 jsme měřili několik desítek vzorků těchto polovodičových součástek (SiPM) v naší laboratoři jak za pokojové, tak především za velmi nízké teploty v kapalném dusíku. Účelem těchto testů bylo potvrdit požadované parametry definované konsorciem. Na základě měření jsme v koordinaci s dalšími laboratořemi (z Itálie, Španělska a USA) kvalifikované vybrali dva konečné typy, které budou nainstalovány v prototypu v roce 2022 nebo 2023. Na základě získaných zkušeností jsme zahájili přestavbu naší laboratoře pro masivní testování SiPM.



obr 2.1.2: FZÚ laboratoř na testování polovodičových fotosenzorů za kryogenních podmínek

Experimenty v astročásticové fyzice

Observatoř Pierra Augera

Observatoř Pierra Augera je největší experimentální zařízení na světě pro detekci kosmického záření nejvyšších energií. Za účasti 17 zemí světa byla postavena v argentinské pampě a rozkládá se na ploše 3 000 čtverečních kilometrů. Fyzikální ústav pomohl například postavit systém fluorescenčních teleskopů a dodal více než polovinu jejich zrcadlových ploch.

Rok 2021 byl na Observatoři Pierra Augera stále výrazně ovlivněn pandemií covidu-19. Až do měsíce listopadu byl prakticky zakázán pobyt zahraničních pracovníků na observatoři. V nejhorších měsících dokonce ani argentinští pracovníci neměli přístup k infrastruktuře. Přesto se, a to za výrazného přispění FZÚ, podařilo po celý rok plně provozovat jak povrchový, tak i fluorescenční detektor observatoře ve vzdáleném režimu. Skupina při FZÚ za tímto účelem provozovala pražský velín fluorescenčního detektoru a odsloužila ve spolupráci s kolegou z Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy celý srpnový měřicí cyklus.

Pražská laboratoř astročásticové fyziky spustila masové testování nové elektroniky pro povrchové detektory modernizované observatoře a do konce roku otestovala kolem poloviny všech modulů. Práce na testech elektronických součástek UUB (Unified Universal Board) probíhaly současně ve dvou speciálních

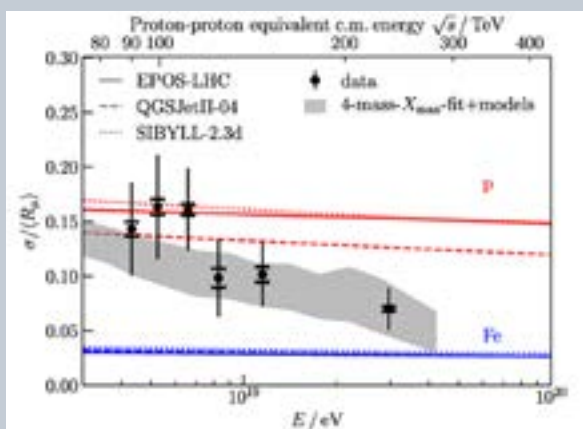
komorách s precizně kontrolovanou vnitřní teplotou a dalšími parametry.

Co se týče fyzikální analýzy dat Observatoře Pierra Augera, k nejvýznamnějším výsledkům patří publikace ukazující, že na rozdíl od středního počtu mionů, který je moderními modely jádro-jaderných interakcí podhodnocen, je velikost měřených fluktuací mionového signálu s předpověďmi modelů kompatibilní [14] – viz obr. 2.1.3.

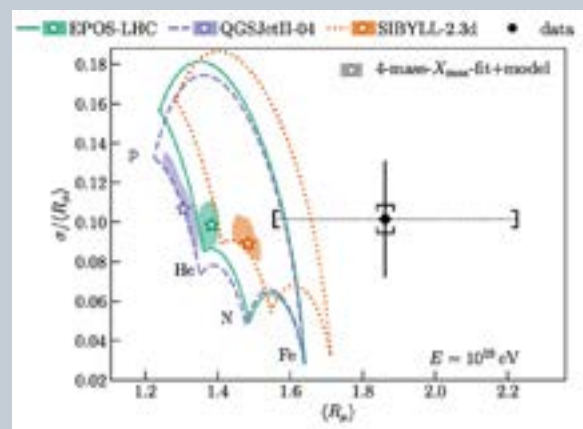
Mezi nejdůležitější publikace za rok 2021, ke kterým přispěla i pražská skupina, patří článek [15], který se týká přesného měření energetického spektra primárních částic kosmického záření. Další práce se soustřeďují na využití pokročilých metod v analýze naměřených dat povrchového detektoru. V publikaci [16] ukazuje Observatoř Pierra Augera, že za pomoci neuronových sítí je možné z těchto dat relativně přesně určit pozici maxima spršky, a v článku [17] je dokumentován potenciál těchto metod lépe určit intenzitu mionového signálu.

Pracovníci oddělení se aktivně zúčastnili nejvýznamnější konference v tomto oboru ICRC 2021, kde vystoupili se svými analýzami týkajícími se složení kosmického záření, modifikací hadronových interakcí, hledání anizotropií a Monte Carlo simulací pro potřeby astročásticové komunity.

V listopadu a prosinci 2021 byl v Argentině nainstalován druhý teleskop FRAM a v současné době probíhají práce na jeho uvedení do plnohodnotného provozu. Publikován byl souhrnný článek o provozu prvního teleskopu FRAM na observatoři [18].



obr. 2.1.3: Vlevo – Naměřené relativní fluktuace počtu mionů jako funkce energie a předpovědi ze tří interakčních modelů pro spršky kosmického záření iniciované protony (červená) a jádrem železa (modrá). Šedý pruh představuje očekávání za předpokladu složení kosmického záření interpretovaného těmito modely z naměřených dat Observatoře Pierra Augera.



Vpravo – Střední počet mionů a relativní fluktuace mionového signálu pro spršky kosmického záření s primární energií kolem 10 EeV v porovnání s předpověďmi hadronických modelů pro různé složení kosmického záření. Zatímco velikosti relativních fluktuací nejsou s předpověďmi modelů v rozporu, absolutní velikost mionového signálu by byla konzistentní maximálně jen se sprškami iniciovanými nejtěžšími jádrem železa [14].

Cherenkov Telescope Array (CTA)

Cherenkov Telescope Array (CTA) je budoucí observatoř pro detekci velmi energetického záření gama. CTA si klade ambiciózní cíle, pro něž je nezbytné dosáhnout zlepšení detekční citlivosti nejméně o řád v širokém intervalu energií. CTA bude sestávat z více než 100 teleskopů tří různých typů umístěných ve dvou lokalitách – na Evropské jižní observatoři v Chile a na ostrově La Palma ve Španělsku.

Teleskop FRAM na ostrově La Palma průběžně nabíral data až do podzimního výbuchu sopky. Provoz teleskopu byl obnoven na počátku roku 2022. Teleskopy v Chile byly po odstávce opět uvedeny do provozu na

jaře 2021. V roce 2021 byl publikován článek o studiu aerosolů [19].

Ve spolupráci se Společnou laboratoří optiky v Olomouci pokračovaly práce v subkonsorciu LST (Large Size Telescope). V letech 2017–2019 jsme se podíleli na konstrukci dvou prototypů teleskopů SST-1M, které ale nakonec nebyly vybrány pro umístění v rámci CTA. V létě 2021 byla uskutečněna kompletní výstavba prvního z nich na observatoři v Ondřejově (obr. 2.1.4 vlevo) a současně byly připraveny podmínky pro výstavbu druhého teleskopu. Mechanická konstrukce druhého teleskopu byla umístěna v Ondřejově na konci roku 2021.



obr 2.1.4: vlevo – První SST-1M v Ondřejově

vpravo dole– Piezomechanismus pro družice LISA vyvíjený v naší Laboratoři pro testování a vývoj optických senzorů pro astronomii

Southern Wide-field Gamma-ray Observatory

V roce 2021 pokračovalo naše aktivní zapojení do projektu Southern Wide-field Gamma-ray Observatory (SWG0), který má za cíl výstavbu budoucí celoblohové observatoře záření gama. Projekt se nyní nachází v druhé polovině R&D fáze, během které je nutné zvolit nejvhodnější koncepci detektoru a zejména lokalitu pro jeho umístění. Naše skupina úzce spolupracuje s portugalskými kolegy na vývoji kompaktního designu menších vodních Čerenkovových detektorů se třemi fotonásobiči.

Rovněž se zabýváme odhadem vědeckého potenciálu případného rozšíření observatoře o jeden či více Čerenkovových teleskopů. Ve spolupráci s kolegy ze Společné laboratoře optiky v Olomouci byl vyvinut systém AEROSITE pro sběr atmosférických dat, který byl nainstalován na vybraných lokalitách ve dvou ze čtyř kandidátských zemí. V Peru nainstalovali systém AEROSITE včetně celoblohové kamery pro monitoring oblačnosti přímo naši pracovníci v rámci inspekční a instalační cesty. Za celou kolaboraci SWG0 byl systém AEROSITE prezentován na největší konferenci kosmického záření ICRC 2021.

Observatoř Very Rubinové

Observatoř Very Rubinové (Vera C. Rubin Observatory – Legacy Survey of Space and Time – LSST) pokračuje v přípravách a zahájení pozorování je plánováno na léto 2023. Kamera pro dalekohled observatoře je stále umístěna v laboratoři Stanford Linear Accelerator Center (SLAC), kde pokračují její testy.

Naše skupina se podílí na vyhodnocování dat z těchto testů a na přípravě vědeckých programů observatoře. Náš tým také pokračuje v práci ve skupině přechodných a proměnných hvězd na projektu klasifikace jevů měřených v reálném čase. Práce je zaměřena na vývoj metod identifikace osamocených dosvitů záblesků gama a kilonov a nově také na identifikaci událostí, při nichž supermasivní černá díra roztrhává a pohltí hvězdu (tzv. Tidal Disruption Events).

V laboratoři pro testování a vývoj optických senzorů pro astronomii pokračujeme v charakterizaci astronomických kamer a jejich součástí. Nově také intenzivně pracujeme na misi Evropské vesmírné agentury (ESA) pro měření gravitačních vln ve vesmíru (LISA) v rámci projektu PRODEX.

V úzké spolupráci s průmyslem vyvíjíme optomechanický prvek, který bude přepínat mezi hlavním a záložním laserem (Fiber Switching Unit Assembly – FSUA). Jedná se o mechanismus poháněný pomocí piezoelektrického jevu (tzv. slip-stick zařízení), pro který je nutné splnit extrémní požadavky kvality, přesnosti a zejména spolehlivosti, protože nesmí dojít k selhání systému po celou dobu života experimentu. V roce 2021 se ukázalo, jak velkou výhodou pro naši činnost je možnost využití expertizy a vybavení dalších pracovišť FZÚ, např. Laboratoře elektronové mikroskopie v Oddělení materiálové analýzy či Laboratoře materiálu pro nanosystémy a bio-rozhraní v Oddělení funkčních materiálů.

Teorie

V uplynulém roce 2021 jsme se věnovali, především v rámci Středoevropského centra pro kosmologii a fundamentální fyziku (CEICO), širokému spektru teoretických aktivit, na něž ústav obdržel v roce 2016 prostředky z programu OP VVV. Mezi cíle centra patří studium kosmologie raného a pozdního vesmíru, temné hmoty a energie včetně možných modifikací samotné teorie gravitace a její testování v režimu silných polí. Nedílnou součástí výzkumu je i teorie strun, která jako jediná v současnosti poskytuje plně konzistentní rámec, ve kterém lze, byť s obtížemi, alespoň v principu objasnit řadu základních otázek o povaze času a prostoru a související teorii gravitace. S projektem je spojena i účast na experimentu Observatoře Very Rubinové popsán v oddíle věnovaném astročásticové fyzice.

Teorie strun a kvantové gravitace

V oblasti teorie strunového pole jsme vyřešili významný dlouholetý problém. Konkrétně v [20] jsme odhalili kalibrační fixaci a polní transformaci, která spojuje Wittenovu teorii strunového pole s teorií strunového pole na světelném kuželi Kakua a Kikkawy. V práci [21] jsme studovali odezvu poruchového vakua otevřených strun v reakci na deformaci pozadí uzavřených strun, například na změnu kompaktního poloměru extra dimenze prostoročasu.

Významnou oblastí našeho výzkumu bylo studium amplitud rozptylu v teorii pole i strun. V [22] jsme popsali tzv. double-copy struktury a kohomologické rozklady amplitud strun s masivními vnějšími stavy. Nalezli jsme obecný vzorec pro výpočet amplitud teorie strun na stromové úrovni pro jeden hmotný stav a libovolný počet nehmotných stavů pomocí metod teorie pole. V [23] jsme našli první vícečásticová řešení Einsteinových rovnic pole. Význam spočívá v tom, že tato řešení představují kompaktní a elegantní rámec pro výpočet rozptylu gravitonů částicemi hmoty na stromové úrovni. V [24] jsme navrhli vzorec pro výpočet amplitud rozptylu skalárních polí v de Sitterově prostoru pomocí světloplášťových metod. Teorie, kterou jsme zkoumali, je silně zjednodušeným modelem inflace, ale naše konstrukce otevírá dveře realističtějším modelům.

Dlouhodobě se věnujeme studiu holografické duality mezi teorií gravitace ve třech rozměrech a konformní teorií pole ve dvou rozměrech. V [25] jsme navrhli konkrétní logaritmické konformní teorie pole jako duály pro trojrozměrnou kvantovou gravitaci při konkrétních hodnotách Newtonovy konstanty. V [26] rozpracováváme jednoduchý příklad ansámbové holografie v exotické Chern-Simonsově teorii gravitace. V práci [27] jsme zjistili, že lehký sektor v obecných korelátorech CFT v těžko-lehkém tvaru je popsán semiklasickým korelátorem Liouvilleovy teorie.

Z dalších výsledků lze zmínit práci [28], kde jsme se zabývali algebrou difeomorfismů sféry S^2 a jejími prvky, deformacemi a rozšířeními. V [29] jsme našli



lagrangián pro rigidní křivý superprostor s grupou symetrie $D(2,1;\alpha)$ a analyzujeme jeho vlastnosti v podmínkách vhodných topologických twistů.

Kosmologie

Skupina kosmologie a gravitace pokračovala v roce 2021 ve svém výzkumném programu zaměřeném na různé aspekty teorií gravitace, konkrétně obecné teorie relativity a jejích rozšíření, ale také teorií popisujících temný sektor, který tvoří většinu obsahu vesmíru.

Pokročili jsme ve výzkumu možného gravitačního původu temného sektoru, což přesahuje obvyklý předpoklad vesmíru s chladnou temnou hmotou a kosmologickou konstantou. V [30] (podrobnější informace viz významný výsledek Sekce 1, str. 140) jsme předložili první relativistickou teorii, v níž rozšířený gravitační sektor nahrazuje roli temné hmoty v galaxiích a která je zároveň konzistentní s kosmologickými studiemi jak pozdního, tak i raného vývoje vesmíru.

Ve [31, 32] jsme navrhli nový přístup ke konstrukci teorií vycházejících z unimodulární gravitace. Ukázali jsme, že taková konstrukce může být velmi podstatně zjednodušena, což umožňuje vysvětlit zrychlující rozpínání vesmíru, aniž by se projevil hierarchický problém s kosmologickou konstantou.

Ve [33] jsme studovali spektrum minimální formulace gravitace s časově závislou kosmologickou konstantou, přičemž jsme dokázali, že tato teorie má za jistých omezení pouze obvyklý počet stupňů volnosti.

V [34] jsme ukázali, jak lze obvyklé newtonovské simulace použít k řádnému výpočtu fyziky modelů vesmíru v rámci rozšíření obecné teorie relativity, aniž by bylo potřeba tyto složité a vysoce optimalizované výpočetní algoritmy kompletně přepsat.

V [35] jsme se znovu zabývali kvantováním gravitace v Einstein-Cartanově teorii a ukázali jsme, že pokud je torze zachována při formulaci kvantového stavu, pak lze vlnovou funkci normalizovat obvyklým způsobem.

Přispěli jsme k matematickému popisu struktury gravitačních vln vznikajících při splnutí kompaktních astrofyzikálních objektů, jako jsou černé díry nebo neutronové hvězdy. Gravitační vlny vyzařované izolovaným systémem složeným z takovýchto objektů jsou matematicky popisovány na asymptotické hranici prostoročasu, tedy nekonečně daleko od daného izolovaného systému. Rozšířili jsme asymptotickou grupu symetrie, takzvanou Weylovu-BMS grupu, a ukázali jsme, že asymptotické Einsteinovy rovnice vyplývají z algebry grupového náboje [36].

Tento výsledek je založen na metodě kovariantního fázového prostoru pro lagrangeovské teorie s konečnými a/nebo asymptotickými hranicemi, kterou jsme vyvinuli v [37], kde jsme též zavedli koncept rozšířené rohové symetrie, abychom ukázali lokální holografickou podstatu gravitace. V [38] jsme ukázali vzájemný vztah mezi popisem gravitačního pole izolovaného systému ve dvou souřadnicových soustavách nejběžněji používaných v literatuře, přičemž jsme uvedli užitečné vztahy mezi objemovými a okrajovými veličinami.

Následně jsme v [39] vyvinuli novou metodu výpočtu multipólových momentů astrofyzikálních těles v realističtějších prostoročasech, tedy v těch s kladnou kosmologickou konstantou.

Při výzkumu fyziky raného vesmíru jsme pokročili v chápání možného použití gravitačních vln ke studiu vlastností vesmíru krátce po jeho vzniku. V [40] jsme ukázali, že na axionech založené modely inflace inspirované strunovou teorií mohou vést k podstatnému narušení parity v gravitačních vlnách [41] a k specifickým negaussovským korelacím [42]. V [43] jsme studovali oscilující skalární pole interagující s termálním prostředím a ukázali jsme, že kvantová interakce v plně nelineárním režimu se podstatně liší od lineariзованého případu. To má zásadní dopad na kvantitativní detaily stavu na konci éry inflace.

Odhalili jsme, že pokud by většina temné hmoty vznikla v primordiálním vesmíru ve formě černých děr, mohlo by to být pozorováno skrze vzájemné korelace mezi teplotními anizotropiemi reliktního záření a jeho spektrální distorze [44]. Je také možné, že primordiální černé díry sice vznikaly, ale jejich hmotnost byla příliš nízká na to, aby vydržely do současnosti a mohly být formou temné hmoty. I v takovém případě však mohly zapříčinit vznik asymetrie mezi hmotou a antihmotou skrze mechanismus takzvané leptogeneze.

Prokázali jsme, že takový scénář je možné ověřit pomocí detektorů gravitačních vln, které jsou v současnosti v provozu. Další možné scénáře leptogeneze by v rané fázi vývoje vesmíru zapříčinily vznik sítě kosmických strun, což by dále vedlo k produkci stochastického pozadí gravitačních vln, jehož přítomnost budou schopny potvrdit budoucí detektory gravitačních vln [45, 46].

Kontinuální, a nikoliv stochastický signál gravitačních vln může vzniknout, pokud by částice temné hmoty měly spin 2 tak jako graviton. Ukázali jsme v [47], že interferometrické detektory by byly poměrně citlivé vůči takovým signálům, a tudíž budou schopné vyloučit velké oblasti prostoru parametrů příslušných modelů temné hmoty, pokud jsou její částice ultralehké.

V jiné práci [48] jsme dokázali, že má-li temná hmota magnetickou susceptibilitu, bylo by možné prozkoumat primordiální magnetická pole na kosmologických škálách skrze rozložení temné hmoty ve vesmíru. V [49] jsme také stanovili omezení pro scénáře, v nichž by temná hmota byla tvořena ultralehkými axiony. V takovém případě by přítomnost černých děr v aktivních jádrech galaxií vedla ke zvýšenému vyzařování takové temné hmoty, což by již muselo být pozorováno. Také jsme studovali vlastnosti magnetosfér takových rychle rotujících černých děr, přičemž jsme v [50] ukázali, že jsou univerzální a že realistické případy mohou být aproximovány perturbativním schématem.

Na závěr dodejme, že jsme se též nadále podíleli na projektu Telescope Array, v jehož rámci byly publikovány výsledky o pozorované skladbě vysokoenergetického kosmického záření [51] a prvním blízském pozorování pozemských záblesků záření gama [52] ve vysokém rozlišení.

Přípravné práce na projektu lineárního urychlovače / Projekt CALICE

V roce 2021 se skupina pracovníků zapojená do kolaborace CALICE zúčastnila testů dvou nových technologií, které byly experimentálně zkoušeny na elektronovém testovacím svazku na urychlovači DESY II v Hamburku.

První technologií je scintilátor velikosti $36 \times 36 \times 0,3 \text{ cm}^3$ segmentovaný do $3 \times 3 \times 0,3 \text{ cm}^3$ kachlíků, jejichž optický přeslech byl minimalizován vnitřními vyplněními zářezy a reflexní fólií na povrchu přilepenou pouze v místech zářezů. FZÚ zde tradičně přispěl směnami při testu a odpovědností za DAQ.

Druhou technologií je nový typ front-end čipu (KLauS, vyvinutý na univerzitě v Heidelbergu), z něhož byl sestaven celý modul o stejném rozměru jako již prověřené moduly prototypu hadronového kalorimetru. Čip navíc umožňuje kontinuální záznam dat.

Spolupracovali jsme na přípravě publikace SDHCAL energy reconstruction of hadronic showers at CERN PS and SPS věnované měření energetického rozlišení pionů v hadronovém kalorimetru, které využívá RPC (resistive plate chamber) jako detektoru částic a železa jako absorbátoru.

Výpočetní středisko a zpracování dat

V roce 2021 došlo k navýšení kapacity elektrického příkonu Výpočetního střediska a tím se otevřela možnost dalšího zvyšování celkové výpočetní a úložné kapacity.

Z projektů OP VVV jsme nakoupili a zprovoznili diskové servery o celkové kapacitě 3,5 PB. Tím jsme mohli nahradit starší prostředky a rozšířit celkovou kapacitu. O tom, že se jednalo o velmi potřebný krok, svědčí fakt, že přidání prostor 1 PB pro experiment ATLAS byl novými daty zaplněn během jednoho měsíce. Obnovili jsme virtualizační infrastrukturu výměnou diskového pole a serverů.

Středisko Tier-2 provozované v rámci WLCG (Worldwide LHC Computing Grid) a EGI (European Grid Initiative) dodalo v roce 2021 několik násobek přislíbené výpočetní kapacity pro experimenty ATLAS a ALICE. To bylo možné díky zapojení externích zdrojů. Část zdrojů dvou poskytovatelů národní e-infrastruktury CESNET a CERIT-SC je zapojena pomocí BOINC platformy ATLASatHome a dodává v průměru kapacitu téměř tisíc výpočetních jader pro simulace ATLAS.

Ještě významnější bylo zapojení zdrojů národního superpočítačového centra IT4I. Superpočítače Anslem a Barbora jsme využívali již v minulých letech, novinkou byl superpočítač Karolína, zprovozněný v srpnu 2021. Díky včasné přípravě a již otestovanému pracovním postupu jsme na tomto superpočítači mohli využít až 80 000 jader najednou – a to jen pomocí fronty qfree, která dostává zdroje jako poslední a pomáhá vykrývat jinak nevyužitá zdroje.

Z prostředků Akademické prémie Dr. Jelínka a projektu Expro jsme opět rozšířili klastr Luna o šest nových serverů s poměrně unikátní velikostí paměti 1 TB na server. Tyto servery s 64 výpočetními jádry umožní simulace i paměťově značně náročných úloh.

LITERATURA

- [1] G. Aad *et al.* (The ATLAS Collaboration, z FZÚ: J. Chudoba, J. Hejbal, O. Hladík, P. Jačka, T. Jakoubek, O. Kepka, J. Kroll, A. Kupčo, M. Lokajíček, R. Lysák, M. Marčíšovský, M. Mikeščíková, S. Nemeček, O. Penc, P. Šicho, P. Staroba, M. Svatoš, M. Taševský), Observation of photon-induced W^+W^- production in pp collisions at $\sqrt{s}=13 \text{ TeV}$ using the ATLAS detector, Phys. Lett. B 816 (2021) 136190.
doi.org/10.48550/arXiv.2010.04019
- [2] G. Aad *et al.* (The ATLAS Collaboration, z FZÚ: J. Chudoba, J. Hejbal, O. Hladík, P. Jačka, T. Jakoubek, O. Kepka, J. Kroll, A. Kupčo, M. Lokajíček, R. Lysák, M. Marčíšovský, M. Mikeščíková, S. Nemeček, O. Penc, P. Šicho, P. Staroba, M. Svatoš, M. Taševský), Observation of electroweak production of two jets and a ZZ -boson pair with the ATLAS detector at the LHC,
doi.org/10.48550/arXiv.2004.10612, arXiv:2004.10612 [hep-ex].

- [3] [3] G. Aad *et al.* (The ATLAS Collaboration, z FZÚ: J. Chudoba, J. Hejbal, O. Hladík, P. Jačka, T. Jakoubek, O. Kepka, J. Kroll, A. Kupčo, M. Lokajíček, R. Lysák, M. Marčíšovský, M. Mikeščíková, S. Nemeček, O. Penc, P. Šicho, P. Staroba, M. Svatoš, M. Taševský), Measurement of the CP -violating phase in $\rightarrow J/\psi$ decays in ATLAS at 13 TeV, Eur. Phys. J. C 81 (2021) 4, 342.
doi.org/10.48550/arXiv.2001.07115
- [4] [4] G. Aad *et al.* (The ATLAS Collaboration, z FZÚ: J. Chudoba, J. Hejbal, O. Hladík, P. Jačka, T. Jakoubek, O. Kepka, J. Kroll, A. Kupčo, M. Lokajíček, R. Lysák, M. Marčíšovský, M. Mikeščíková, S. Nemeček, O. Penc, P. Šicho, P. Staroba, M. Svatoš, M. Taševský), Differential tt^- cross-section measurements using boosted top quarks in the all-hadronic final state with 139 of ATLAS data, ATLAS-CONF-2021-050.
- [5] K. Černý, T. Sýkora, M. Taševský, R. Žlebčík, Performance studies of Time-of-Flight detectors at LHC, JINST 16 (2021) 01, P01030.
doi.org/10.48550/arXiv.2010.00237



- [6] G. Antchev *et al.* (The TOTEM Collaboration, z FZÚ: Kašpar, J., Kunderát, V., Procházka, J.), Characterisation of the dip-bump structure observed in proton-proton elastic scattering at = 8 TeV., arXiv: 2111.11991 [hep-ex].
- [7] V. M. Abazov *et al.* (The TOTEM and D0 Collaborations, z FZÚ: Kašpar, J., Kunderát, V., Procházka, J.), Odderon Exchange from Elastic Scattering Differences between pp and pp^- Data at 1.96 TeV and from pp Forward Scattering Measurements, *Phys. Rev. Lett.* 127 (2021) 6, 062003.
doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.062003
- [8] P. Závada and K. Píška, Catalog of Wide Binary, Tertiary and Quaternary Candidates from the Gaia Data Release 2 (Region $b > 25^\circ$), *Astron. J.* 163 (2022) 1, 33.
doi.org/10.48550/arXiv.2104.04231
- [9] NOvA Collaboration (z FZÚ P. Filip, M. Lokajíček, J. Zálešák), Search for Active-Sterile Antineutrino Mixing Using Neutral-Current Interactions with the NOvA Experiment, *Phys. Rev. Lett.* 127 (2021) 20, 201801.
doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.201801
- [10] NOvA Collaboration (z FZÚ P. Filip, M. Lokajíček, J. Zálešák), Seasonal variation of multiple-muon cosmic ray air showers observed in the NOvA detector on the surface, *Phys. Rev. D* 104 (2021) 1, 012014.
doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.201801
- [11] NOvA Collaboration (z FZÚ P. Filip, M. Lokajíček, J. Zálešák), Search for slow magnetic monopoles with the NOvA detector on the surface, *Phys. Rev. D* 103 (2021) 1, 012007.
doi.org/10.1103/PhysRevD.103.012007
- [12] DUNE Collaboration (z FZÚ P. Filip, J. Kvasnička, M. Lokajíček, J. Zálešák, J. Zuklín), Supernova neutrino burst detection with the Deep Underground Neutrino Experiment, *Eur. Phys. J. C* 81 (2021) 5, 423.
doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09166-w
- [13] DUNE Collaboration (z FZÚ P. Filip, J. Kvasnička, M. Lokajíček, J. Zálešák, J. Zuklín), Design, construction and operation of the ProtoDUNE-SP Liquid Argon TPC, *JINST* 17 (2022) 01, P01005.
doi.org/10.1088/1748-0221/17/01/P01005
- [14] A. Aab *et al.* (The Pierre Auger Collaboration, z FZÚ: A. Bakalová, J. Blažek, M. Boháčová, J. Chudoba, J. Ebr, J. Juryšek, D. Mandát, M. Palatka, M. Pech, M. Prouza, J. Řídký, E. Santos, P. Schovánek, P. Tobiška, P. Trávníček, J. Vícha, A. Yushkov), Measurement of the Fluctuations in the Number of Muons in Extensive Air Showers with the Pierre Auger Observatory, *Phys. Rev. Lett.* 126 (2021) 152002(1) – 152002(11).
doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.152002
- [15] P. Abreu *et al.* (The Pierre Auger Collaboration, z FZÚ: A. Bakalová, J. Blažek, M. Boháčová, J. Chudoba, J. Ebr, P. Hamal, P. Janeček, J. Juryšek, D. Mandát, M. Palatka, M. Pech, M. Prouza, J. Řídký, E. Santos, P. Schovánek, P. Tobiška, P. Trávníček, J. Vícha, A. Yushkov), The energy spectrum of cosmic rays beyond the turn-down around 10(17) eV as measured with the surface detector of the Pierre Auger Observatory, *Eur. Phys. J. C* 81 (2021) 966(1) – 966(25).
doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09700-w
- [16] A. Aab *et al.* (The Pierre Auger Collaboration, z FZÚ: A. Bakalová, J. Blažek, M. Boháčová, J. Chudoba, J. Ebr, P. Hamal, P. Janeček, J. Juryšek, D. Mandát, M. Palatka, M. Pech, M. Prouza, J. Řídký, E. Santos, P. Schovánek, P. Tobiška, P. Trávníček, J. Vícha, A. Yushkov), Deep-learning based reconstruction of the shower maximum $X_{\max}$ using the water-Cherenkov detectors of the Pierre Auger Observatory, *JINST* 16 (2021) P07019(1),
doi.org/10.48550/arXiv.2101.02946
- [17] A. Aab *et al.* (The Pierre Auger Collaboration, z FZÚ: A. Bakalová, J. Blažek, M. Boháčová, J. Chudoba, J. Ebr, P. Hamal, P. Janeček, J. Juryšek, D. Mandát, M. Palatka, M. Pech, M. Prouza, J. Řídký, E. Santos, P. Schovánek, P. Tobiška, P. Trávníček, J. Vícha, A. Yushkov), Extraction of the muon signals recorded with the surface detector of the Pierre Auger Observatory using recurrent neural networks, *JINST* 16 (2021) P07016(1),
doi.org/10.48550/arXiv.2103.11983
- [18] A. Aab *et al.* (The Pierre Auger Collaboration, z FZÚ: A. Bakalová, J. Blažek, M. Boháčová, J. Chudoba, J. Ebr, P. Hamal, P. Janeček, J. Juryšek, D. Mandát, M. Palatka, M. Pech, M. Prouza, J. Řídký, E. Santos, P. Schovánek, P. Tobiška, P. Trávníček, J. Vícha, A. Yushkov, R. Cunliffe, J. Eliášek, S. Karpov, M. Mašek), The FRAM robotic telescope for atmospheric monitoring at the Pierre Auger Observatory, *JINST* 16 (2021) P06027(1),
doi.org/10.48550/arXiv.2101.11602
- [19] J. Ebr, S. Karpov, J. Eliášek, J. Blažek, R. Cunliffe, I. Ebrová, P. Janeček, M. Jelínek, J. Juryšek, D. Mandát, M. Mašek, M. Pech, M. Prouza, P. Trávníček, A New Method for Aerosol Measurement Using Wide-field Photometry, *Astron. J.* 162 (2021) 6(1) – 6(15).
[doi: 10.3847/1538-3881/abf7b1](https://doi.org/10.3847/1538-3881/abf7b1)
- [20] T. Erler and H. Matsunaga, Mapping between Witten and lightcone string field theories, *JHEP* 11, 208 (2021)
[doi:10.1007/JHEP11\(2021\)208](https://doi.org/10.1007/JHEP11(2021)208)
- [21] Carlo Maccaferri, Jakub Vošmera, Closed string deformations in open string field theory. Part I. Bosonic string, *JHEP* 09 (2021) 047
[DOI: 10.1007/JHEP09\(2021\)047](https://doi.org/10.1007/JHEP09(2021)047)
- [22] Max Guillen, Henrik Johansson, Renann Lipinski Jusinkas and Oliver Schlotterer, “Scattering Massive String Resonances through



- Field-Theory Methods”, *Phys. Rev. Lett.* 127 (2021) no.5, 051601
doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.051601
- [23] Humberto Gomez and Renann Lipinski Jusinskas, “Multiparticle Solutions to Einstein’s Equations”, *Phys. Rev. Lett.* 127 (2021) no.18, 181603
doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.181603
- [24] Humberto Gomez, Renann Lipinski Jusinskas and Arthur Lipstein, “Cosmological Scattering Equations”, *Phys. Rev. Lett.* 127 (2021) no.25, 251604
doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.251604
- [25] J. Raeymaekers, Conical spaces, modular invariance and $c_{p,1}$ holography, *JHEP* 03 (2021), 189
[doi:10.1007/JHEP03\(2021\)189](https://doi.org/10.1007/JHEP03(2021)189)
- [26] J. Raeymaekers, A note on ensemble holography for rational tori, *JHEP* 12 (2021), 177
[doi.org/10.1007/JHEP12\(2021\)177](https://doi.org/10.1007/JHEP12(2021)177)
- [27] G. Vos, The Large- c Virasoro Identity Block is a Semi-Classical Liouville Correlator, *JHEP* 05, 067 (2021)
[doi:10.1007/JHEP05\(2021\)067](https://doi.org/10.1007/JHEP05(2021)067)
- [28] Martin Enriquez-Rojo, Tomas Prochazka, Ivo Sachs, On deformations and extensions of $\text{Diff}(S^2)$, *JHEP* 10 (2021) 133,
[doi.org/10.1007/JHEP10\(2021\)133](https://doi.org/10.1007/JHEP10(2021)133)
- [29] L. Andrianopoli, B. L. Cerchiai, R. Matrecano, R. Noris, L. Ravera and M. Trigiante, “Twisting $D(2,1;\alpha)$ Superspace,”
doi.org/10.48550/arXiv.2107.10361
- [30] C. Skordis and T. Złóśnik, New Relativistic Theory for Modified Newtonian Dynamics *Phys. Rev. Lett.* 127, 161302 (2021),
doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.161302
- [31] A. O. Barvinsky, N. Kolganov, and A. Vikman, Generalized unimodular gravity as a new form of k -essence, *Phys. Rev. D* 103, 064035 (2021),
doi.org/10.1103/PhysRevD.103.064035
- [32] P. Jiroušek et al, Losing the trace to find dynamical Newton or Planck constants *JCAP* 04(2021) 028,
doi.org/10.48550/arXiv.2011.07055
- [33] S. Alexandrov, S. Speziale and T. Złóśnik, Classical and quantum gravity with fractional operators, *Class. Quantum Grav.* 38 175011 (2021),
doi.org/10.48550/arXiv.2106.15430
- [34] G. Brando et al, Self-Interacting Dark Matter in Cosmology: accurate numerical implementation and observational constraints, *JCAP* 09 (2021) 024,
doi.org/10.48550/arXiv.2108.02657
- [35] J. Magueijo and T. Złóśnik, Quantum torsion and a Hartle-Hawking beam, *Phys. Rev. D* 103, 104008 (2021),
doi.org/10.1103/PhysRevD.103.104008
- [36] L. Freidel et al, Extended corner symmetry, charge bracket and Einstein’s equations, *JHEP* 09 (2021) 083,
[doi.org/10.1007/JHEP09\(2021\)083](https://doi.org/10.1007/JHEP09(2021)083)
- [37] L. Freidel et al., The Weyl BMS group and Einstein’s equations, *JHEP* 07 (2021) 170,
[doi.org/10.1007/JHEP07\(2021\)170](https://doi.org/10.1007/JHEP07(2021)170)
- [38] L. Blanchet et al, Multipole expansion of gravitational waves: from harmonic to Bondi coordinates, *JHEP* 02 (2021) 029,
[doi.org/10.1007/JHEP02\(2021\)029](https://doi.org/10.1007/JHEP02(2021)029)
- [39] S. Chakraborty, Sk J. Hoque, and R. Oliveri (2021), Gravitational multipole moments for asymptotically de Sitter spacetimes *Phys. Rev. D* 104, 064019,
doi.org/10.1103/PhysRevD.104.064019
- [40] O. Özsoy, Synthetic Gravitational Waves from a Rolling Axion Monodromy, *JCAP* 04 (2021) 040,
[doi: 10.1088/1475-7516/2021/04/040](https://doi.org/10.1088/1475-7516/2021/04/040)
- [41] O. Özsoy, Parity violating non-Gaussianity from axion-gauge field dynamics *Phys. Rev. D* 104, 123523 (2021),
doi.org/10.1103/PhysRevD.104.123523
- [42] O. Özsoy and G. Tasinato, Parity violating non-Gaussianity from axion-gauge field dynamics *Phys. Rev. D* 104, 043526 (2021),
doi.org/10.1103/PhysRevD.104.123523
- [43] W.-Y. Ai et al, *JHEP* 11 (2021) 160
- [44] S. Datta, A. Ghosal and R. Samanta, *JCAP* 08 (2021) 021
- [45] R. Samanta and S. Datta, Gravitational wave complementarity and impact of NANOGrav data on gravitational leptogenesis, *JHEP* 05 (2021) 211,
doi.org/10.1103/PhysRevD.104.123523
- [46] R. Samanta and S. Datta, Probing leptogenesis and pre-BBN universe with gravitational waves spectral shapes, *JHEP* 11 (2021) 017,
[doi.org/10.1007/JHEP11\(2021\)017](https://doi.org/10.1007/JHEP11(2021)017)
- [47] J. M. Armaleo, D. López Nacir, F. R. Urban, Binary pulsars as probes for spin-2 ultralight dark matter, *JCAP* 04 (2021) 053,
doi.org/10.1088/1475-7516/2020/01/053
- [48] S. Ramazanov, F. R. Urban and A. Vikman, Observing primordial magnetic fields through Dark Matter *JCAP* 02 (2021) 011,
doi.org/10.48550/arXiv.2010.03383
- [49] C. Ünal, F. Pacucci and A. Loeb, Properties of ultralight bosons from heavy quasar spins via superradiance, *JCAP* 05 (2021) 007,
[doi: 10.1088/1475-7516/2021/05/007](https://doi.org/10.1088/1475-7516/2021/05/007)
- [50] F. Camilloni et al, F. Camilloni et al, *Class. Quantum Grav.* 38 075022 (2021), *Class. Quantum Grav.* 38 075022 (2021),
doi.org/10.48550/arXiv.2106.15430
- [51] R. U. Abbasi et al, The Cosmic-Ray Composition between 2 PeV and 2 EeV Observed with the TALE Detector in Monocular Mode, *ApJ* 909, 178 (2021),
[doi: 10.3847/1538-4357/abdd30](https://doi.org/10.3847/1538-4357/abdd30)
- [52] J. W. Belz et al, Observations of the Origin of Downward Terrestrial Gamma-Ray Flashes *JGR Atm.* 125, e2019JD031940 (2021),
doi.org/10.1029/2019JD031940

2.2 Sekce fyziky kondenzovaných látek

48

„V roce 2021 jsme zahájili řešení 5 národních a 3 mezinárodních výzkumných projektů a akademické prémie Petra Šittnera.

Tým Jiřího Hlinky publikoval v rámci široké spolupráce s americkými výzkumnými institucemi práci, v níž popsal exotický polarizační stav typu víru o rozměrech několika nanometrů.“

RNDr. Petr Šittner, CSc.

Předmětem výzkumu Sekce fyziky kondenzovaných látek je teoretické a experimentální studium struktury a vlastností kondenzovaných látek, především multiferroických, piezoelektrických a spintronických materiálů, kapalných krystalů, moderních kovových materiálů s řízenou mikrostrukturou, biodegradabilních kovů, diamantových povlaků, magnetických Heuslerových materiálů, tenkých vrstev a funkčních technických materiálů, jako jsou slitiny s tvarovou pamětí.

V oblasti teoretického výzkumu se zabýváme především rozbohem magnetických, elektrických a transportních vlastností pevných látek na základě jejich mikroskopické elektronové struktury a dále studiem transportních a termodynamických vlastností modelových systémů v silně nerovnovážných stavech. Studujeme také změny struktury a fyzikálních vlastností pevných látek v souvislosti se strukturními, magnetickými a dielektrickými fázovými přechody.

Výzkum v roce 2021 byl výrazně ovlivněn omezením seminářů, přednášek a účastí na zahraničních vědeckých konferencích v důsledku pandemických opatření. Na druhou stranu jsme se naučili lépe prezentovat a propagovat naše výsledky on-line. Pokračovali jsme v řešení problémů základního i aplikovaného výzkumu financovaného z národních a evropských výzkumných projektů.

Centrem pozornosti pracovníků sekce v roce 2021 se stal projekt SOLID21, zejména příprava na instalaci

nových nákladných experimentálních zařízení a stěhování experimentálních laboratoří výzkumných týmů do nového pavilonu FZÚ Na Slovance. V roce 2021 jsme zahájili řešení 5 národních a 3 mezinárodních výzkumných projektů GAČR. Kolektiv pracovníků pod vedením Petra Šittnera zahájil práce na projektu Akademické prémie 21–25 zaměřené na výzkum bezhysterických superelastických materiálů.

Podařilo se nám získat financování z výzvy H2020 FETOPEN pro zajímavý vědecký projekt TSAR, který za konsorcium FZÚ a sedmi dalších významných institucí z Francie, Belgie, Španělska a Anglie podali kolegové z CEA Saclay. V rámci tohoto prestižního projektu se tým vedený Jiřím Hlinkou bude následující čtyři roky podílet na výzkumu možností generace, ovládání a využití topologických defektů v anti ferroelektrických a anti feromagnetických materiálech.

V oblasti aplikačně zaměřeného výzkumu jsme zahájili práce na vývoji metod pěstování pyroelektrických krystalů pro německou firmu InfraTec a na vyhodnocování radiačního poškození supravodičů určených pro novou generaci TOKAMAKu pro jadernou fúzi.

V roce 2021 dále úspěšně pokračovala spolupráce výzkumných skupin sekce s pracovníky centrálních laboratoří (LEM, ROTAN, SLMS, GDOES a Chemie). Pracovníci těchto laboratoří rozvíjejí experimentální metody s využitím svěřeného nákladného experimentálního vybavení, školí vědecké pracovníky a PhD.

studenty z vědeckých týmů, aby mohli experimentální metody v laboratořích samostatně používat, a poskytují vědeckým týmům výzkumné služby v oborech elek-

tronové mikroskopie, rentgenových metod, spektroskopických metod, fyzikálních měření v magnetických polích a analytické chemie.

Oddělení magnetických měření a materiálů

Vyspělé magnetické materiály jsou klíčovou složkou energeticky úsporné společnosti. Fyzikální pochopení a využívání výjimečných vlastností některých magnetických materiálů a zajištění pokročilých a komplexních magnetických měření pro širší fyzikální komunitu ve společné laboratoři je hlavním úkolem oddělení magnetických měření a materiálů. Zabýváme se především výzkumem jevu magnetické tvarové paměti, supravodičů a zkoumáním materiálů, které mohou osvětlit fyzikální základy magneticky tvrdých materiálů a vést k novým permanentním magnetům.

Magnetické modulované fáze a fázové transformace

V kontextu výzkumu fázových rozhraní mezi modulovanou fází (10M martenzitem) a kubickým austenitem [1] jsme studovali magnetickou doménovou strukturu jak austenitu, tak martenzitu pomocí lorentzovské transmisní elektronové mikroskopie v tenké fólii Ni-Mn-Ga. Díky silné magnetokrystalické anizotropii martenzitu je orientace magnetizace kolmá k povrchu fólie, zatímco v kubickém austenitu se zanedbatelnou

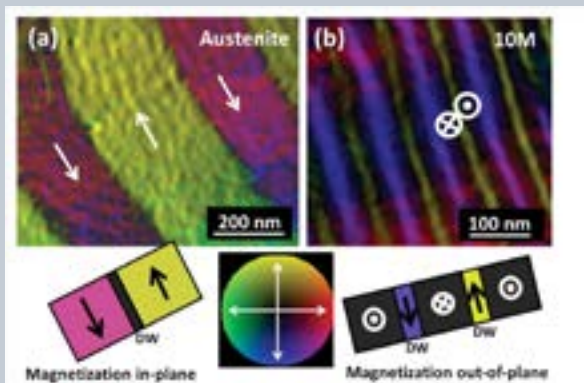
magnetickou anizotropií leží vektor magnetizace v rovině fólie (obr. 2.2.1).

Po objevu hysterezního chování modulačního vektoru v 10M martenzitu Ni-Mn-Ga(-Fe) jsme se zaměřili na jeho detailní analýzu. Na základě neutronové a rentgenové difrakce (obr. 2.2.2), rezonanční ultrazvukové spektroskopie (RUS), skenovací elektronové mikroskopie (SEM) a měření elektrických a magnetických vlastností jsme zjistili, že souměřitelná 10M struktura je zřejmě jen metastabilní fází, která přechází pomocí nanodvojčatění v nesouměřitelně modulovanou stabilnější strukturu [2].

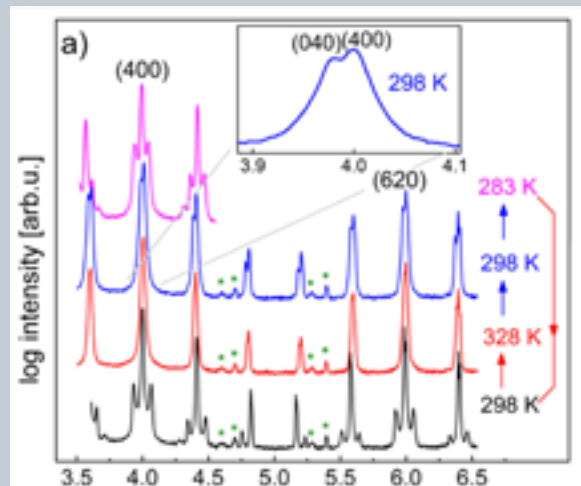
Výsledky studií fázových přechodů ve slitinách na bázi Ni-Mn-Ga jsme rovněž prezentovali na 25. kongresu Mezinárodní unie krystalografie v Praze.

Od teorie k aplikacím jevu magnetické tvarové paměti

Efektivní návrh nových slitin magnetické tvarové paměti vyžaduje teoretický přístup. Ovšem v současném stavu poznání není jasné, jaký teoretický či výpočetní přístup je pro tyto materiály nejlepší. V této práci jsme hodnotili vliv korekce delokalizace elektronů na prediktivní schopnosti teorií pracujících s funkcí elektronové hustoty (DFT) pro Heuslerovy slitiny na bázi



Obr. 2.2.1: Magnetické domény v tenké fólii (okolo 50 nm) zviditelněné pomocí lorentzovského kontrastu v transmisním elektronovém mikroskopu. Barvy a šipky ukazují směr magnetizace, jak je vyznačeno na barevném kole. Vlevo austenit s kubickou strukturou, vpravo monoklinický modulovaný martenzit se silnou jednoosou magnetickou anizotropií kolmo k fólii.



Obr. 2.2.2: Difrakční linie rovin měřené v recipročním prostoru. Rozdíly naměřené ve stejné teplotě 25 °C demonstrují strukturní hysterezi mezi souměřitelnou a nesouměřitelnou (dodatečné satelity hlavních difrakčních linií) modulací.



Ni-Mn-Ga. Zjistili jsme, že optimální korekci poskytuje korigovaná generalizovaná gradientová aproximace (GGA+U) založená na Hubbardově modelu s Coulombovým odpuzovacím parametrem $U = 1,8$ eV (obr. 3). Výsledky byly získány v rámci široké mezinárodní spolupráce zahrnující špičkové české a japonské výzkumné ústavy a univerzity.

Pro aplikace je nutné získat materiál, který má co nejlepší a opakovatelné vlastnosti. Zde jsme studovali vliv nedokonalostí monokrystalů, jako je např. mozaiková struktura (obr. 2.2.4), na schopnost slitin s magnetickou tvarovou pamětí měnit svůj tvar. Ukázali jsme, že bez ohledu na způsob výroby monokrystalů se teplotní vývoj jejich magneto-mechanických vlastností řídí univerzálními trendy, pokud nejsou nedokonalosti monokrystalu velké. Zjištění poskytuje důležitá vodítka k vývoji a výrobě materiálů pro aplikace magnetické tvarové paměti, jako jsou aktuátory a mikropumpy

Směrem k lepším permanentním magnetům

Pomocí megagaussových magnetických polí jsme studovali výměnné interakce R-Fe ve sloučeninách typu $R_2Fe_{14}B$ modifikované substitučními a intersticiálními atomy (vodík). Tyto sloučeniny jsou přímo odvozené ze složení dosud známých, nejlepších permanentních magnetů.

Teoretické modelování experimentálních dat umožňuje pochopit mechanismy řízení a změny magnetických parametrů ve vícesložkových sloučeninách tohoto typu. Hydrogenace vede k extrémně silnému, téměř dvojnásobnému snížení intersubmřížkové výměnné interakce R-Fe. Polem indukované fázové přechody z ferimagnetického do vynuceného feromagnetického stavu jsou pozorovány v polích pod 100 T ve vodíkem nabitým $(Nd, Ho)_2Fe_{14}B$ (obr. 2.2.5). Hydrogenace se ukazuje jako mocný nástroj pro ladění magnetických vlastností různých tříd magnetických materiálů.

Tato práce je výsledkem naší spolupráce s Ústavem fyziky Českého vysokého učení technického a několika špičkovými evropskými zařízeními s otevřeným přístupem: Laboratoří vysokých magnetických polí v Drážďanech (HLD-HZDR) a Laboratoires National des Champs Magnétiques Intenses (LNCMI) v Toulouse.

Úspěch našeho stážisty

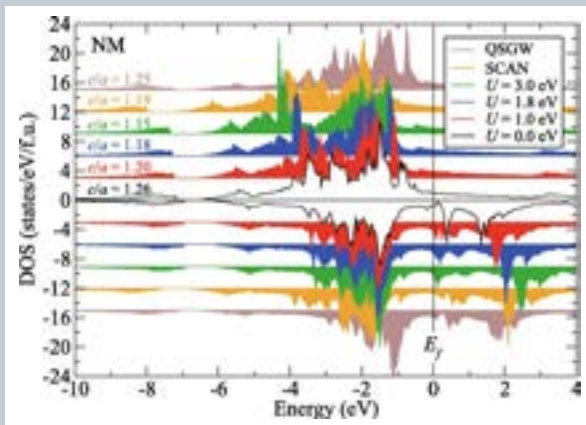
Cenu Učené společnosti ČR v kategorii „středoškolský student“ za rok 2021 v oboru fyzika získal náš student Šimon Sukup. Rozsáhlou práci Energetická bilance magneticky indukované reorientace $Ni_{50}Mn_{28}Ga_{22}$ a konstrukce mikropumpy vypracoval v rámci středoškolské odborné činnosti (SOČ) pod vedením Olega Heczka a Ladislava Straky. Navázal tak na svůj úspěch z roku 2019, kdy získal třetí místo na přehlídce Otevřené vědy.

Propojení vědy a umění

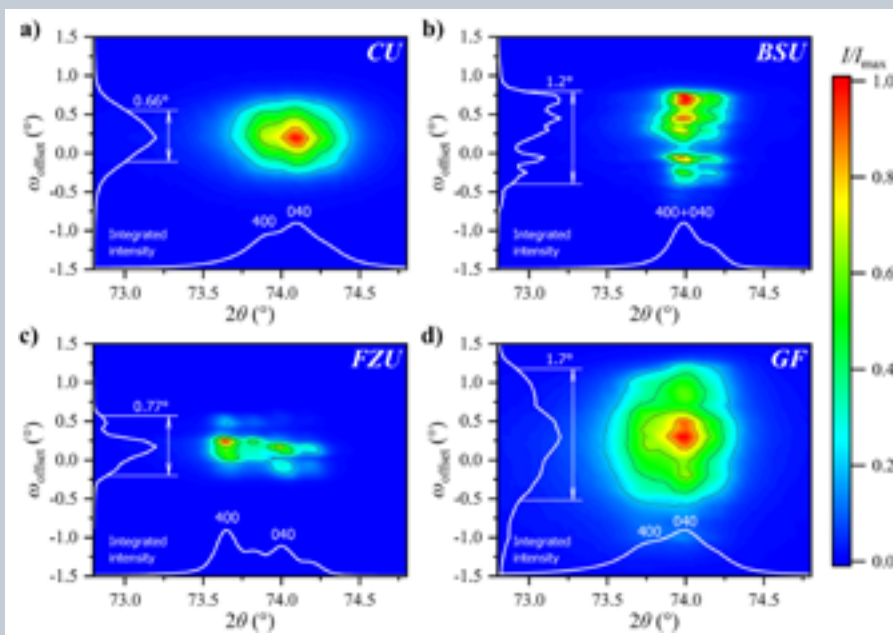
Ukázalo se, že studium martenzitické transformace může přinášet i esteticky významné počiny. Nejlepším snímkem ve fotosoutěži pracovníků FZÚ v roce 2021 se stal snímek autorů Denyse Musienka, Ladislava Straky a Rosse Colmana zachycující metodou interferenční mikroskopie modulovaný martenzit transformující se z kubického austenitu. Tento obrázek byl pak publikován v kalendáři FZÚ. Stejní autoři dosáhli i na třetí místo v soutěži s koláží snímků ukazující několik postupných kroků transformace (obr. 6). Je patrné, že martenzit vzniká nejdříve na ostrých okrajích kruhového disku a fázová rozhraní martenzitu postupují do středu vzorku. Toto je hezké potvrzení teorie nukleace nízkosymetrické martenzitické fáze z kubické fáze austenitu.

LITERATURA

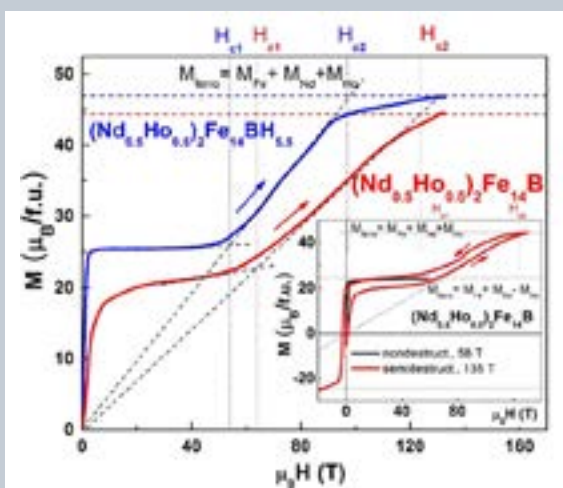
- [1] M. Vronka, L. Straka, M. Klementová, O. Heczko, Magnetic domain structure across the austenite-martensite interface in $Ni_{50}Mn_{25}Ga_{20}Fe_5$ single crystalline thin foil, Appl. Phys. Lett. 119, 212901 (2021); doi.org/10.1063/5.0066983
- [2] P. Veřtát, H. Seiner, L. Straka, M. Klicpera, A. Sozinov, O. Fabelo and O. Heczko "Hysteretic structural changes within five-layered modulated 10M martensite of Ni-Mn-Ga(-Fe)", Journal of Physics: Condensed Matter 33, 265404, 2021. [doi: 10.1088/1361-648X/abfb8f](https://doi.org/10.1088/1361-648X/abfb8f)
- [3] M. Zelený, P. Sedlák, O. Heczko, H. Seiner, P. Veřtát, M. Obata, T. Kotani, T. Oda, L. Straka, Effect of electron localization in theoretical design of Ni-Mn-Ga based magnetic shape memory alloys, Materials & Design 209 (2021) 109917(1) – 109917(10). doi.org/10.1016/j.matdes.2021.109917
- [4] D. Musienko, F. Nilsén, A. Armstrong, M. Rameš, P. Veřtát, R.H. Colman, J. Čapek, P. Müllner, O. Heczko, L. Straka, Effect of crystal quality on twinning stress in Ni-Mn-Ga magnetic shape memory alloys, J. Mater. Res. Technol.-JMRT 14 (2021) 1934–1944, doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.07.081
- [5] N.V. Kostyuchenko, I.S. Tereshina, E. Chitrova, L.A. Ivanov, M. Paukov, D. Gorbunov, A. Andreev, M. Doerr, G.A. Politova, A.K. Zvezdin, S.V. Veselova, A.P. Pyatakov, A. Miyata, O. Drachenko, O. Portugall, Drastic reduction of the R-Fe exchange in interstitially modified $(Nd, Ho)_2Fe_{14}B$ compounds probed by megagauss magnetic fields, Physical Review Materials 5 (2021) 704404(1)-704404(8), doi.org/10.1103/PhysRevMaterials.5.074404



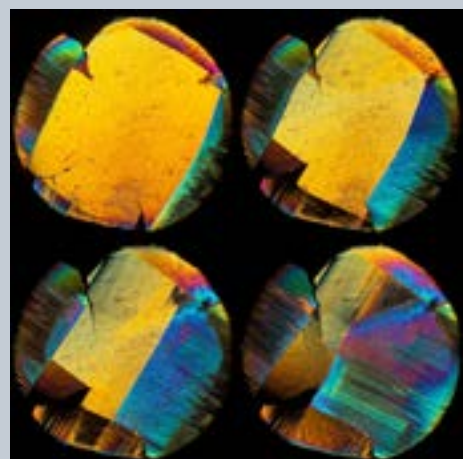
Obr. 2.2.3: Srovnání celkové hustoty elektronových stavů v nemodulovaném martenzitu slitiny Ni-Mn-Ga. Shoda v klíčových prvcích hustoty stavů je nalezena pro poměrně přesný výpočet pomocí pokročilé kvazičásticové samokonzistentní GW (QSGW) metody a výpočet pomocí Hubbardovy korekce (GGA+U). To podporuje fyzikální základ přístupu GGA+U.



Obr. 2.2.4: Šířka a distribuce difrakčních linií na ose ω - 2θ mapě ukazuje charakter mozaikové struktury monokrystalu. Větší střední šířka nebo jejich širší distribuce označená kótami indikuje větší mozaicitu krystalu, tj. větší odchylky jednotlivých „bloků“ monokrystalu od ideálního uspořádání. Měřeno na krystalech z různých laboratoří: Univerzita Karlova (CU), americké Boise State University (BSU), FZÚ, komerční vzorek od německé firmy Goodfellow (GF).



Obr. 2.2.5: Experimentální magnetizační $M(H)$ křivky $(\text{Nd}_{0.5}\text{Ho}_{0.5})_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ a jeho hydridové $(\text{Nd}_{0.5}\text{Ho}_{0.5})_2\text{Fe}_{14}\text{BH}_{5.5}$ práškové vzorky měřené při 5 K v semidestruktivních pulzních magnetických polích. Vložený obrázek: Srovnání experimentálních magnetizačních $M(H)$ křivek $(\text{Nd}_{0.5}\text{Ho}_{0.5})_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ měřených v semidestruktivních a nedestruktivních pulzních magnetických polích.



Obr. 2.2.6: Růst variant martenzitu, které bojují o své místo ve válcovém krystalu. Interferenční mikroskopie (Nomarského kontrast) v mikroskopu Zeiss Axiomager Z1.

Oddělení dielektrik

Pochopení a využívání výjimečných vlastností elektricky polarizovatelných materiálů je hlavním úkolem oddělení dielektrik. K tomu se využívají kombinace řady experimentálních technik (jako širokopásmová spektroskopie $10^{-3} - 10^{15}$ Hz, Ramanova a neutronová spektroskopie) s nejmodernějšími mikroskopickými i fenomenologickými teoriemi včetně ab initio výpočtů.

Feroelektrické fázové přechody

Schopnost polarizace materiálu ve vnějším poli je charakterizována dielektrickou permitivitou materiálu. Tato schopnost těsně souvisí s anomálními kmity krystalové mřížky, jejichž chování je zodpovědné za feroelektrický fázový přechod mezi stavem s a bez spontánní elektrické polarizace. Dlouhodobý světový přínos pražské školy k detailnímu pochopení procesů určujících feroelektrický fázový přechod a permitivitu materiálů je shrnut v přehledové práci Stanislava Kamby [1], vydané ke stému výročí objevu feroelektriny. Vývoj materiálů s vysokou dielektrickou permitivitou podstatným způsobem přispěl k miniaturizaci mnoha přístrojů v posledních dekadách.

Feroelektrické fázové přechody

Dobře známá makroskopická polarizace v krystalech je spjata se vzájemným posunutím podmřížek kladných a záporných iontů. Za použití moderních metod je v současnosti možné zkoumat chování polarizace i na meziatomových vzdálenostech. V roce 2021 tým Jiřího Hlinky v rámci široké spolupráce s Národní laboratoří v Argonne, pracovištěm Pennsylvanské státní univerzity, a Kalifornské univerzity v Berkeley a s dalšími americkými institucemi zkoumal exotický polarizační stav, v němž vysokofrekvenční polarizace tvoří víry o rozměrech několika nanometrů (obr. 2.2.7) – k vytvoření víru stačí několik málo krystalových buněk [2]. Získat atomární obraz o oscilacích těchto vírů umožnila unikátní metodika výpočtu mřížkové dynamiky na základě interatomárních potenciálů, kterou ve FZÚ vyvinul Marek Paściak. Přepínání těchto vírů by mohlo přinést nové možnosti pro zpracování dat v rychlosti a hustotě zdaleka přesahující současná magnetická či polovodičová záznamová média.

Nelineární odezva grafenu

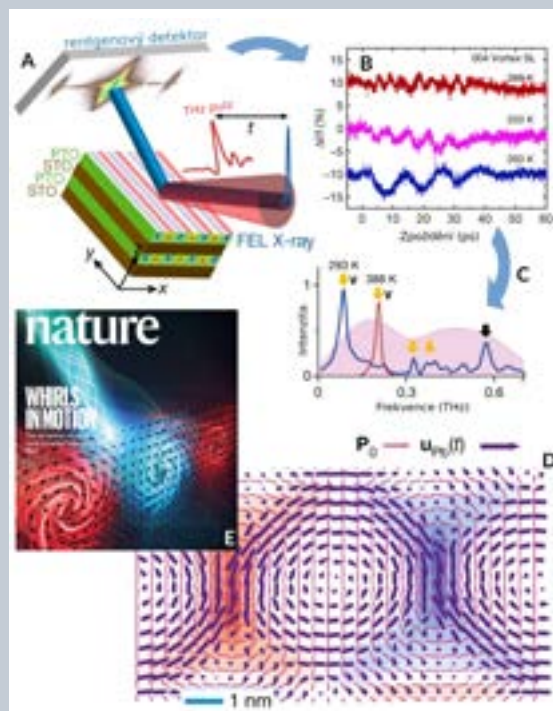
Vodivost jediné vrstvy uhlíkových atomů uspořádaných v šestihranné mřížce, tzv. grafenu, lze dynamicky řídit osvětlením či elektrickým polem (obr. 2.2.8.). Grafen se tak může změnit z vynikajícího elektrického vodiče na dobrý izolant. Toto chování je způsobené nelineární elektronickou odezvou grafenu. Tým Petra Kužela ve spolupráci s Matematicko-fyzikální fakultou Univerzity Karlovy rozklíčoval pohyb nositelů náboje v epitaxně rostlých grafenových vrstvách během velmi rané fáze po vybuzení optickým pulzem [3]; a ten je přitom zodpovědný právě za nelineární vlastnosti využitelné v optoelektronických aplikacích.

Nové kapalné krystaly mezititulek

Tým Vladimíry Novotné navrhl ve spolupráci s oddělením chemie nový typ struktury kapalných krystalů s terfenylem v jádře molekuly a se dvěma laktátovými jednotkami v chirálním řetězci (obr. 2.2.9). [4]. Analýza rentgenových difrakčních spekter definitivně potvrdila jejich strukturu. Pro některé homology se dokonce podařilo prokázat přítomnost ortokonické antiferoelektrické fáze v širokém teplotním intervalu až do pokojových teplot. Fáze s úhlem náklonu molekul 45 stupňů jsou velmi žádoucí z hlediska aplikací.

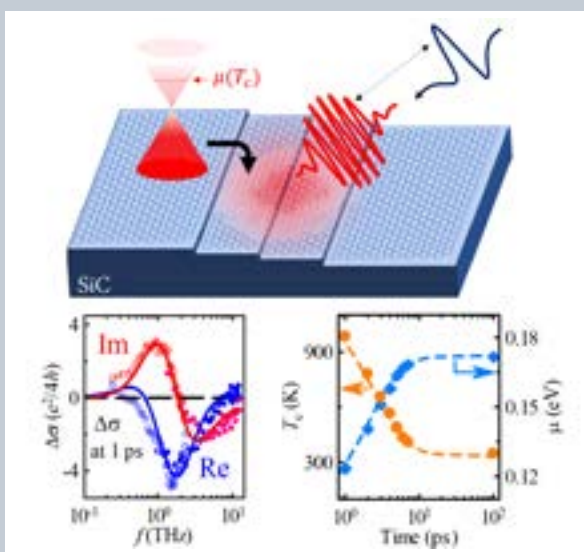
Mezinárodní spolupráce mezititulek

Oddělení spolupracuje s řadou předních světových institucí. Nově byla navázána spolupráce s kolegy z University College London, kterým se podařilo připravit neobvyklou třidimenzionální strukturu polarizace v materiálu složeném z feroelektrických a kovových mezivrstev [5]. Ovládání dielektrických vlastností těchto supermřížek se podařilo objasnit pomocí detailních simulací Petra Ondrejoviče (obr. 2.2.10). Od-

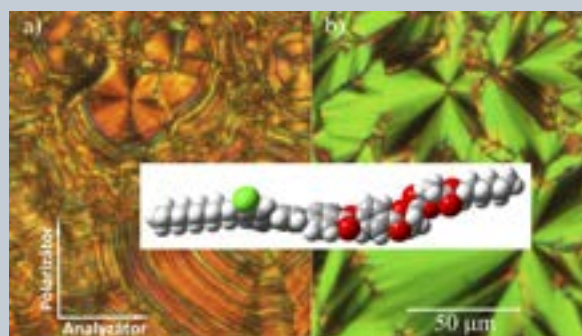


Obr. 2.2.7: Víry vysokofrekvenční polarizace[2].

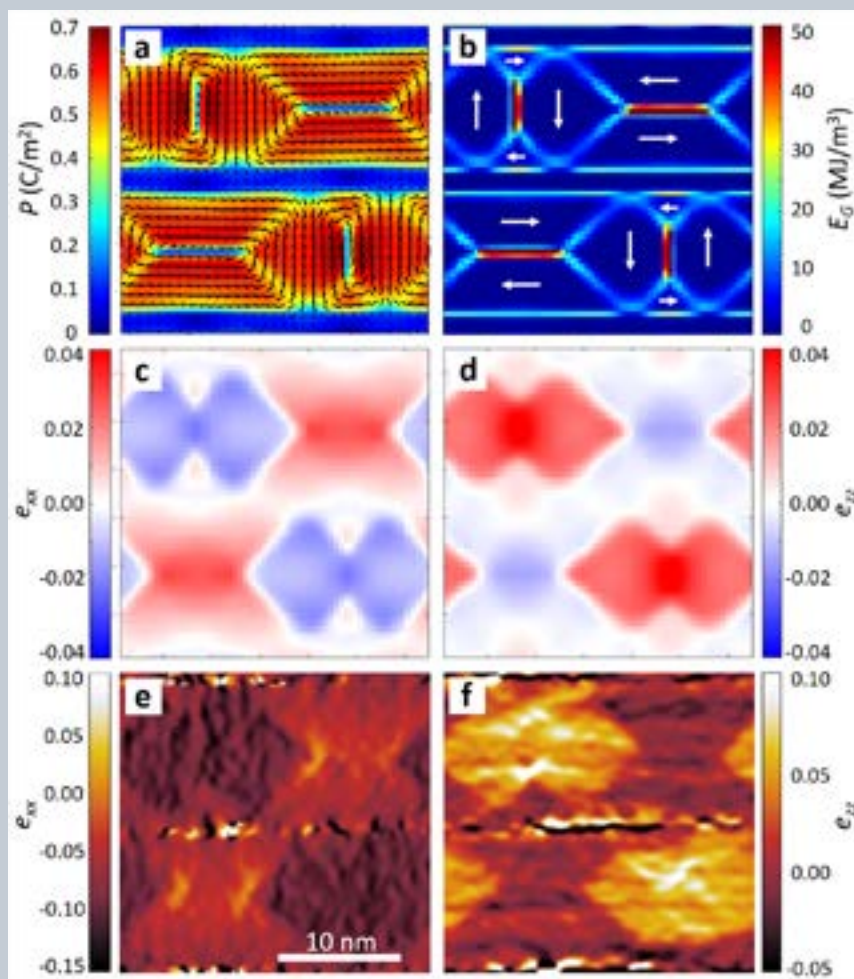
(a) Elektrické pole terahertzového (THz) impulzu rozkmitává atomy ve vrstvách $\text{PbTiO}_3/\text{SrTiO}_3$. (b) Průběh těchto kmitů monitorovaných časově rozlišenou difrakcí na 3 různých teplotách; (c) V jeho Fourierovském spektru můžeme identifikovat výrazné vibrace reprezentující vírovou strukturu polarizace. Naše výpočty (d) ukazují, že pozorovaný difrakční signál pochází z příčných oscilací souvisejících s kruhovým pohybem atomů olova, vyznačeným šipkami. (e) Objev se dostal na titulní stranu prestižního časopisu Nature.



Obr. 2.2.8 Nahoře: schéma terahertzového optoelektronického měření grafenových vrstev na substrátu karbidu křemíku [3]. Optický impuls (červený) vybudí nosiče náboje a zpožděný ultrakrátký terahertzový impuls (znázorněn modře, $1 \text{ THz} = 10^{12} \text{ Hz}$) testuje stav těchto nosičů. Z jeho tvaru můžeme určit spektra vodivosti $\Delta\sigma$, která odrážejí rozložení nosičů náboje v rámci pásové energetické struktury. **Vlevo dole:** typické spektrum vodivosti obsahující plazmonovou rezonanci. **Vpravo dole:** z experimentů vyvozená ultrarychlá dynamika teploty nosičů náboje T_c a Fermiho energie μ .



Obr. 2.2.9: Textura kapalného krystalu s terfenylem v anti ferroelektrické fázi bez přiloženého elektrického pole (vlevo) a v přiloženém poli (vpravo). Uprostřed je struktura molekuly v optimalizované konformaci [4].



Obr. 2.2.10: Základní motiv doménové struktury supermřížky $\text{PbTiO}_3\text{--SrRuO}_3$: (a) Elektrická polarizace dvou feroelektrických vrstev z počítačových simulací. (b) Hustota gradientní energie tohoto systému, komponenty spontánní deformace v rovině vrstev (c) a kolmo (d) na rozhraní vrstev a (e, f) obraz z transmisní elektronové mikroskopie. Šipky zobrazují směr elektrické polarizace [5].

dělení také organizovalo cyklus přednášek jednoho ze zakladatelů tzv. moderní teorie polarizace prof. Raffaela Resty z Istituto Officina dei Materiali v Terstu.

Vývoj oddělení a popularizace vědy

Personální obsazení oddělení je stabilní a rovnoměrné ve všech věkových kategoriích, dlouhodobě se daří získávat studenty a mladé perspektivní vědecké pracovníky z České republiky i ze zahraničí. Velký důraz je kladen na výchovu doktorandů – v roce 2021 se jich v oddělení školilo deset. Jedním z nadějných doktorandů je např. Karel Tesař, který úspěšně propojuje znalosti získané ze základního výzkumu s aplikacemi v medicíně. Jeho práce na vývoji samodegradabilních implantátů na bázi hořčíku získala 2. místo v mezinárodní soutěži Falling Walls Lab (obr. 2.2.11).

LITERATURA

- [1] **S. Kamba**, *Soft-mode spectroscopy of ferroelectrics and multiferroics: A review*, APL Mater. **9**, 020704 (2021).
doi.org/10.1063/5.0036066
- [2] Q. Li, V. A. Stoica, **M. Paściak**, Y. Zhu, Y. Yuan, T. Yang, M. R. McCarter, S. Das, A. K. Yadav, S. Park, C. Dai, H. J. Lee, Y. Ahn, S. D. Marks, S. Yu, **C. Kadlec**, T. Sato, M. C. Hoffmann, M. Chollet, M. E. Kozina, S. Nelson, D. Zhu, D. A. Walko, A. M. Lindenberg, P. G. Evans, L.-Q. Chen, R. Ramesh, L. W. Martin, V. Gopalan, J. W. Freeland, **J. Hlinka**, H. Wen,

Subterahertz collective dynamics of polar vortices, Nature **592**, 376 (2021).

doi.org/10.1038/s41586-021-03342-4

- [3] **V. C. Paingad**, J. Kunc, M. Rejhon, **I. Rychetský**, I. Mohelský, M. Orlita, and **P. Kužel**, *Ultrafast plasmon thermalization in epitaxial graphene probed by time-resolved THz spectroscopy*, Adv. Funct. Mater. **31**, 2105763 (2021).
doi.org/10.1002/adfm.202105763
- [4] **N. Podoliak**, M. Cigl, V. Hamplová, D. Pocięcha, **V. Novotná**, *Multichiral liquid crystals based on terphenyl core laterally substituted by chlorine atom*, J. Mol. Liq. **336**, 116267 (2021). doi:
doi.org/10.1016/j.molliq.2021.116267
- [5] M. Hadjimichael, Y. Li, E. Zatterin, G. A. Chahine, M. Conroy, K. Moore, E. N. O'Connell, **P. Ondřejkovič**, **P. Márton**, **J. Hlinka**, U. Bangert, S. Leake, and P. Zubko, *Metal-ferroelectric supercrystals with periodically curved metallic layers*, Nat. Mater. **20**, 495 (2021).
doi.org/10.1038/s41563-020-00864-6.



Obr. 2.2.11: Ocenění Karla Tesaře v mezinárodní soutěži Falling Walls Lab

Oddělení materiálové analýzy

Oddělení materiálové analýzy provádí výzkum zejména ve spolupráci s materiálově zaměřenými výzkumnými skupinami napříč Fyzikálním ústavem. Děje se tak v jednotlivých laboratořích provozujících analytické metody, jejichž výsledky a závěry z nich plynoucí jsou nedílnou součástí vědeckých výsledků FZÚ.

ROTAN

Rentgenová laboratoř ROTAN zajišťuje průběžně difrakční analýzy potřebné pro technologické kroky materiálového výzkumu. Jedná se například o kontrolu fázové čistoty připravovaných látek nebo orientaci monokrystalů připravených rozličnými metodami růstu před jejich dalším zpracováním pro jiné experimentální metody.

Ve spolupráci s Oddělením dielektrik a Fyziologickým ústavem AV ČR jsme charakterizovali výsledky povrchových úprav beta-slitin titanu prováděných za účelem jejich lepší biokompatibility pro růst buněk. Jako přínosný se jevil vznik BaTiO_3 , jehož přítomnost byla potvrzena metodou rtg. difrakce [1]. Spolupráce s oddělením dielektrik zahrnovala též studium materiálu $\text{Ba}_{1-x}\text{Pb}_x\text{Fe}_{12}\text{O}_{19}$ pro terahertzovou optoelektroniku.

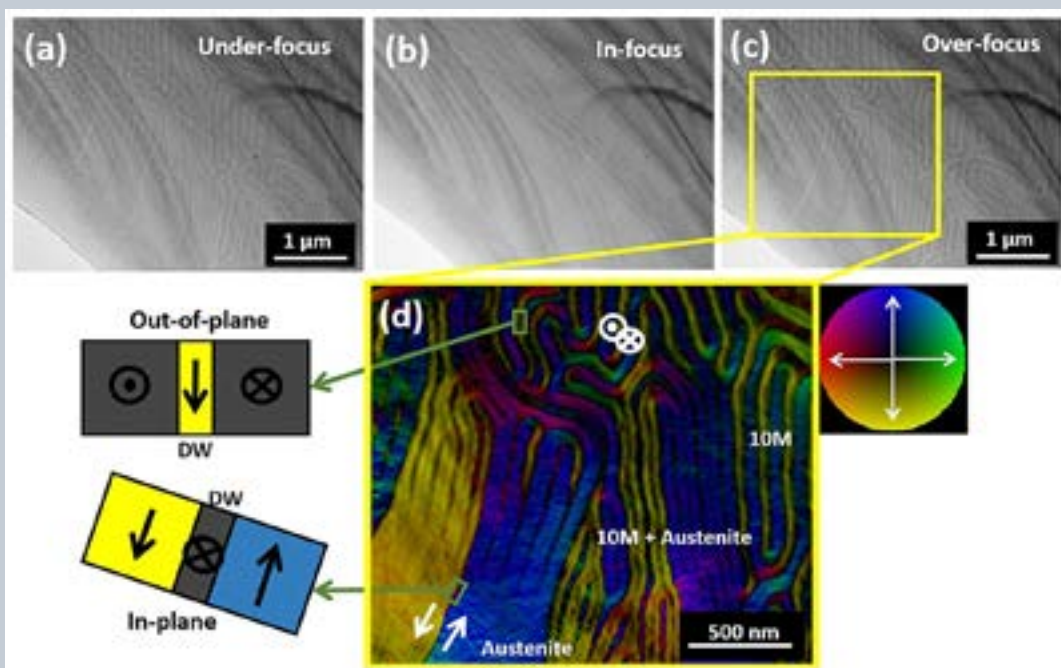
Ve spolupráci s Oddělením funkčních materiálů byly studovány slitiny hliníku, kde se pomocí zjemňování zrn silnou plastickou deformací dosahuje výrazného zvýšení pevnosti materiálu [2] plazmaticky nastříkané slitiny NiTi a vrstvy RhMnSb.

V roce 2021 se s dostavbou nového pavilonu SOLID otevřely laboratoři ROTAN nové možnosti v moderních laboratořích. Koncem roku v nich byla zahájena instalace počítačového tomografu s vysokým rozlišením, označovaného též za rentgenový mikroskop. Díky němu bude možné zobrazovat s až mikronovým rozlišením mikrostrukturní detaily a defekty uvnitř materiálu a studovat jejich reakci na namáhání materiálu.

LEM

Laboratoř elektronové mikroskopie (LEM) prováděla zejména mikrostrukturní a mikromechanickou charakterizaci kovů a kovových slitin – Zn, Cu, Fe, MgZrSr, Cu/NiFe, WCrHf, NiTi, ZnMgSr, CoCrMo, multivrstvy ZrNb [3], ale také dalších typů materiálů – Mn-Zn feritů, nanokompozit $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3 @ \text{BaTiO}_3$, nanokrystalického greigitu $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2\text{S}_4$, TiO_2 , konstrukčních senzorů na bázi borem dopovaných diamantových vrstev [4] či mikroskopické studium nanostrukturovaných povrchů pomocí laseru [5] nebo charakterizaci napětí indukující feroelektrickou transformaci [6]. Tým též studoval slitinu s tvarovou pamětí $\text{Ni}_{50}\text{Mn}_{25}\text{Ga}_{20}\text{Fe}_5$ [7] (obr. 2.2.12) a její magnetickou doménovou strukturu na rozhraní fázové transformace mezi austenitem a martenzitem, zobrazovanou pomocí lorentzovské transmisní elektronové mikroskopie na tenké fólii, kde přibližně v tloušťce 40 nm vzniká stabilizované rozhraní.

Ve spolupráci s kolegy z Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského jsme zkoumali katalyzátory pro vývoj



Obr. 2.2.12: Magnetické doménové struktury na rozhraní austenit/martenzit. (a)–(c) Fresnelova série snímků transmisní elektronové mikroskopie. (d) Barevná mapa směru magnetické indukce, kolečko ukazuje směr indukce. Tento směr je navíc znázorněn šipkami v obrázku a malými náčrtky vedle, kde DW označuje doménovou stěnu [9].



kyslíku na bázi LaNiO_3 . Nanočástice obsahují dvojčaté domény, kterými je kompenzováno snížení symetrie z kubické na romboedrickou (obr. 2.2.13). Modifikací syntézy je možné zmenšit velikost těchto domén a tím zvýšit jejich povrch, což vede ke zvýšení katalytické účinnosti [8]. Dále jsme rozvíjeli s rakouskou Montanuniversität Leoben spolupráci při přípravě vzorků pro in-situ mikrodeformační experimenty v synchrotronu pomocí plazmového FIB [9].

Mimo to se pracovníci LEM věnovali strukturnímu studiu hlubokomořských konkrecí [10, 11]. V rámci projektu GAČR Nové metalurgické postupy pro nové „přírodní slitiny“ zkoumáme mnohafázové, komplexní slitiny připravené redukcí konkrecí titanem a hliníkem, při čemž se využívají jak fázové analýzy (pomocí rtg. difrakce), tak mikrostrukturní analýzy (SEM a EBSD).

Popularizace

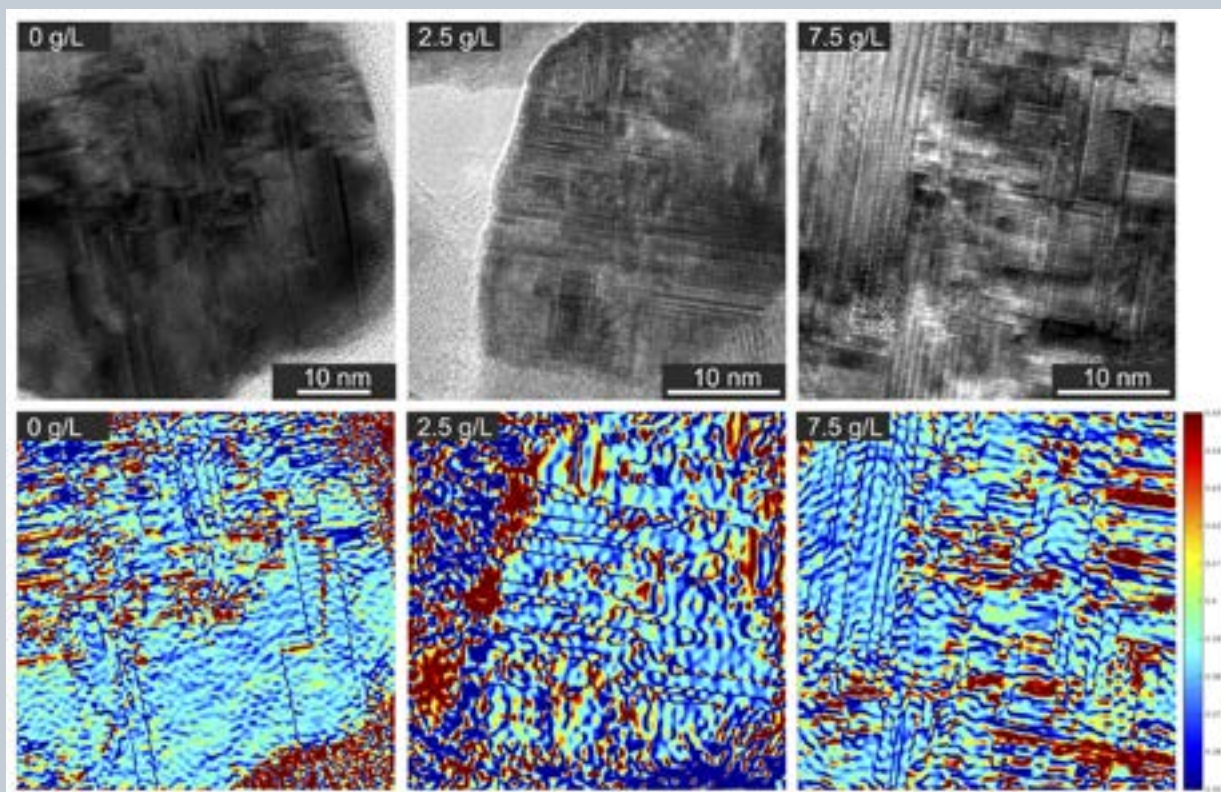
Pracovníci LEM se také věnují popularizaci vědy. Pravidelně přednášejí o elektronové mikroskopii na Univerzitě třetího věku na Univerzitě Karlově. V rámci akce Týden vědy jsme vytvořili nový program Vypravte se s námi do nitra hmoty, vhodný pro rodiny s dětmi. Československý časopis pro fyziku uveřejnil na titulní stránce únorového čísla snímek Kubický aluminid kvete fialově, ale i zeleně z naší laboratoře.

Laboratoř emisní spektroskopie

V laboratoři GDOES se prováděly analýzy kovů, slitin a tenkých vrstev v rámci spolupráce s jinými skupinami FZÚ i s externími výzkumníky z jiných výzkumných ústavů. Šlo o analýzu slitin MgZn0.5Ca0.5 ; FeCr-Ni(C, S, P) ; TiNb , ZrNb (Ta, Hf, Sn); Al1.2Mn0.12Cu ; Co28Cr6Mo ; $\text{Cu-10\% Ni}$ a binárních slitin Fe-Si stejně jako o CVD diamantové vrstvy dopované fosforem, hloubkové profily dusíku po iontové implantaci N do titanu a plazmatem stříkané vrstvy NiTi [12].

Kromě těchto aplikačně zaměřených prací pokračoval výzkum excitačních mechanismů Ti a Fe v doutnavém výboji s plochou a s dutou katodou [13], práce na excitaci palladia [14] a byl publikován vyžádaný přehledový článek o analýze vodíku v anorganických materiálech a povlacích [15].

Publikace [16] byla v roce 2021 vyhodnocena jako nejlepší publikace o GDOES za rok 2020 (<https://www.ew-gds.com/edward-steers-memorial-award/best-publication/>).



Obr. 2.2.13: Částice LaNiO_3 připravené s různým obsahem želatiny obsahují dvojčaté domény, jejichž velikost se s obsahem želatiny zmenšuje, což má vliv na katalytickou účinnost LaNiO_3 [5]

LITERATURA

- [1] M. Vandrovcova, Z. Tolde, P. Vanek, V. Nehasil, M. Doubková, M. Trávníčková, J. Drahekoupil, E. Buixaderas, F. Borodavka, J. Novakova, L. Bacakova, Beta-Titanium Alloy Covered by Ferroelectric Coating–Physicochemical Properties and Human Osteoblast-Like Cell Response, *Coatings* **11** (2021), 210.
doi.org/10.3390/coatings11020210
- [2] O. Molnárová, S. Habr, E. de Prado, J. Čapek, O. Ekrt, G. Németh, P. Málek, P. Lejček, Microstructural Evolution of a 3003 Based Aluminium Alloy during the CSET Process, *Materials* **14** (2021), 5770.
doi.org/10.3390/ma14195770
- [3] N. Daghbouj, M. Callisti, H.S. Sen, M. Karlik, J. Čech, M. Vronka, V. Havránek, J. Čapek, P. Minárik, P. Bábor, T. Polcar: Interphase boundary layer-dominated strain mechanisms in Cu⁺ implanted Zr-Nb nanoscale multilayers, *Acta Materialia* **202** (2021), 317–330.
doi.org/10.1016/j.actamat.2020.10.072
- [4] S. Baluchová, M. Brycht, A. Taylor, V. Mortet, J. Krůšek, I. Ditter, S. Sedláková, L. Klimša, J. Kopeček, K. Schwarzová-Pecková: Enhancing electroanalytical performance of porous boron-doped diamond electrodes by increasing thickness for dopamine detection, *Analytica Chimica Acta* **1182** (2021), 338949.
doi.org/10.1016/j.aca.2021.338949
- [5] R. Jagdheesh, J. Kopeček, J. Brajer, T. Mocek: Superhydrophobic microspiked surface structures by ultrashort laser patterning, *Surface Engineering* **37** (2021), 1266–1276.
doi.org/10.1080/02670844.2021.1874651
- [6] P. Yudin, J. Duchoň, O. Pacharová, M. Klementová, T. Kocourek, A. Dejneka, and M. Tyunina: Ferroelectric phase transitions induced by a strain gradient, *Physical Review Research* **3**, (2021), 033213.
doi.org/10.1103/PHYSREVRESEARCH.3.033213
- [7] M. Vronka, L. Straka, M. Klementová, O. Heczko: Magnetic domain structure across the austenite–martensite interface in Ni₅₀Mn₂₅Ga₂₀Fe₅ single crystalline thin foil, *Applied Physics Letters* **119** (2021), 212901.
doi.org/10.1063/5.0066983
- [8] R. Pittkowski, S. Divanis, M. Klementová, R. Nebel, S. Nikman, H. Hoster, S. Mukerjee, J. Rossmeisl, P. Krtil: Engendering unprecedented activation of oxygen evolution via rational pinning of Ni oxidation state in prototypical perovskite: close juxtaposition of synthetic approach and theoretical conception, *ACS Catal.* **11** (2021), 985–997.
doi.org/10.1021/acscatal.0c04733
- [9] M. Meindlhumer, L.R. Brandt, J. Zalesak, M. Rosenthal, H. Hruby, J. Kopeček, E. Salvati, C. Mitterer, R. Daniel, J. Todt, J. Keckes, A.M. Korsunsky: Evolution of stress fields during crack growth and arrest in a brittle-ductile CrN–Cr clamped-cantilever analysed by X-ray nanodiffraction and modelling, *Mat. Des.* **198** (2021), 109365.
doi.org/10.1016/j.matdes.2020.109365
- [10] Š. Msallamová, P. Novák, P. Miossec, J. Kopeček, A. Tsepeleva, D. Rudomilová, J. Fojt: Corrosion Properties of Mn-Based Alloys Obtained by Aluminothermic Reduction of Deep-Sea Nodules, *Materials* **14** (2021), 5211.
doi.org/10.3390/ma14185211
- [11] P. Novák, N. Hong Vu, L. Šulcová, J. Kopeček, F. Laufek, A. Tsepeleva, P. Dvořák, A. Michalcová, Structure and Properties of Alloys Obtained by Aluminothermic Reduction of Deep-Sea Nodules, *Materials* **14** (2021), 561.
doi.org/10.3390/ma14030561
- [12] S. Samal, O. Tyc, J. Cizek, J. Klecka, F. Lukáč, O. Molnárová, E. de Prado, Z. Weiss, J. Kopeček, L. Heller, P. Šittner, T. Chráska, Fabrication of Thermal Plasma Sprayed NiTi Coatings Possessing Functional Properties, *Coatings* **11** (2021), 610.
doi.org/10.3390/coatings11050610
- [13] Z. Weiss, F. Concepcion-Mairey, J.C. Pickering, P. Smid, Emission spectroscopic study of an analytical glow discharge with plane and hollow cathodes: Titanium and iron in argon discharge, *Spectrochim. Acta Part B* **180** (2021), 106208.
doi.org/10.1016/j.sab.2021.106208
- [14] Z. Weiss, A remark on the excitation of Pd II levels between 8.1 and 9.5 eV in argon and krypton discharges (K. Wagatsuma, *Spectrochim. Acta Part B* **175** (2021) 106018), *Spectrochim. Acta Part B* **177** (2021), 106075.
doi.org/10.1016/j.sab.2021.106075
- [15] Z. Weiss, Analysis of hydrogen in inorganic materials and coatings: A critical review, *Hydrogen* **2** (2021), 225–245.
doi.org/10.3390/hydrogen2020012
- [16] Z. Weiss, Emission spectroscopic diagnostics of weakly ionized argon-diluted plasmas: glow discharge and inductively coupled plasma, *Plasma Sources Sci. Technol.* **29** (2020), 105018.
doi.org/10.1088/1361-6595/abb41e



Skupina funkční materiály a kompozity

Pracovníci skupiny pokračovali v roce 2021 ve výzkumu deformačních mechanismů ve slitině NiTi [1, 2, 3]. Hlavním výsledkem výzkumu je vývoj metody elektronové mikroskopie, pomocí níž bylo možné zrekonstruovat martenzitické mikrostruktury v polykrystalickém vlákně slitiny NiTi deformovaném v tahu při různých teplotách (obr. 2.2.14). Na výzkumu se významně podílela postdoktorandka Orsolya Molnárová. Tato experimentální metoda umožňuje zrekonstruovat martenzitické mikrostruktury v zrnech deformovaného polykrystalu NiTi pomocí elektronové difrakce a zobrazení v tmavém poli v TEM. Vysvětlili jsme, proč reorientovaný a napětově indukovaný martenzit obsahuje (001) dvojčata a zjistili, že plastická deformace monoklinického martenzitu probíhá prostřednictvím (20-1) deformačního dvojčatění podporovaného [10 0](0 0 1) dislokačním skluzem v martenzitu. Ph.D. studenti Ondřej Tyc a Pejman Shayanfard obhájili dizertační práce a publikovali jejich výsledky [2, 3] v prestižních vědeckých časopisech. Pokročili jsme také ve výzkumu nanorezonátorů integrujících funkční materiály [4].

Skupina materiálů pro nanosystémy a biorozhraní

Výzkumná skupina ve spolupráci s Univerzitou Karlovou [5, 6] studovala vlastnosti nanostrukturovaných a porézních borem dopovaných diamantových vrstev (p-BDD) pro využití v elektrochemických senzorech. Čím silnější je porézní vrstva p-BDD diamantu, tím vyšší jsou hodnoty dvouvrstvé kapacity, kinetiky pře-

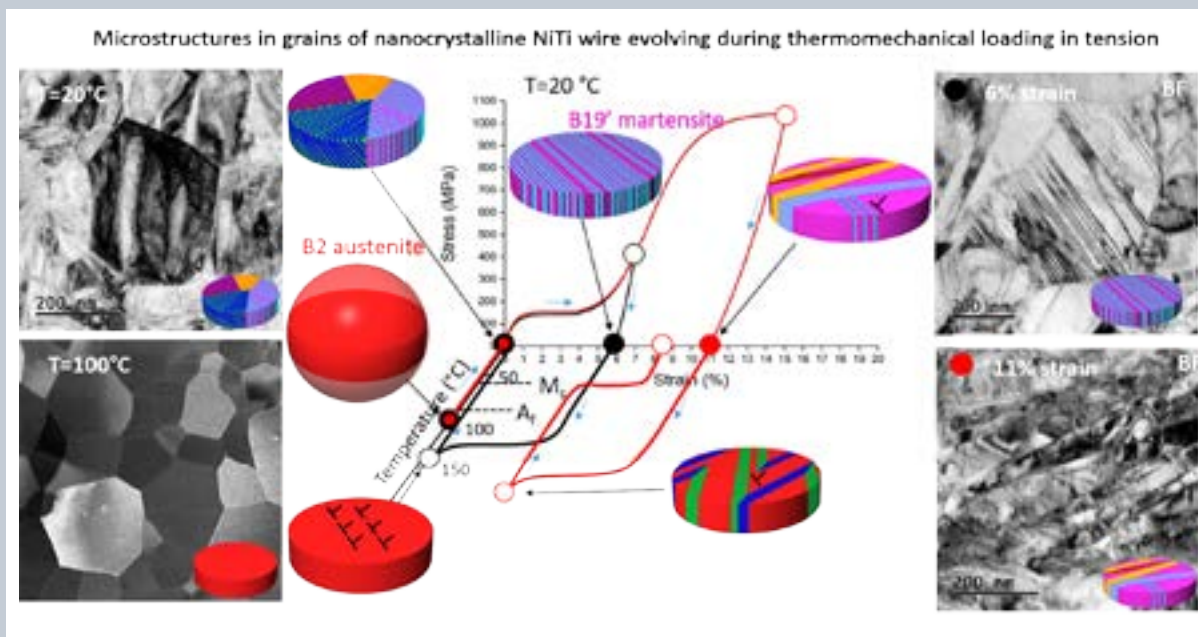
nosu elektronů, efektivní plochy povrchu a detekce dopaminu s maximální citlivostí $574,1 \mu\text{A } \mu\text{mol}^{-1} \text{ L}$ [6]. Studium epitaxiálních borem dopovaných vrstev diamantu jsme rozšířili směrem k novým krystalovým orientacím (obr. 2.2.15). Konkrétně jsme demonstrovali růst borem dopovaného diamantu na atomově stupňovitých (113) površích s vynikajícími elektrickými a strukturálními vlastnostmi nezbytnými pro výrobu elektronických zařízení [7] ve srovnání s konvenčními (100) a (111) orientovanými epitaxiálními borem dopovanými diamantovými vrstvami.

Skupina materiálů s řízenou mikrostrukturou

Problematika řešená ve Skupině materiály s řízenou mikrostrukturou Oddělení funkčních materiálů byla zaměřena do čtyř oblastí:

- studium struktury a vlastností nových biodegradabilních materiálů na bázi zinku;
- struktura kovových materiálů připravených 3D tiskem;
- vliv intenzivní plastické deformace na mikrostrukturu materiálů;
- segregace příměsí na hranicích zrn.

V oblasti biodegradabilních materiálů jsme se v roce 2021 zabývali především optimalizací podmínek termomechanického zpracování slitiny $\text{ZnMg}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}$ (hm. %). Slitina byla zpracována metodou úhlového protlačování (ECAP) [8] či přímou extruzí za různých podmínek. Nejvhodnější vlastnosti pro implantologii vykazovala slitina $\text{ZnMg}_{0,8}\text{Sr}_{0,2}$ (hm. %) extrudovaná při 200 °C za extruzního poměru 25: 1. To bylo připsáno výraznému zjemnění zrna a také textuře, která



Obr. 2.2.14: Mikrostruktury v zrnech nanokrystalické slitiny s tvarovou pamětí NiTi deformované v tahu v nízkoteplotní martenzitické fázi.



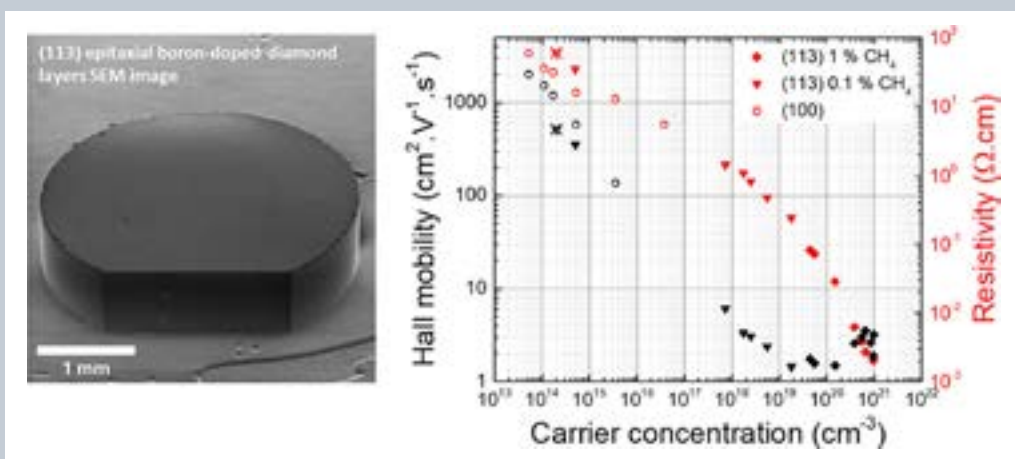
byla zpracováním vytvořena (obr. 2.2.16). Proto byla tato slitina podrobně zkoumána ohledně korozního chování, in vitro [9] a in vivo toxicity. Provedené studie nám umožnily popsat mechanismus degradace in vitro v různých médiích simulujících tělní prostředí a pomohly objasnit vliv proteinů na degradaci materiálu a jeho následnou toxicitu. In vitro testy také prokázaly, že slitina dosahuje akceptovatelné cytotoxicity a vykazuje také zvýšenou antibakteriální aktivitu. In vivo testy na králičím modelu prokázaly dobrou biokompatibilitu materiálu.

V oblasti výzkumu kovových materiálů připravených 3D tiskem jsme v roce 2021 největší pozornost věnovali vyšetřování vztahu mezi mikrostrukturou a mechanickými vlastnostmi slitin typu Co-Cr-Mo, které se používají např. jako letecké komponenty či

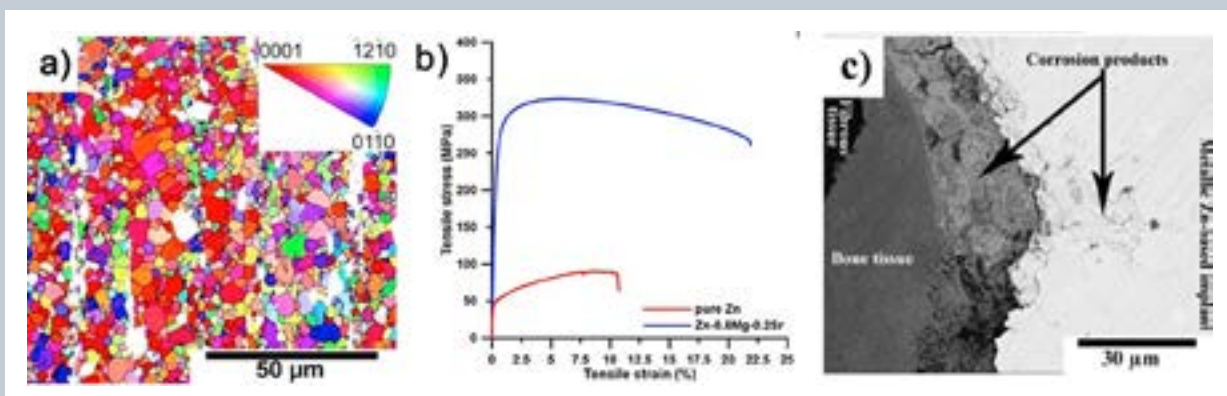
kolenní implantáty. Zaměřili jsme se na porovnání struktury a vlastností tohoto materiálu připraveného jak konvenčními metalurgickými procesy, tak 3D tiskem [10]. Ukázali jsme, že materiál může vykazovat nestabilní mikrostrukturu v tištěném stavu při expozici na teplotách nad 400 °C. Navrhli jsme proto tepelné zpracování, které potlačí přítomnost nežádoucích precipitátů a zároveň zvýší pevnost materiálu.

Skupina plynové sensory a funkční nanomateriály

V rámci nového výzkumného směru v oddělení jsme studovali vlastnosti detekce plynů prostřednictvím tenkých vrstev fluorovaného ftalocyaninu zinku a přispěli k vývoji nových Mn(III) spin-crossover materiálů [11]. Spin-crossover komplexy přechodných kovů jsou



Obr. 2.2.15: (Vlevo) SEM snímek s malým zvětšením hladké strany (drsnot Root Mean Square pod 1 nm) tlusté borem dopované (113) – orientované homoepitaxiální diamantové vrstvy. (Vpravo) Odpor a Hallova mobilita (113) orientovaného epitaxiálního diamantu dopovaného borem (plné symboly) jako funkce koncentrace nosiče při pokojové teplotě ve srovnání s (100) orientovaným epitaxiálním borem dopovaným diamantem (prázdné symboly).

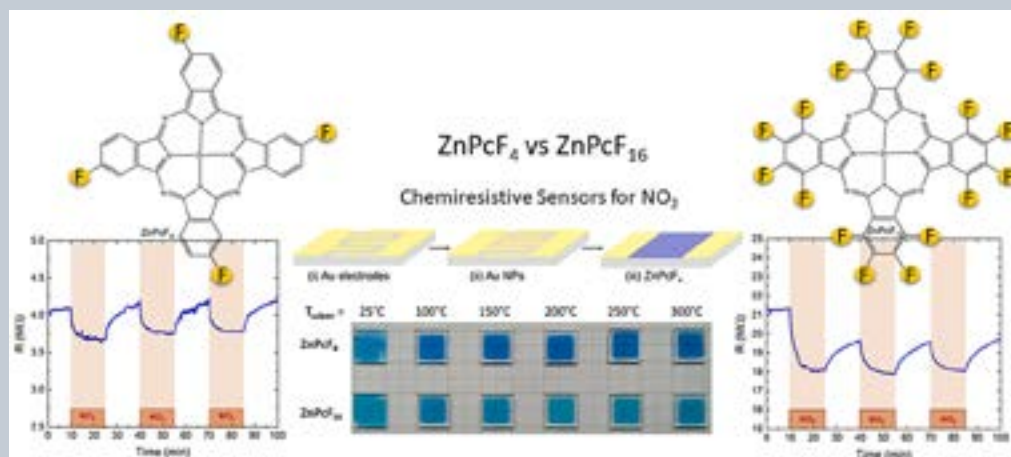


Obr. 2.2.16: (a) Mapa inverzních pólových obrazců zobrazující velikost zrna a krystalografickou orientaci jednotlivých zrn Zn matrice ve slitině $\text{ZnMg}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}$ (hm. %) extrudované při 200 °C a extruzním poměru 25: 1. (b) Tahové křivky příslušející výše zmíněné slitině a čistému zinku zpracovanému za stejných podmínek. c) SEM snímek zachycující kontakt kostní tkáně s implantovaným šroubkem vyrobeným z výše zmíněné slitiny, a to po 360 dnech expozice v holenní kosti králíka.

pro senzorku plynů zkoumány z hlediska změn materiálových parametrů (vodivost, absorpční spektrum atd.) indukovaných působením okolní plynné atmosféry. Hlavním výsledkem výzkumu za uplynulý rok je určení teplotně závislého fázového složení tenkých vrstev (200 nm) fluorovaných ftalocyaninů zinku (4F, 16F) nanesených na SiO₂ a Si(100) (obr. 2.2.17). Připravili jsme sady funkčních textilních senzorů se slibnou citlivostí na plynný NO₂.

LITERATURA

- [1] O. Molnárová, O. Tyc, L. Heller, H. Seiner, P. Šittner Evolution of martensitic microstructures in nanocrystalline NiTi wires deformed in tension, *Acta Materialia* 218 (2021) 117166, doi.org/10.1016/j.actamat.2021.117166
- [2] O. Tyc, O. Molnárová, P. Šittner, Effect of microstructure on fatigue of superelastic NiTi wires, *International Journal of Fatigue* 152, (2021) 106400 doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2021.106400
- [3] P. Shayanfar, L. Heller, P. Šandera, P. Šittner, Experimental and numerical investigation of thermomechanical cycling of notched NiTi shape memory ribbon using SMA model accounting for plastic deformation *Journal of Materials Research and Technology* 15 (2010) 1759–1776, doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.08.132
- [4] Ivo Stachiv, Zdeněk Machů, Oldřich Ševeček, Ondřej Tuhovcak, Michal Kotoul, Yeau-Ren Jeng, Resolving measurement of large (~ GPa) chemical/biomolecule complexes with multimode nanomechanical resonators, *Sensors and Actuators B: Chemical*, 353 (2022) 131062, doi.org/10.1016/j.snb.2021.131062
- [5] M. Brycht, S. Baluchová, A. Taylor, V. Mortet, S. Sedláková, L. Klimša, J. Kopeček, K. Schwarzová-Pecková, Comparison of electrochemical performance of various boron-doped diamond electrodes: Dopamine sensing in biomimicking media used for cell cultivation, *Bioelectrochemistry*, Volume 137, February 2021, 107646, doi.org/10.1016/j.bioelechem.2020.107646
- [6] S. Baluchová, M. Brycht, A. Taylor, V. Mortet, J. Krůšek, I. Dittert, S. Sedláková, L. Klimša, J. Kopeček, K. Schwarzová-Pecková, Enhancing electroanalytical performance of porous boron-doped diamond electrodes by increasing thickness for dopamine detection, *Analytica Chimica Acta* Volume 1182, 16 October 2021, 338949, doi.org/10.1016/j.aca.2021.338949
- [7] V. Mortet, A. Taylor, N. Lambert, Z. Gedeonová, L. Fekete, J. Lorinčík, L. Klimša, J. Kopeček, P. Hubík, Z. Šobáň, A. Laposa; M. Davydova, J. Voves, A. Pošta, V. Povolný, P. Hazdra, Properties of boron-doped (113) oriented homoepitaxial diamond layers, *Diamond and Related Materials* Volume 111, January 2021, 108223.
- [8] J. Pinc, A. Školáková, P. Veřtát, J. Duchoň, J. Kubásek, P. Lejček, D. Vojtěch, J. Čapek, Microstructure evolution and mechanical performance of ternary Zn_{0.8}Mg_{0.2}Sr (wt. %) alloy processed by equal-channel angular pressing, *Mater. Sci. Eng. A* 824 (2021) 141809. doi.org/10.1016/j.msea.2021.141809
- [9] J. Čapek, J. Kubásek, J. Pinc, J. Fojt, S. Krajewski, F. Rupp, P. Li, Microstructural,



Obr. 2.2.17: Strukturní vzorec 2,9,16,23-tetrafluorftalocyaninu zinečnatého (4F) (vlevo) a hexadecafluorftalocyaninu zinečnatého (16F) (vpravo) spolu s jejich příslušnou odezvou senzoru ZnPcF₄ (vlevo) a ZnPcF₁₆ (vpravo) v časovém rámci 100 minut s použitím 10,6 ppm plynného NO₂ aplikovaného v 15minutových intervalech; střed: obrázek tenkých vrstev ZnPcF₄ (nahore) a ZnPcF₁₆ (dole) připravených při různých teplotách substrátu.

mechanical, in vitro corrosion and biological characterization of an extruded $\text{Zn}_{-0.8}\text{Mg}_{-0.2}\text{Sr}$ (wt. %) as an absorbable material, *Mater. Sci. Eng. C* **122** (2021) 11924.

doi.org/10.1016/j.msec.2021.111924.

- [10] M. Roudnicka, J. Bigas, O. Molnarova, D. Palousek, D. Vojtech, *Different response of cast and 3D-printed Co-Cr-Mo alloy to heat treatment: A thorough microstructure characterization*, *Metals*

11 (2021) 687.

doi.org/10.3390/met11050687

- [11] *Mn(III) Complexes with Nitro-Substituted Ligands – Spin States with a Twist*, I. A. Kühne, L. C. Gavin, M. Harris, B. Gildea, H. Müller-Bunz, M. Stein, G. G. Morgan, *J. Appl. Phys.*, **2021**, **129**, 213903.

doi.org/10.1063/5.0050276

Oddělení teorie kondenzovaných látek

Elektronový transport v objektech nanometrových rozměrů

V roce 2021 jsme publikovali rozsáhlou práci [1], která je aktuálním přehledem našeho několikaletého teoretického výzkumu transportních jevů v malých objektech nanometrových rozměrů. Typickým příkladem je molekulární můstek nebo kvantová tečka umístěná mezi dvěma elektrodami, se kterými je propojena tunelovacími kontakty. V článku detailně odvozujeme kvantové transportní rovnice formalismem nerovnovážných Greenových funkcí a na základě těchto rovnic pak vytváříme ucelený obraz přechodových elektronových proudů procházejících molekulárním můstkem krátce po přiložení elektrického napětí.

Případy, kdy jsou přívody magnetické a přechodové proudy spinově polarizované, vyžadují modifikovanou konstrukci transportních rovnic. Ukazuje se, že pro správné porozumění přechodovým jevům je v těchto případech nutno uvažovat výchozí stav systému v obecnějším tvaru, než jaký byl dosud používán pro nemagnetické přívody.

Kvantové tečky napojené na dvě supravodivé elektrody jsou slibnou technologií s aplikacemi v oblasti kvantového počítání. V experimentu se realizují pomocí polovodičových nanodrátků a často bývají napoje-

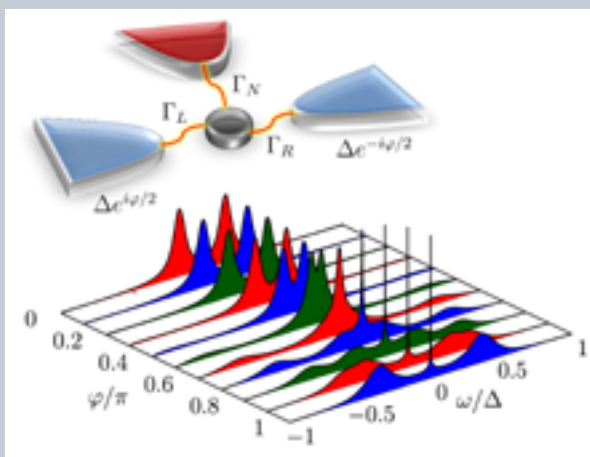
ny ještě na další kovové přívody, které umožňují cíleně měnit parametry vytvořeného nanosystému. Přítomnost kovové elektrody může být též zdrojem nových fyzikálních jevů, typicky Kondova jevu.

Ve spolupráci s kolegy z Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy jsme vyvinuli postup, jak exaktně přeformulovat problém kvantové tečky se supravodivými i kovovými přívody na pomocný problém s jediným polovodičovým přívodem, který lze řešit pomocí metod numerické renormalizační grupy bez zásadních zjednodušujících aproximací [2]. Řešení pomocného problému je pak možné transformovat zpět na původní problém a výsledná elektronová spektra (obr. 2.2.18) přímo porovnat s experimentálními výsledky získanými řádkovací tunelovací spektroskopii.

Magnetismus a supravodivost ve sloučeninách uranu

Již několik let se věnujeme magnetismu a dalším vlastnostem sloučenin uranu a podobných těžkých prvků. Naše nejaktuálnější studie na toto téma se zabývají sloučeninami UGa_2 a UTe_2 , přičemž v obou případech se zaměřujeme na detailní rozbor chování valenčních elektronů obsazujících 5f slupky uranových atomů, které podstatným způsobem ovlivňují makroskopické vlastnosti těchto látek.

V případě feromagnetické sloučeniny UGa_2 se nám podařilo sjednotit zdánlivě protichůdné závěry několika experimentálních pozorování, z nichž některá



Obr. 2.2.18: Model kvantové tečky se dvěma supravodivými (modrá) a jedním kovovým (červená) přívodem a její spektrální funkce pro různé hodnoty rozdílu supravodivých fází. Kondův jev se projevuje pro velké hodnoty fázového rozdílu ϕ jako úzká rezonance na Fermiho energii ($\omega = 0$). Obrázek převzat z [2].

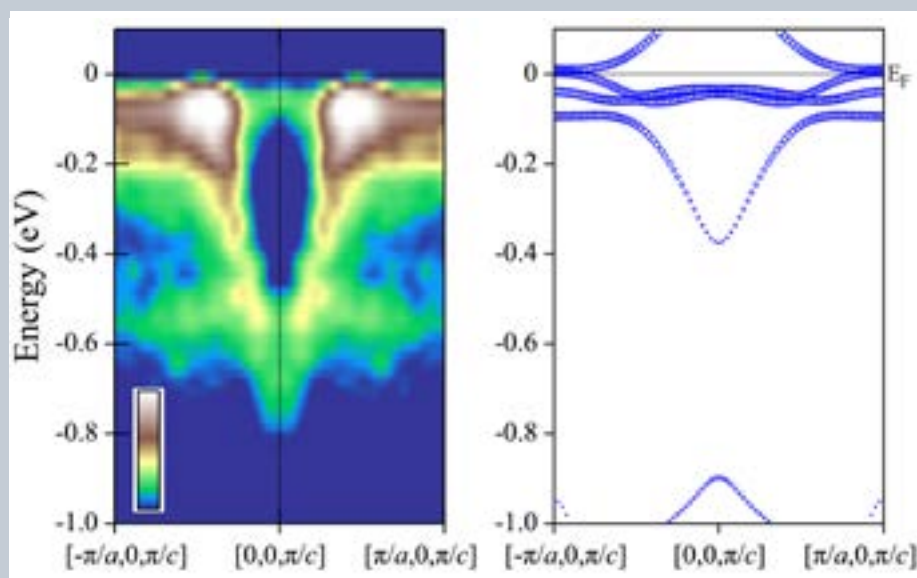
odhalují chování typické pro případy, kdy 5f elektrony vytvářejí energetické pásy a účastní se chemických vazeb, jiná naopak zachycují jevy známé ze sloučenin, kde si 5f elektrony ponechávají vlastnosti jako ve volných atomech a chemických vazeb se neúčastní. K detailnímu porozumění elektronové struktury UGa_2 přispěla podrobná analýza rentgenovských spekter nově získaných našimi spolupracovníky z Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy a ze synchrotronu ESRF v Grenoblu [3] i pokrok ve zdokonalování našich výpočetních metod [4].

Sloučenina UTe_2 je za velmi nízkých teplot supravodivá, což bylo objeveno teprve nedávno, v roce 2019. Působení magnetického pole supravodivost narušuje, a pokud je dostatečně silné, vede k jejímu úplnému vymizení. Supravodivost v UTe_2 je v několika ohledech neobvyklá, mimo jiné tím, že působením magnetického pole sice vymizí, ale v ještě silnějším poli se překvapivě znovu objeví. V současné době je pokusům o porozumění tomuto jevu věnováno značné úsilí jak

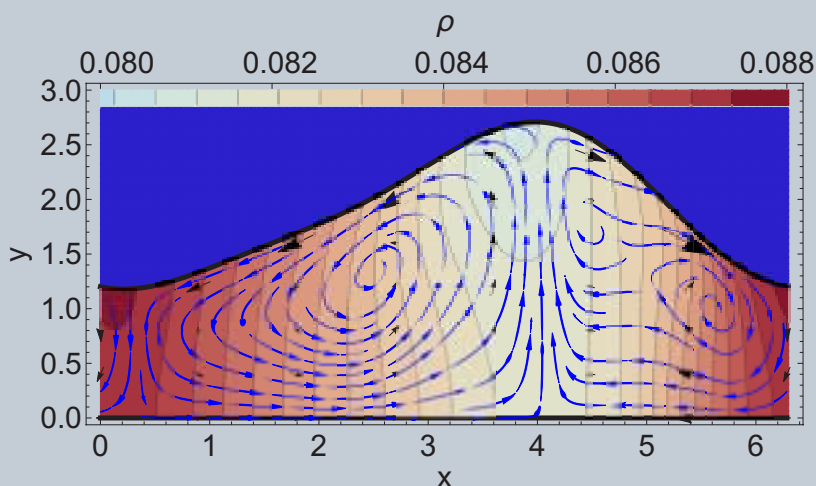
v experimentech, tak v navazující teorii. Naším příspěvkem k těmto snahám je identifikace a charakterizace elektronových stavů (obr. 2.2.19), ve kterých při nízkých teplotách dochází k vytvoření Cooperových párů a tím ke vzniku supravodivosti [5].

Proudění koloidních roztoků v kapilárách

Pohyb aktivních částic v pórech má širokou škálu technologických aplikací, zejména tehdy, když potřebujeme dostat nějakou chemickou látku na místo, kam je obtížné nebo nemožné ji dopravit prostou difuzí. Teoretický popis pohybu aktivních částic, který je nutný pro efektivní využití takového typu transportu, však naráží na řadu dosud nevyřešených obtíží. V práci [6] jsme pro popis pohybu aktivních částic zvolili metodu mapování úlohy na efektivní jednorozměrný problém, který lze následně řešit poměrně snadno, často dokonce pomocí jednoduché analytické formule. Příklad získaného řešení je znázorněn na obr. 2.2.20. Námí



Obr. 2.2.19: Fotoemisní spektrum sloučeniny UTe_2 (levá část) ve srovnání s valenčními elektronovými stavy vypočtenými postupem popsáním v [5] (pravá část). Odhad intenzity, s jakou daný stav přispívá do fotoemisního spektra, je v teoretickém obrázku znázorněn velikostí symbolů. Převzato z [5].



Obr. 2.2.20.: Prouděčáry toku aktivních částic v profilovaném póru (horizontální osa je orientována podél póru, vertikální osa napříč pórem) vypočítané metodou navrženou v [6]. Koncentrace aktivních částic je znázorněna sytostí barvy, tmavší barva znamená vyšší koncentraci (viz škála v horní části obrázku). Převzato z [6].

navržená mapovací procedura dobře souhlasí s kontrolními výpočty provedenými numerickými metodami a představuje významný metodologický přínos v popisu pohybu aktivních částic.

LITERATURA

- [1] V. Špička, B. Velický, A. Kalvová, Relation between full NEGF, non-Markovian and Markovian transport equations, *Eur. Phys. J. Spec. Top.* 230 (2021) 771–808. doi.org/10.1140/epjs/s11734-021-00109-w
- [2] P. Zalom, V. Pokorný, T. Novotný, Spectral and transport properties of a half-filled Anderson impurity coupled to phase-biased superconducting and metallic leads, *Phys. Rev. B* 103 (2021) 035419. doi.org/10.1103/PhysRevB.103.035419
- [3] A. V. Kolomiets, M. Paukov, J. Valenta, B. Chatterjee, A. V. Andreev, K. O. Kvashnina, F. Wilhelm, A. Rogalev, D. Drozdenko, P. Minarik, J. Kolorenč, M. Richter, J. Prchal, L. Havela, 5f states in UGa_2 probed by x-ray spectroscopies, *Phys. Rev. B* 104 (2021) 045119. doi.org/10.1103/PhysRevB.104.045119
- [4] B. Chatterjee, J. Kolorenč, Electronic structure and magnetism in UGa_2 : DFT+DMFT approach, *Phys. Rev. B* 103 (2021) 205146. doi.org/10.1103/PhysRevB.103.205146
- [5] A. B. Shick, S.-i. Fujimori, W. E. Pickett, UTe_2 : a nearly insulating half-filled $j=5/2$ $5f^3$ heavy fermion metal, *Phys. Rev. B* 103 (2021) 125136. doi.org/10.1103/PhysRevB.103.125136
- [6] P. Kalinay, F. Slanina, Dichotomic ratchet in a two-dimensional corrugated channel, *Phys. Rev. E* 104 (2021) 064115. doi.org/10.1103/PhysRevE.104.064115

Oddělení chemie

Na základě odborných znalostí z oboru materiálové chemie podporujeme práci výzkumných týmů při přípravě nových pokročilých materiálů. V oddělení pracují dvě technologické skupiny, zabývající se přípravou organických, resp. anorganických materiálů, a laboratoř analytické chemie.

Skupina přípravy organických materiálů se věnuje molekulárnímu designu a syntéze organických sloučenin, jejichž molekuly se spontánně orientují a výsledné materiály lze využít v moderní elektronice a optických zařízeních. Zaměřili jsme se na polymerní materiály, jejichž optické a elektrické vlastnosti lze měnit přímo, pomocí elektrického signálu, nebo bezkontaktně, pomocí optického signálu. Pokračovala spolupráce s oddělením dielektrik na vývoji funkčních ligandů pro anorganické nanočástice, které vyvolávají odezvu na elektrické pole. V rámci zahraniční spolupráce jsme pracovali na vývoji disperze magnetických nanočástic s elektroaktivními ligandy – magnetoelektrické kapaliny s využitím v revolučních bezkontaktních senzorech pro robotiku.

V oboru anorganické chemie jsme se zabývali přípravou nových materiálů typu oxidů a sulfidů ve formě monokrystalů, prášků nebo keramik. V roce 2021 jsme připravovali Czochralského metodou objemové monokrystalu typu granátů pro studium scintilačních materiálů v rámci FZÚ v Oddělení optických materiálů, pro studium laserů ve spolupráci s katedrou fyzikální elektroniky Fakulty jaderné fyziky a inženýrství Českého vysokého učení technického v Praze a též v rámci spolupráce s firmou Crytur s.r.o. v Turnově. Monokrystalu vícesložkových sulfidů byly připravovány s cílem získat rychlý monokrystalický scintilátor. Příprava multikomponentních oxidů a sulfidů ve formě prášků a keramik cílila na aplikace na poli luminoforů a scintilátorů. Některé prášky byly připraveny také jako vý-

chozí materiály pro budoucí pěstování monokrystalů metodou micro-pulling-down v Oddělení optických materiálů.

Laboratoř analytické chemie vyvíjela metody pro stanovování čistoty nových kapalně krystalických materiálů připravených ve skupině organických materiálů a také metody jejich preparace pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie. Po uvedení do provozu nového kapalinového chromatografu Agilent 1260 Infinity II bylo možné provádět stanovení čistoty kapalně krystalických materiálů i v reverzním a polárně-organickém módu. Přístroj byl zapojen v roce 2021 do vývoje a optimalizace separační metody pro analýzu nově syntetizovaných látek, převážně fosfonátů. Dále jsme vyvíjeli separační metody pro enantioseparaci směřující ke kontrole optické čistoty oxazolinových a fotosenzitivních azolátek, studovali jsme také vliv UV záření na izomerizaci těchto materiálů.

Ve spolupráci se Skupinou materiálů s řízenou mikrostrukturou probíhaly analýzy kovových prášků, ocelí, hliníkových, zinkových a titanových slitin. Obsah kovových prvků byl zjišťován plamenovou atomovou absorpční spektrometrií, obsah křemíku byl určen gravimetricky. Plamenová atomová absorpční spektrometrie byla využita i pro stanovení koncentrací zinku v hořčíkových slitinách v rámci studia implantátů na bázi hořčíku ve spolupráci se Skupinou přípravy dielektrických materiálů. Spolupráce se uskutečnila rovněž s centrem ELI Beamlines, pro které jsme plnili terčíky fluorescenčními barvivy a borem pro výzkum laserového plazmatu.



2.3 Sekce fyziky pevných látek

64

„Za nejlepší výsledek považuji objev a experimentální potvrzení existence σ -díry na halogenových atomech, který byl publikován v časopise Science a zařazen mezi hlavní výstupy FZÚ. Velký potenciál do budoucna přinesl objev altermagnetů.“

RNDr. Michal Dušek, CSc.

Sekce fyziky pevných látek integruje vědecké obory a buduje unikátní analytické a technologické zázemí potřebné k výzkumu pevných látek ze všech aspektů, od teoretických základů po aplikace. Jedním z našich nejpokročilejších témat je spintronika s dlouhodobým cílem vylepšení výkonu počítačů do bodu, který umožní realizovat například umělé neuronové sítě. Dalšími významnými tématy jsou nanoelektronika, molekulární elektronika a nanodiagnostika, s vizí využití těchto metod k vývoji kvantových celulárních automatů a nových metod řízení jejich elektronických vlastností pomocí samoorganizovaných vrstev.

V oblasti výzkumu termoelektrických jevů směřujeme ke konstrukci tzv. spin-kalorimetrických prvků. Ke zvládnutí teranostických postupů včetně fototermální terapie směřuje výzkum komplexních magnetoplasmonických nanokompozitních částic. V oblasti vývoje detektorů se zaměřujeme na nanomorfologické, nanokompozitní a hybridní scintilační a fosforové materiály, které sdružují několik funkcí při detekci a monitorování ionizujícího záření, a svazků nabitých částic a neutronů a jdou nad limity klasických objemových materiálů.

Další důležitou oblastí je zlepšování technologií růstu dokonalých křemíkových a diamantových vrstev a struktur důležitých pro vývoj optoelektronických prvků, biosenzorů a aktuátorů. Moderní materiálový výzkum s sebou nese také potřebu zkoumání vlastnos-

tí látek za extrémních podmínek a s tím souvisejícího vývoje nových analytických metod zaměřených na strukturní analýzu projevů hmoty na úrovni nanokrystalů s vizí aplikace elektronové difrakční tomografie na oblast charakterizace nestabilních materiálů.

V roce 2021 jsme dosáhli významného experimentálního milníku, neboť se nám podařilo vyvinout novou metodu Kelvinovy sondy umožňující zobrazení anizotropní elektronové atomární hustoty. Jmenovitě jsme touto technikou potvrdili existenci tzv. Σ -díry, která hraje významnou roli v intermolekulárních slabých vazbách.

V oblasti spintroniky jsme objevili tzv. altermagnety, které spolu s konvenčními feromagnety a antiferomagnety tvoří novou trojici základních magnetických fází. V altermagnetech jsme mimo jiné předpověděli spintronicke jevy kombinující výhody feromagnetů a anti-feromagnetů a také jevy, které v těchto dříve známých dvou typech magnetů nemají obdoby.

Výzkum scintilátorů na bázi těžkých perovskitů vyústil v přípravu monokrystalu $(\text{Lu,Gd})\text{AlO}_3\text{:Ce}$. Tento materiál s uzpůsobenou pásovou strukturou představuje průlom v těžkých perovskitových scintilátorech kombinující vysokou atenuační schopnost a světelný výtěžek a dále i enormně nízké „afterglow“, což je perspektivní pro aplikace v několika oborech.

V oblasti výzkumu tenkých vrstev jsme získali mezinárodní patenty na optickou profilometrii pro měření



ultratenkých vrstev a na vysokonapěťovou baterii s kapacitou srovnatelnou s komerčními nikl-metal hydridovými bateriemi, ale vyrobenou z extrémně levných materiálů. V oblasti studia sub-pětinanometrových nanodiamantů jsme přispěli k hlubšímu pochopení interpretace Ramanovských spekter a jejich velikostní závislosti a prezentovali jsme nové možnosti stanovení jejich velikosti pomocí nízkofrekvenčních „breathing“ modů, které byly detekovány v nanodiamantech vůbec poprvé.

V rámci výzkumu vysokofrekvenčních vlastností supravodičů jsme zkonstruovali unikátní polarizátor terahertzového záření, díky němuž se nám jako prvním na světě podařilo experimentálně určit efektivní hmotnost supravodivých vířů ve vysokoteplotním supravodiči YBaCuO a potvrdit platnost jedné z řady teorií dynamiku vířů.

V oblasti strukturní analýzy jsme pokračovali v práci na rozvoji nového programu Jana2020 a na aplikaci nových metod elektronové difrakční tomografie.

Naše úspěchy:

V tomto roce byl zahájen prestižní projekt EXPRO získaný Dr. Lukášem Palatinusem na výzkum molekulárních nanokrystalů metodami elektronové difrakce. Dále byly uděleny dva významné projekty, Lumina quaeruntur a Junior Star, a to Dr. Dominiku Kriegnerovi v oboru spintroniky.

Cenou Neuron za celoživotní přínos vědě byl oceněn Dr. Václav Petříček v oboru krystalografie, Čestnou oborovou medaili Ernsta Macha za úspěchy ve fyzikálních vědách převzali Ing. Pavel Novák a Dr. Jan Kočka, Čestnou medaili za Zásluhy o Akademii věd ČR převzali Ing. Jan Rosa a Ing. Emil Šípek, Cenu Siemens a Česká hlava 2021 – Doctorandus za přírodní vědy obdržel Dr. Libor Šmejkal, Becquerelovu cenu za jaderný výzkum Francouzského velvyslanectví získala Dr. Lenka Kubíčková.

Pořádané konference:

V červenci 2021 byla v rámci sekce uspořádána prestižní konference Frontiers of Quantum and Mesoscopy Thermodynamics(FQMT). Konference je každoročně organizována členy Oddělení polovodičů a v minulosti ji navštívila řada nositelů Nobelovy ceny za fyziku. Kvůli koronavirové pandemii se konala v on-line formě a vystoupili na ni například nositel Nobelovy ceny za fyziku Gerard 't Hooft (Univerzita v Utrechtu) a Franco Nori (Riken, Japonsko).

Oddělení povrchů a molekulárních struktur

Oddělení povrchů a molekulárních struktur se specializuje na studium fyzikálních a chemických vlastností nízko-dimenzionálních molekulárních struktur. Vědecké skupiny oddělení se významným způsobem podílejí na rozvoji nových technik rastrovací mikroskopie a studiu perspektivních molekulárních systémů pro nanoelektroniku. Oddělení těží ze silné synergie experimentálních a teoretických aktivit.

Skupina skenovací luminiscenční mikroskopie věnovala své úsilí výzkumu elementárních fotofyzikálních procesů v organických barvivech v nanoskopickém měřítku. V této oblasti dosáhla významného pokroku, zejména nalezením mechanismu konverze exciton-trion ve ftalocyaninech vystavených vnějším elektrickým polím [1], obr. 2.3.1. Skupina také aktivně vyvíjela nové metodologie luminiscenční rastrovací mikroskopie, např. nanometrovou radiofrekvenční fázovou fluorometrii [1], elektrooptickou radiofrekvenční amplitudovou kalibraci [2] a teoretický mechanismus pro simulaci fotonových map s vysokým rozlišením na molekulách.

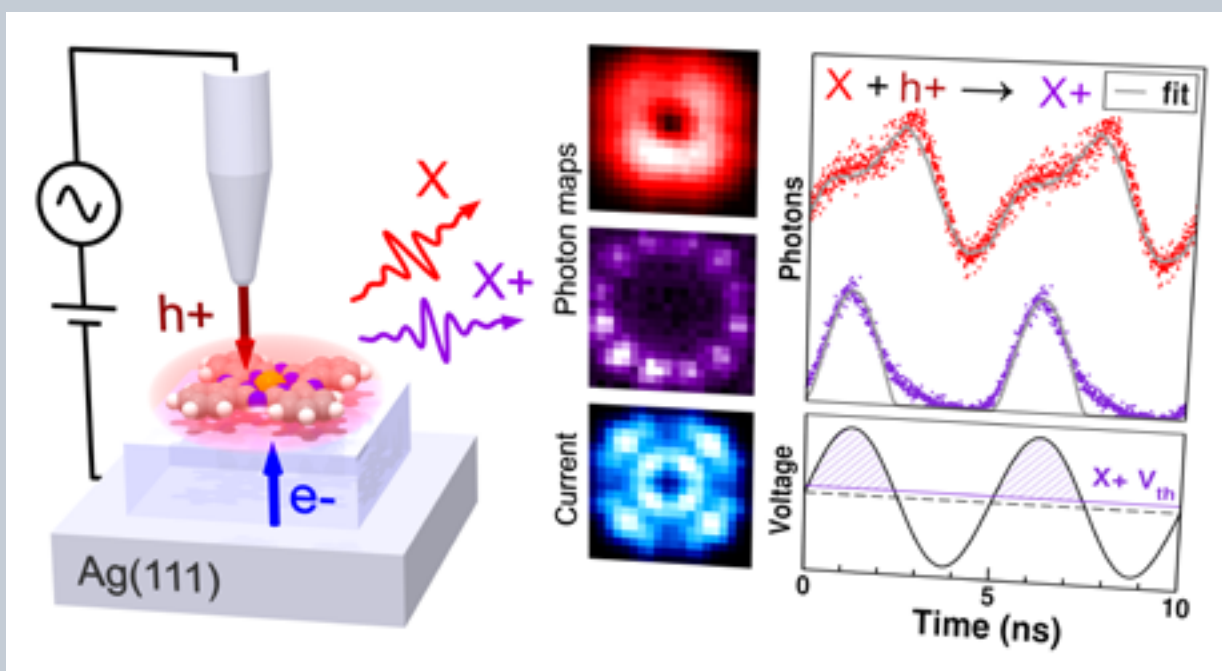
Skupina Molecular Transport pracovala na výpočtech elektronických a vodivostních vlastností molekul na površích a rozhraních pomocí teoretických metod prvního principu. Spolu s kolegy ze zahraničí byly studovány akceptor-donorové komplexy adsorbované na reaktivním kovovém substrátu [3], které mohou významným způsobem ovlivnit přenos náboje v molekulárním rozhraní. Výzkum prokázal, že akceptor-donorový charakter molekulárního komplexu byl částečně zachován i přes silnou interakci s kovovým substrátem. Tým navíc vyvinul novou metodiku výpočtu elektronové struktury rozhraní molekula-kov nad rámec zavedeného formalismu DFT [4].

Skupina Nanosurf se zabývala novými chemickými reakcemi na površích pevných látek umožňujících syntézu 1D konjugovaných polymerů. Pomocí rastrovací mikroskopie studovala topologické kvantové fázové přechody v těchto polymerech v závislosti na jejich délce. Popsali jsme mechanismus kvantového fázového přechodu (obr. 2.3.2), který je řízen vibronickými vazbami v polymeru [5].

Vypracovali jsme mikroskopickou teorii Kelvinovy silové rastrovací sondy, která nám umožnila najít optimální podmínky pro zobrazení nerovnoměrného rozložení náboje na jednotlivých atomech. Potenciál nové metody jsme experimentálně demonstrovali zobrazením tzv. s-díry na halogenovém atomu [6]. Tímto byla experimentálně potvrzena existence Σ -děr, které hrají významnou roli ve slabých halogenových vazbách.

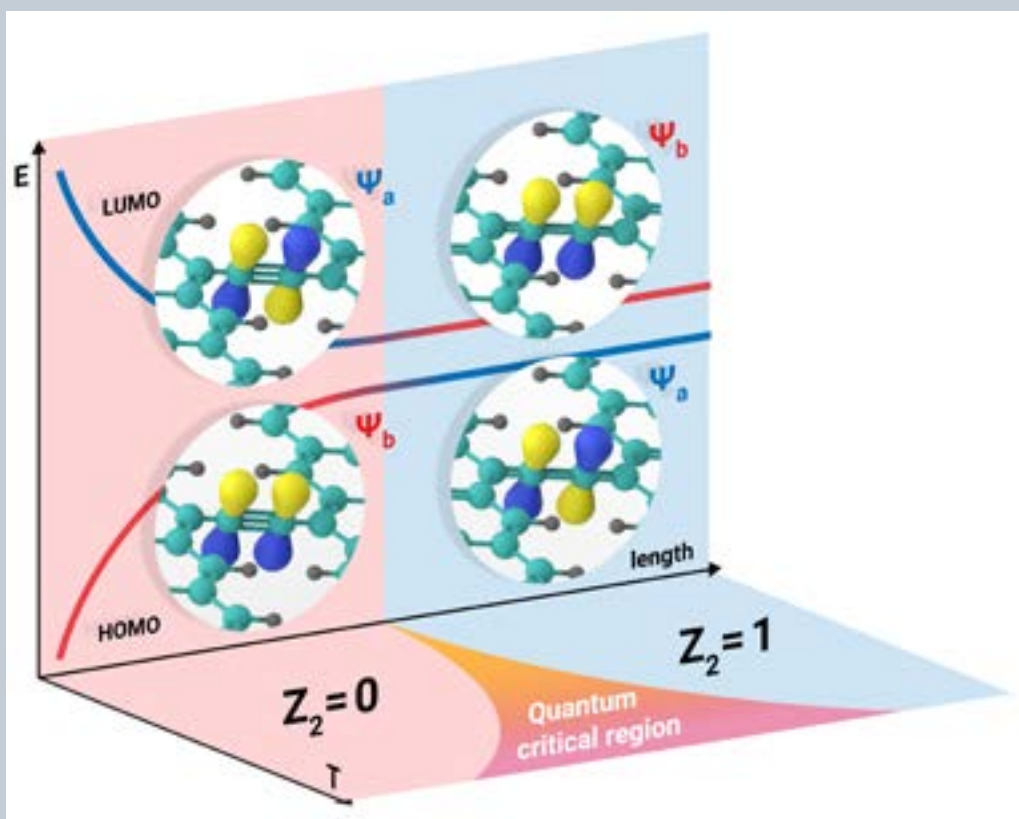
LITERATURA

- [1] J. Doležal, S. Canola, P. Merino and M. Švec, M. Exciton-Trion Conversion Dynamics in a Single Molecule, *ACS Nano* 15 (2021) 7694–7699.
[doi.org/doi:10.1021/acsnano.1c01318](https://doi.org/10.1021/acsnano.1c01318)
- [2] J. Doležal, P. Merino, M. Švec, Constant Amplitude Driving of a Radio Frequency Excited Plasmonic Tunnel Junction. *Appl. Phys. Lett.* 118 (2021) 193301.
doi.org/10.1063/5.0048476
- [3] R. Ebeling, N.P. Arasu, L. Bensch, B. Schulze Lammers, B. Mayer, T.J.J. Müller, H. Vázquez, S. Karthäuser, Preservation of the donor-acceptor character of a carbazol-phenalenone dyad upon adsorption on Pt (111), *Nanoscale Adv.* 3 (2021) 538.
pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/na/d0na00925c
- [4] E. Montes and H. Vázquez, Calculation of Energy Level Alignment and Interface Electronic Structure in Molecular Junctions beyond DFT, *J. Phys. Chem. C* 125 (2021) 25825.
pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jpcc.1c07407
- [5] H. González-Herrero, J. I. Mendieta-Moreno, Sh. Edalatmanesh, J. Santos, N. Martín, D. Écija, B. de la Torre, P. Jelinek, Atomic Scale Control and Visualization of Topological Quantum Phase Transition in π -Conjugated Polymers Driven by Their Length, *Adv. Mater.* 33 (2021) 2104495.
onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.202104495
- [6] B. Mallada, A. Gallardo, M. Lamanec, B. de la Torre, V. Špirko, P. Hobza, P. Jelinek, Real-space imaging of anisotropic charge of σ -hole by means of Kelvin probe force microscopy, *Science* 374 (2021) 863.
www.science.org/doi/10.1126/science.abk1479



Obr. 2.3.1: Princip radiofrekvenční elektroluminescenční spektroskopie molekuly ZnPc pomocí hrotové mikroskopie (vlevo) a prostorové mapy a časový průběh intenzity signálu odpovídající excitonu a trionu na téže molekule (vpravo)

67



Obr. 2.3.2.: Schematické znázornění změny topologické fáze v π -konjugovaných polymerech na základě jejich délky. Kvantový topologický přechod je zapříčiněn křížením hraničních molekulárních orbitalů díky elektro-fononové interakci. Kvantový fázový přechod je doprovázen změnou π -konjugované struktury polymeru.

Oddělení polovodičů a Oddělení diamantových a příbuzných materiálů

Oddělení polovodičů je centrem pro výzkum nitridových polovodičových heterostruktur. Zabývá se studiem bodových poruch v nitridových polovodičích a vývojem rychlých scintilátorů a tranzistorů typu HEMT. Oddělení diamantových a příbuzných materiálů se zabývá studiem přípravy a porozumění fyzikálně-chemických vlastností připravených materiálů na bázi uhlíku, dominantně diamantu, a jevů na jejich rozhraní. Obě oddělení disponují komplementárními diagnostickými metodami, a proto se počítá s jejich sloučením v příštím roce. Kombinace obou technologií přináší ucelený pohled na vlastnosti nitridových a diamantových materiálů a jejich heterostruktur. V této výroční zprávě jsou již vědecké výstupy obou oddělení prezentovány pod hlavičkou oddělení polovodičů, i když v roce 2021 ještě tyto týmy pracovaly odděleně.

Skupiny nitridových a sloučeninových polovodičů se v roce 2021 věnovaly následujícím tématům:

- Optimalizaci nitridových heterostruktur pro tranzistory typu HEMT
- Vývoji nitridových heterostruktur s InGaN kvantovými jamami pro rychlé scintilátorové aplikace
- Bodovým poruchám v nitridových vrstvách
- Měření transportních vlastností polovodičových materiálů
- Organizaci konference FQMT
- Obecné teorii elektrického transportu

U tranzistorových HEMT struktur jsme optimalizovali strukturu s AlGaIn spodní oddělovací bariérou, která je vhodná pro struktury s nízkým počtem dislokací a zaručuje průchod signálu pouze oblastí elektronového kanálu pod AlGaIn bariérou [1]. Tento výzkum probíhal v rámci projektu LTA IN 19163 ve spolupráci s indickým týmem z Technologického institutu v Méghálaje.

Výzkum nitridových polovodičů je světově unikátní v oblasti vývoje rychlých scintilátorových struktur s vysokým počtem kvantových jam. V roce 2021 pokračovala v rámci TAČR projektu FW 03010298 (BROMI) optimalizace těchto heterostruktur na strukturovaných podkladových vrstvách [2].

Vedle oblastí aplikačního výzkumu jsme realizovali také výzkum základní, který se věnuje bodovým poruchám nitridových epitaxních vrstev, jako je např. formace vakancí ve vrstvách nebo jejich nežádoucí kontaminace [3], a to především v závislosti na technologických podmínkách přípravy.

Odhalili jsme neočekávané vlastnosti vakancí např.: v N_2 atmosféře se vakance gallia (V_{Ga}) a dusíku (V_N) shlukují do velkých klastřů $3V_{Ga}-3V_N$. Překvapivé je zesilování excitonové luminiscence s rostoucí koncentrací V_{Ga} . Pro studium vakancí v nitridových vrstvách připravených metodou MOVPE jsme ve spolupráci s Matematicko-fyzikální fakultou Univerzity Karlovy a Instytutem Wysokich Ciśnień Polské akademie věd v roce 2021 získali GAČR LA projekt.

V rámci základního výzkumu jsme ve spolupráci s dalšími odděleními studovali transportní vlastnosti různých materiálů, mezi jinými také diamantových vrstev [4] a vrstev ZrN [5]. Z hlediska obecné teorie elektrického transportu jsme nově analyzovali role extracelulární tkáně (ECT) a jevu tzv. ephaptické vazby mezi sousedními neurony při přenosu a zpracování informace v biologických neuronových sítích [6].

Konference Frontiers of Quantum Mechanics and Thermodynamics, která je každoročně organizována členy oddělení a pravidelně se jí zúčastňují nositelé Nobelových cen za fyziku, musela být v roce 2021 z důvodu pandemické situace pořádána dominantně on-line formou.

Skupiny diamantových a příbuzných materiálů se v roce 2021 věnovaly:

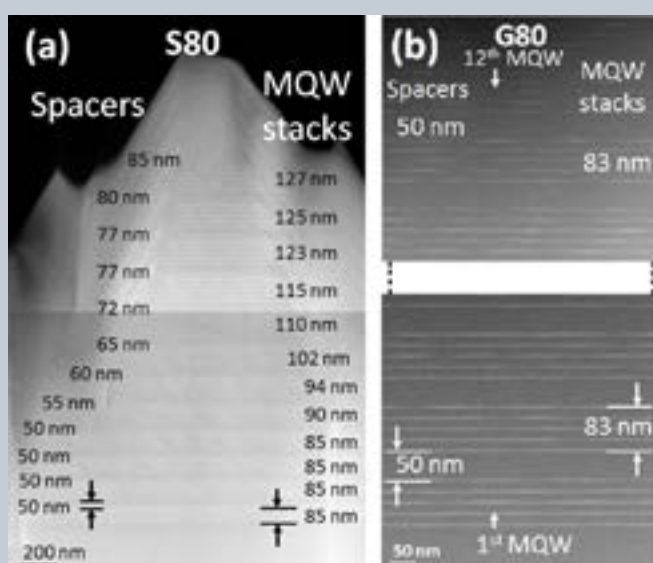
- technologii přípravy diamantových vrstev a heterostruktur a jevům na jejich rozhraních [7–8],
- studiu přípravy a modifikací a vlastnostem diamantových nanočástic [9–10],
- zkoumání fyzikálních efektů pramenících z plazmatických modifikací pevných látek [11] a
- dějům probíhajícím na rozhraní pevná látka a bioprostředí [12].

Uvedené odborné tematiky byly řešeny v úzké spolupráci s odděleními 26 a 27 a s externími pracovišti (Institute for Materials Research in MicroElectronics belgické Univerzity v Hasseltu, japonským Národním institutem pro pokročilou průmyslovou vědu a technologie (AIST), Fakultou elektrotechniky a informatiky Slovenské technické univerzity v Bratislavě, slovenským Centrem pro diagnostiku, Bratislava, Elektrotechnickým ústavem Slovenské akademie věd, brněnským Central European Institute of Technology (CEITEC), Vysokým učení technickým v Brně, Fakultou elektrotechnickou Českého vysokého učení technického v Praze (ČVUT), Fyziologickým ústavem a Ústavem anorganické chemie AV ČR a jiné.

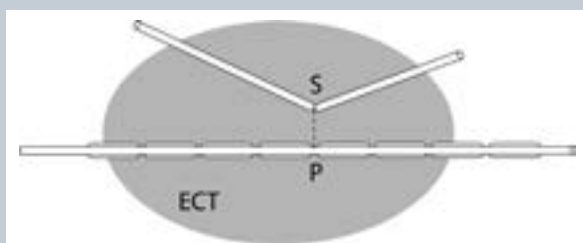
Výsledky získané v rámci řešení uvedených tematik byly publikovány ve 14 odborných publikacích, ze kterých vybíráme následující dvě.

V práci [9] jsme porovnali vlastnosti sub-5 nm nanodiamanty získané detonační a vysokotlakou-vysokoteplotní syntézou. Výzkum přispěl k lepšímu pochopení Ramanovských spekter nanodiamantů a jejich velikostní závislosti k 3 nm a otevřela nové možnosti ve stanovení jejich velikosti pomocí nízkofrekvenčních „breathing“ módů, které byly detekovány v nanodiamantech vůbec poprvé. Obr. 2.3.5. ilustruje komplementaritu použitých analytických technik (vlevo) a detekci nízkofrekvenčních „breathing“ módů, které lze použít ke stanovení velikosti nanodiamantů pomocí Ramanovské spektroskopie (vpravo), na které se podíleli kolegové Martin Ledinský a Aleš Vlk.

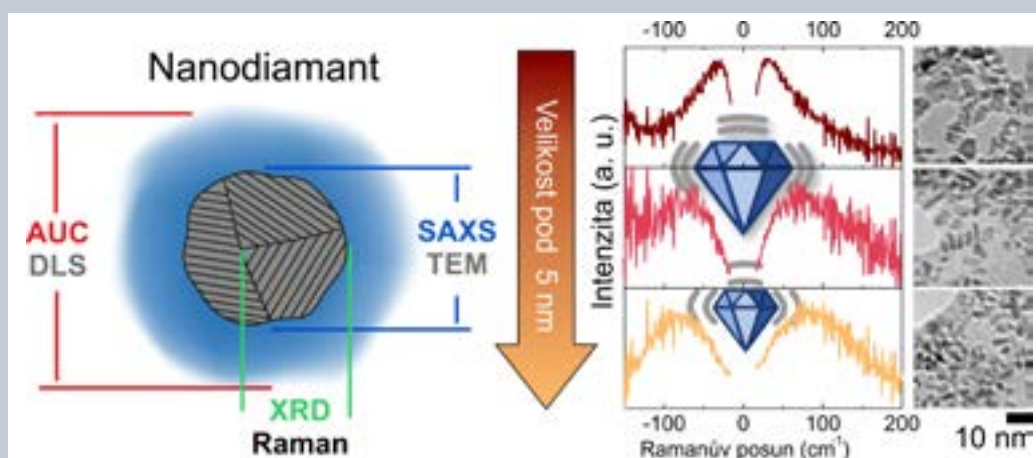
Ve studii [10] (obr. 2.3.6.) byla využita nová metoda deagregace detonačních a laserem syntetizovaných nanodiamantů v přesyceném roztoku hydrogenuhličitanu sodného. Výtěžek sub-10 nm převážně primárních



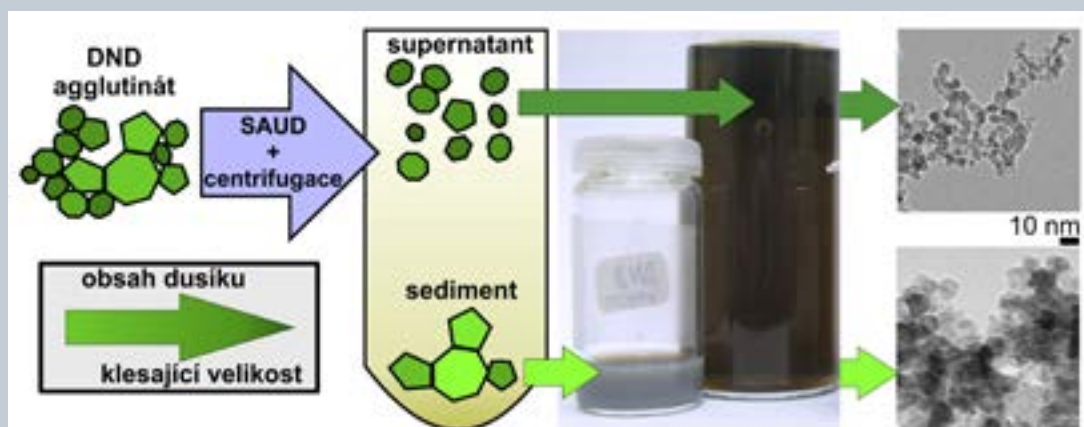
Obr. 2.3.3.: Morfologie kvantových jam připravených na (a) safírovém a (b) GaN substrátu [2]



Obr. 2.3.4.: Model pro výpočet ephaptické vazby mezi myelinizovaným nervovým vláknem (P) a vicinálním synaptickým spojem (S), zanořenými do extracelulární tkáně (ECT) [6]



Obr. 2.3.5.: Schematická vizualizace velikostní analýzy a detekce „breathing“ módů [9]



Obr. 2.3.6.: Schematické znázornění zpracování a analýzy detonačních nanodiamantů [10]

nanodiamantů byl cca 60 %, což činí tuto bezkontaminační metodu aplikačně využitelnou. Ve frakci supernatantu jsme zjistili menší primární částice, které měly vyšší obsah dusíku v primárních částicích než ve frakci sedimentu. To ukazuje na výrazné lokální nehomogenity během detonační syntézy.

LITERATURA

- [1] F. Hájek, A. Hospodková, P. Hubík, Z. Gedeonová, T. Hubáček, J. Pangrác, K. Kuldová, Transport properties of AlGa_N/Ga_N HEMT structures with back barrier: impact of dislocation density and improved design, 2021 *Semicond. Sci. Technol.* **36** (2021) 075016. doi.org/10.1088/1361-6641/abfe9b
- [2] T. Vaněk, F. Hájek, F. Domínek, T. Hubáček, K. Kuldová, J. Pangrác, T. Košutová, P. Kejzlar, P. Bábor, A. Lachowski, A. Hospodková, Luminescence redshift of thick InGa_N/Ga_N heterostructures induced by the migration of surface adsorbed atoms, *Journal of Crystal Growth* **565** (2021) 126151. doi.org/10.1016/j.jcrysgro.2021.126151
- [3] F. Hájek, A. Hospodková, T. Hubáček, J. Oswald, J. Pangrác, F. Domínek, R. Horešovský, K. Kuldová, Depth profile of acceptor concentration in InGa_N/Ga_N multiple quantum wells, *Journal of Luminescence* **236** (2021) 118127. doi.org/10.1016/j.jlumin.2021.118127
- [4] V. Mortet, A. Taylor, N. Lambert, Z. Gedeonová, L. Fekete, J. Lorinčík, L. Klimša, J. Kopeček, P. Hubík, Z. Šobáň, A. Laposa, M. Davydova, J. Voves, A. Pošta, V. Povolný, P. Hazdra, Properties of boron-doped (113) oriented homoepitaxial diamond layers, *Diamond & Related Materials* **111** (2021) 108223. doi.org/10.1016/j.diamond.2020.108223
- [5] J. Bulíř, J. More-Chevalier, S. Chertopalov, L. Fekete, L. Volfová, P. Hubík, M. Novotný, J. Lančok, Analysis of thickness-dependent electron transport in magnetron sputtered ZrN films by spectroscopic ellipsometry, *Thin Solid Films* **731** (2021) 138746. doi.org/10.1016/j.tsf.2021.138746
- [6] J. J. Mareš, V. Špička, P. Hubík: Possible role of extracellular tissue in biological neural networks. *Eur. Phys. J. Spec. Top.* **230** (2021) 1089–1098. doi.org/10.1140/epjs/s11734-021-00102-3
- [7] T. Izsák, G. Vanko, O. Babčenko, A. Vincze, M. Vojs, B. Zaťko, A. Kromka, Influence of SiON interlayer on the diamond/GaN heterostructures studied by Raman and SIMS measurements, *Mater. Sci. Eng. B.* **273** (2021) 115434. doi.org/10.1016/j.mseb.2021.115434
- [8] E. Ukraintsev, A. Kromka, W. Janssen, K. Haenen, D. Takeuchi, P. Bábor, B. Rezek, Electron emission from H-terminated diamond enhanced by polypyrrole grafting, *Carbon*. **176** (2021) 642–649. doi.org/10.1016/j.carbon.2020.12.043
- [9] S. Stehlik, M. Mermoux, B. Schummer, O. Vanek, K. Kolarova, P. Stenclova, A. Vlk, M. Ledinsky, R. Pfeifer, O. Romanyuk, I. Gordeev, F. Roussel-Dherbey, Z. Nemeckova, J. Henych, P. Bezdicka, A. Kromka, B. Rezek, Size Effects on Surface Chemistry and Raman Spectra of Sub-5 nm Oxidized High-Pressure High-Temperature and Detonation Nanodiamonds, *J. Phys. Chem. C*. **125** (2021) 5647–5669. doi.org/10.1021/acs.jpcc.0c09190
- [10] S. Stehlik, J. Henych, P. Stenclova, R. Kral, P. Zemenova, J. Pangrac, O. Vanek, A. Kromka, B. Rezek, Size and nitrogen inhomogeneity in detonation and laser synthesized primary nanodiamond particles revealed via salt-assisted deaggregation, *Carbon*. **171** (2021) 230–239. doi.org/10.1016/j.carbon.2020.09.026
- [11] Z. Remes, A. Artemenko, E. Ukraintsev, D.K. Sharma, M. Buryi, A. Kromka, S. Potocky, O. Szabo, J. Kulicek, B. Rezek, A. Poruba, J. Micova, H. Shu Hsu, Changes of Morphological, Optical, and Electrical Properties Induced by Hydrogen Plasma on (0001) ZnO Surface, *Phys. Status Solidi A*. (2021) 2100427. doi.org/10.1002/pssa.202100427
- [12] M. Krátká, J. Čermák, J. Vachelová, M. Davidková, N. Romanyuk, A. Kromka, B. Rezek, Gamma radiation effects on diamond field-effect biosensors with fibroblasts and extracellular matrix, *Colloids Surf. B Biointerfaces*. **204** (2021) 111689. doi.org/10.1016/j.colsurfb.2021.111689

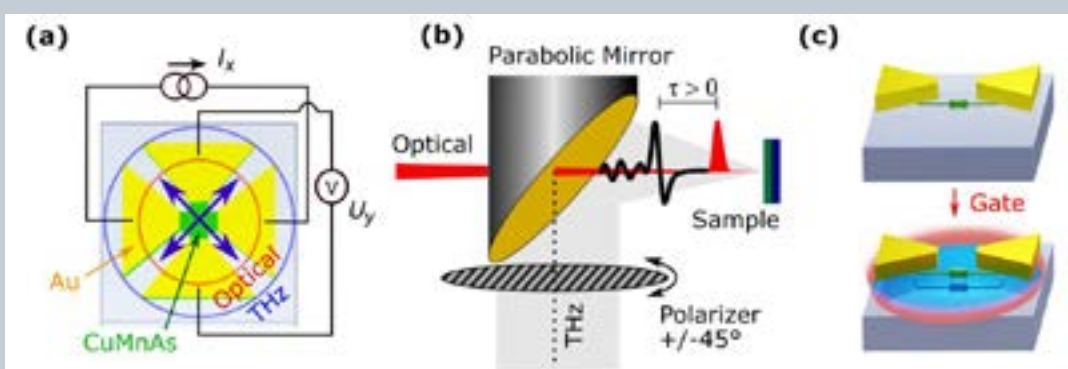
Oddělení spintroniky a nanoelektroniky

Oddělení spintroniky a nanoelektroniky je světově uznávané ve výzkumu feromagnetických polovodičů, relativistických jevů transportu včetně anomálních a spinových Hallových jevů, lineární a nelineární magnetorezistence a elektrického a ultra rychlého optického přepínání feromagnetů, antiferomagnetů a altermagnetů. Problematiku pokrývá od formulace teoretických základů přes materiálový výzkum až po konstrukci konkrétních spintronických součástek,

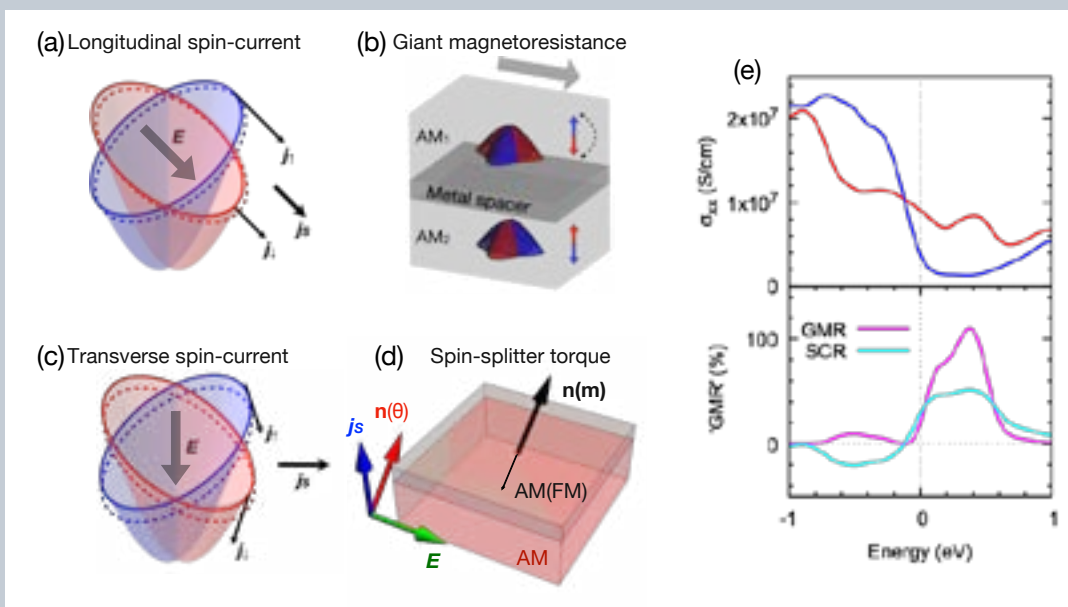
přičemž takto uzavřený cyklus v rámci kompaktní výzkumné skupiny je ojedinělý i ve světovém měřítku.

Z řady výsledků dosažených v roce 2021 si přiblížíme práci o ultra rychlé optické kontrole přepínání antiferomagnetického stavu v tenké vrstvě CuMnAs pomocí terahertzových pulzů [1] (obr. 2.3.7.). Dále představíme objev třetí základní magnetické fáze, tzv. altermagnetů, a předpověď nových spintronických jevů, které tato fáze nabízí, na příkladu altermagnetu RuO₂ [2, 3] (obr. 2.3.8.).

V práci z roku 2018 jsme ukázali přepínání v antiferomagnetu CuMnAs mezi stavy s nízkým a vysokým elektrickým odporem pomocí pikosekundových pulzů



Obr. 2.3.7.: (a) Vzorek ve tvaru kříže z tenké vrstvy antiferomagnetu CuMnAs (zelený kříž) přepínaný terahertzovými pulzy (modrý kruh) s jednou ze dvou kolmých lineárních polarizací (modré šipky). Účinnost přepínání je kontrolována dodatečným optickým pulzem z femtosekundového laseru pulse (červený kruh), který excituje nosiče v substrátu. Elektrický čtecí signál se měří pomocí zlatých kontaktů (žlutý kříž). (b) Schematický obrázek fokusace terahertzových a optických pulzů na povrch vzorku. (c) Princip kontroly účinnosti terahertzového přepínání pomocí modulační vodivosti substrátu optickou excitací.



Obr. 2.3.8.: (a) Schéma anizotropních Fermiho ploch v altermagnetu a spinově polarizovaného proudu generovaného podél přiloženého elektrického napětí. (b) Schéma struktury pro měření gigantické magnetorezistence v altermagnetech. (c) Schéma spinového proudu generovaného napříč přiloženému elektrickému napětí. (d) Schéma přepínání magnetické paměti pomocí spinového proudu generovaného elektricky v altermagnetu. (e) Grafy závislosti podélné rezistence ρ_{xx} a GMR (%) na energii pro GMR a SCR.

terahertzového záření. V roce 2021 jsme dále rozšířili funkcionalitu této antiiferomagnetické paměťové součástky o možnost kontroly účinnosti terahertzového přepínání pomocí ultrakrátkých optických pulzů generovaných femtosekundovým laserem [1] (obr. 2.3.7.). Tato dodatečná funkcionalita je dosažena tím, že se opticky generuje transienční vodivostní kanál v polovodičovém substrátu, díky kterému je snížena účinnost terahertzového přepínání v antiiferomagnetické vrstvě. Plocha vrstvy s takto sníženou účinností přepínání je daná velikostí optického laserového svazku a lze ji tak škálovat pod hranici 100 nm.

V roce 2021 jsme dále rozšířili výzkum spintroniky díky našemu objevu třetí základní magnetické fáze, která kombinuje nulovou celkovou magnetizaci typickou pro antiiferomagnety se spinově rozštěpenou elektronovou pásovou strukturou s narušenou symetrií časové inverze, což jsou typické charakteristiky feromagnetů. Tato fáze, kterou nazýváme altermagnety, umožňuje kombinovat výhodné vlastnosti feromagnetů a antiiferomagnetů pro spintroniku, o kterých se dříve předpokládalo, že jsou fyzikálně neslučitelné. Navíc altermagnety umožňují nové jevy a funkcionalitu, které ve feromagnetech nebo antiiferomagnetech nelze realizovat.

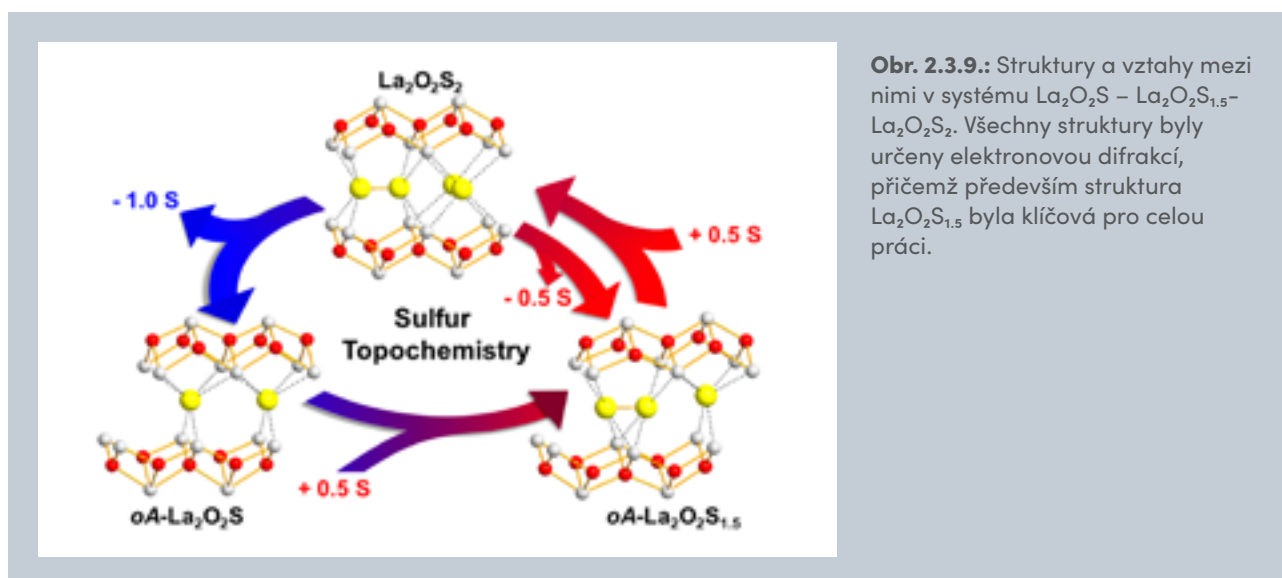
Jednou z vlastností altermagnetické pásové struktury jsou anizotropní spinově závislé Fermiho plochy. Přiložené elektrické napětí podél anizotropní osy Fermiho plochy generuje v altermagnetech spinově polarizovaný elektrický proud [2, 3] (obr. 2.3.8.), přestože v rovnováze má altermagnet nulovou celkovou magnetizaci. Přítomnost spinově polarizovaných proudů pak umožňuje realizaci gigantických magnetorezistenčních jevů, které ve feromagnetech jsou základem fungování komerčních spintronických součástek. Realizace těchto jevů v altermagnetech odstraňuje omezení daná nenulovou magnetizací ve feromagnetech, která limitují prostorovou a časovou škálovatelnost součástek. V naší teoretické práci jsme ukázali přítomnost gi-

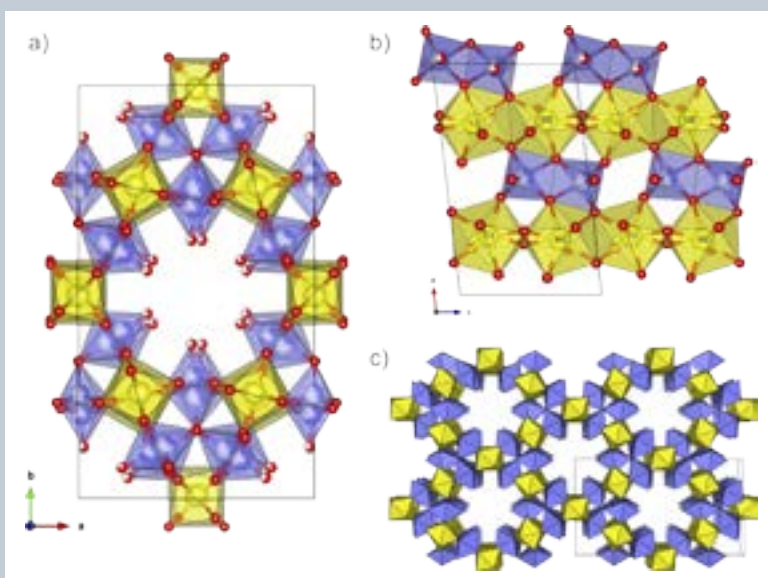
gantické magnetorezistence na příkladu altermagnetu RuO_2 [3].

Kromě gigantických magnetorezistenčních jevů umožňují anizotropní spinově závislé Fermiho plochy v altermagnetech také generaci spinových proudů ve směru kolmém na přiložené elektrické napětí, což je efekt, který nemá obdoby v konvenčních feromagnetech nebo antiiferomagnetech. Předpověděli jsme, že tyto spinové proudy mohou sloužit jako velmi účinný způsob přepínání, a tedy zápisu informace v magnetické paměti [2]. Tato naše předpověď byla ještě během roku 2021 experimentálně potvrzena v předních laboratořích na vývoj spintronických součástek ve Spojených státech a v Japonsku.

LITERATURA

- [1] J. J. F. Heitz, L. Nádvorník, V. Balos, Y. Behovits, A. L. Chekhov, T. S. Seifert, K. Olejník, Z. Kašpar, K. Geishendorf, V. Novák, R. P. Campion, M. Wolf, T. Jungwirth and T. Kampfrath, Optically gated terahertz-field-driven switching of antiiferromagnetic CuMnAs , *Phys. Rev. Appl.* 16 (2021) 064047(1) – 064047(13).
doi.org/10.1103/PhysRevApplied.16.064047
- [2] R. González-Hernández, L. Šmejkal, K. Výborný, Y. Yahagi, J. Sinova, T. Jungwirth, J. Železný, Efficient Electrical Spin-Splitter Based on Non-Relativistic Collinear Antiiferromagnetism, *Phys. Rev. Lett.* 126 (2021) 127701(1) – 127701(6).
doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.127701
- [3] L. Šmejkal, A. Birk Hellenes, R. González-Hernández, J. Sinova, T. Jungwirth, Giant and Tunneling Magnetoresistance in Unconventional Collinear Antiiferromagnets with Nonrelativistic Spin-Momentum Coupling, *Phys. Rev. X* 12 (2022) 011028(1) – 011028(11).
doi.org/10.1103/PhysRevX.12.011028





Obr. 2.3.10.: (a) Struktura minerálu sedovitu v pohledu podle osy c ; (b) topologie základních stavebních bloků; (c) ukázka kanálů probíhajících strukturou sedovitu

Oddělení strukturní analýzy

Oddělení strukturní analýzy se zaměřuje na vývoj a aplikaci moderních výpočetních a experimentálních metod pro analýzu krystalových struktur z rentgenových, neutronových a elektronových difrakčních dat. Je světově uznávané v oboru výpočtů modulovaných struktur a v oboru vývoje metod analýzy nanokrystalů pomocí elektronové difrakce.

Práce ve **Skupině elektronové difrakce** v roce 2021 probíhala ve znamení začátku čtyř významných projektů:

- mezinárodní projekt ITN H2020 „Nanocrystal electron diffraction“ (NanED) mířící na obecný rozvoj metod elektronové difrakce a výchovu nové generace elektronových krystalografů,
- bilaterální projekt GAČR LEAD ve spolupráci s Varšavskou univerzitou s cílem zkoumat možnosti analýzy nábojových hustot pomocí elektronové difrakce,
- bilaterální projekt GAČR LEAD ve spolupráci s Institutem Jožefa Stefana v Lublani, jehož cílem je vyřešit struktury některých významných sloučenin vzácných plynů,
- projekt GAČR Expro „Krystalografie molekulárních krystalů“ s cílem dále rozvíjet metody elektronové krystalografie, především dynamické upřesňování, pro analýzu molekulárních krystalů, především farmaceutických.

Z výsledků, které byly publikovány v roce 2021, stojí za zmínku např. práce Sasakiho et al. publikovaná v Nature Communications [1], v rámci které naše skupina vyřešila tři struktury ze zcela nové třídy materiálů – topochemicky interkalovaného a deinterkalovaného oxsulfidu.

Mineralogická krystalografie zaznamenala v uplynulém roce několik podstatných výsledků, dosažených pomocí elektronové difrakce. Mezi nimi je nutno

zmínit vyřešení krystalové struktury mikroporézního nanokrystalického hydratovaného minerálu sedovitu, o idealizovaném složení $U(MoO_4)_2 \cdot nH_2O$ (kde $0 < n \leq 1$). Komplexní studie, zahrnující také DFT optimalizaci struktury, publikoval časopis Inorganic Chemistry [2], který přitom zřídka akceptuje mineralogicky laděné články. Tento minerál a jemu typově blízké struktury obsahující čtyřmocný aktinoid (např. Pu) však mohou být důležitým článkem procesů dlouhodobého zvětvávání použitého jaderného paliva uskladněného v ocelových kontejnerech.

Během roku 2021 jsme dále rozvíjeli program JANA2020 (<http://jana.fzu.cz>) uvedený v první verzi předchozí rok. Tento krystalografický systém obsahuje řadu možností, jak efektivně provádět pokročilou strukturní analýzu, a tyto možnosti postupně implementujeme do programu.

JANA2020 má momentálně 1800 aktivních uživatelů, publikaci o programu připravujeme. Práci s novým programem jsme prezentovali na třech domácích on-line workshopech navštěvených více než 150 účastníky a na řadě mezinárodních workshopů.

V oblasti matematické krystalografie jsme pokračovali ve výzkumu univerzálních metod, jak popsat komplexitu krystalové struktury a jak odhalit skryté souvislosti mezi strukturami. V oblasti chemické krystalografie bylo změřeno více než 100 látek a připravováno kolem 30 publikací. Zajímavých výsledků jsme dosáhli například při teplotním studiu iontových sloučenin metodou práškové difrakce [3]. V oblasti magnetických struktur jsme úspěšně spočítali magnetickou strukturu látky $SmCrO_3$ [4].

LITERATURA

- [1] Sasaki, S., Caldes, M. T., Guillot-Deudon, C. et al., Design of metastable oxychalcogenide phases by topochemical (de)intercalation of

- sulfur in $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}_2$, *Nat Commun* 12, 3605 (2021). doi.org/10.1038/s41467-021-23677-w
- [2] Steciuk, G., Kiefer, B., Hornfeck, W., Kasatkin, A. V., Plášil, J. (2021) Molybdenum Disorder in Hydrated Sedovite, Ideally $\text{U}(\text{MoO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, a Microporous Nanocrystalline Mineral Characterized by Three-Dimensional Electron Diffraction, Density Functional Theory Computations, and Complexity Analysis. *Inorganic Chemistry*, 60, 15169–15179. doi.org/10.1021/acs.inorgchem.1c01506
- [3] Kocian, S., Stejfa, V., Rohlíček, J., Cervinka, C., 2021. Phase Behavior and Heat Capacities of Biocompatible Ionic Liquids and Low-Temperature Molten Salts. *CRYSTAL GROWTH & DESIGN* 21, 6810–6823. doi.org/10.1021/acs.cgd.1c00760
- [4] T. Sau, P. Yadav, S. Sharma, R. Raghunathan, P. Manuel, V. Petříček, U.P. Deshpande and N.P. Lalla, High-resolution time of flight neutron diffraction and magnetization studies of spin reorientation and polar transitions in SmCrO_3 , *Phys. Rev. B* 103 (2021) 144418(1) – 144418(12). doi.org/10.1103/PhysRevB.103.144418

Oddělení magnetik a supravodičů

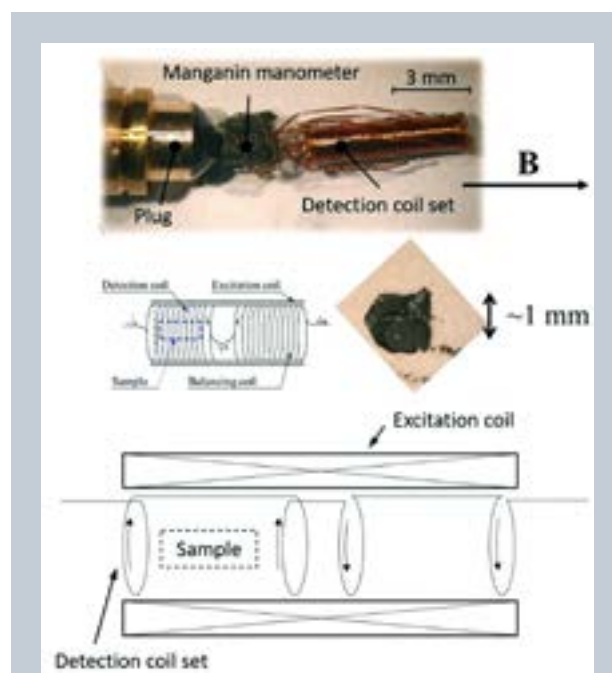
Oddělení magnetik a supravodičů cílí na experimentální a teoretické studium souvislostí mezi mikroskopickou podstatou magnetismu a jinými fyzikálními, zejména tepelnými vlastnostmi materiálů ve vztahu k extrémním vnějším fyzikálním stimulům. Mezinárodně uznávaný je základní výzkum magnetických a magnetokalorických, tepelných a termoelektrických, elektrických a supravodivých vlastností oxidových a chalcogenidových materiálů ve formě nanočástic, monokrystalů a keramik.

Ve spolupráci s francouzským Institutem Jean Lamour Univerzity v Lorraine jsme provedli komplexní elektricko-tepelně-magnetickou charakterizaci monokrystalu nízkogapového polovodiče InTe, který je zaměřen na termoelektrické aplikace [1]. Následná studie na polykrystalech InTe ukázala, že při vhodném dopování Pb, které působí jako donor, lze zvýšit termoelektrický faktor ZT nad hodnotu 1.

V laboratoři infračervené laserové spektroskopie, kde se dlouhodobě zabýváme efektivní hmotou kvantovaných vřtů ve vysokoteplotních supravodivých vrstvách, se nám experimentálně podařilo upřesnit pro supravodič $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ při 45 K paralelní složku hmoty vřtu ($2,2 \times 10^8 \times$ hmota elektronu (m_e)) na centimetr délky vřtu) a kolmou složku ($4,9 \times 10^8 m_e$) [2]. Tohoto výsledku se podařilo dosáhnout díky unikátní konstrukci kruhového polarizátoru terahertzového záření a následné analýze podílu propustnosti terahertzového svazku pro levo- a pravotočivou kruhovou polarizaci.

V rámci studia dvoudimenzionálních systémů (2D), ve kterých jsou atomy vázány díky van der Waalsovým interakcím, jsme podrobně charakterizovali vrstevnatý materiál VI_3 , který se do pozornosti dostal teprve nedávno. Díky jedinečné experimentální aparatuře (obr. 2.3.11.) jsme studovali působení extrémních podmínek na magnetické vlastnosti do tlaku přes 7 GPa včetně magnetické anisotropie [3].

Při zkoumání příčných termoelektrických jevů jsme se zaměřili na anomální Nernstův jev (ANE) ve ferimagnetických spinelech CuCr_2X_4 ($X = \text{S}, \text{Se}, \text{Te}$) s Curriovou teplotou přesahující pokojovou teplotu, při které je ANE negativní s hodnotou $1,5 \mu\text{V/K}$ pro $X = \text{Te}$ a Se. Trend ANE je reprodukován pomocí výpočtů Berryho fáze, ale pouze za předpokladu, že zohledníme renormalizaci pásové struktury v důsledku silných korelačních efektů [4]. Pomocí výpočtů elektronových struktur metodou LDA+U jsme kriticky analyzovali



Obr. 2.3.11.: Tlaková komora a uspořádání experimentu umožňující vysokotlaká měření magnetické střídavé susceptibility

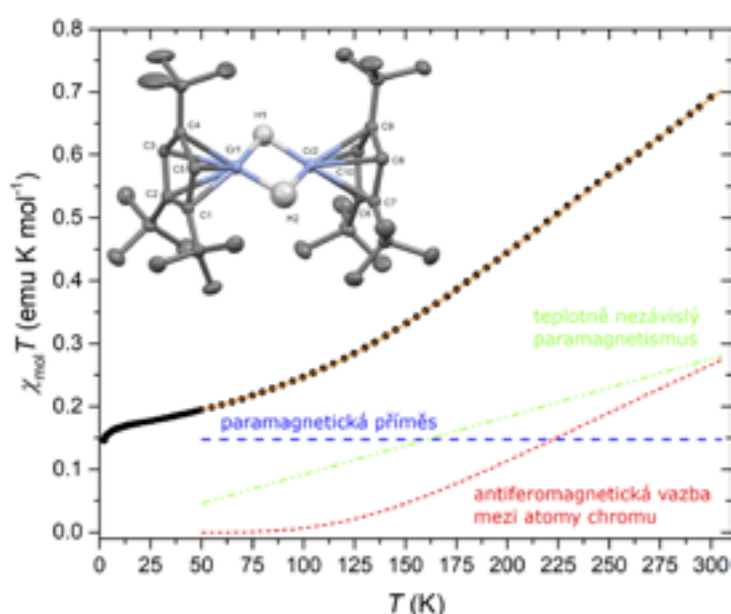


magnetické uspořádání v orthorombickém perovskitu SrRuO_3 , kde kombinace spin-orbitální vazby a náklonu oktaedrů RuO_6 vede ke vzniku nekolineární magnetické konfigurace. Tu lze popsat jako superpozici feromagnetické složky podél osy a s antiferomagnetickými složkami podél osy b a c . Magnonová spektra, získaná na základě námi vypočtených parametrů, souhlasí s experimentem, za zdůraznění stojí zejména správně teoreticky zreprodukováná energetická mezera 2 meV v bodě G, za kterou je zodpovědný anizotropní člen [5].

V těsné korelaci se zdokonalováním pokročilých lékařských vyšetřovacích metod jsme se zabývali využitím nanočástic v diagnostických metodách typu MRI a MPI (zobrazování magnetických částic). Soustředili jsme se na vývoj komplexních teranostických nanočástic (kombinujících terapii a diagnostiku), kde jsme ve spolupráci s Ústavem makromolekulární chemie AV ČR například studovali fluorescentně značené nanočástice GdF_3 vhodné pro MRI a fluorescenční zobrazování [6]. Nově rozvíjeným směrem našeho výzkumu se stalo studium magnetického chování molekulárních systémů, zejména exotických koordinačních a organometalických sloučenin (obr. 2.3.12.) [7].

LITERATURA

- [1] S. Misra, P. Levinský, A. Dauscher, G. Medjahdi, J. Hejtmánek, B. Malaman, G. J. Snyder, B. Lenoir, and C. Candolfi, Synthesis and physical properties of single-crystalline InTe : towards high thermoelectric performance, *J. Mater. Chem. C* 9 (2021) 5250. doi.org/10.1039/D1TC00876E.
- [2] R. Tesař, M. Šindler, C. Kadlec, P. Lipavský, L. Skrbek, J. Koláček, Mass of Abrikosov vortex in high-temperature superconductor $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$, *Scientific Reports* 11 (2021) 21708(1)-21708(7). doi.org/10.1038/s41598-021-00846-x
- [3] J. Valenta, M. Kratochvílová, M. Míšek, K. Carva, J. Kaštil, P. Doležal, P. Opletal, P. Čermák, P. Proschek, K. Uhlířová, J. Prchal, M. J. Coak, S. Son, J. G. Park, V. Sechovský, Pressure-induced large increase of Curie temperature of the van der Waals ferromagnet VI_3 , *PRB* 103 (2021), Issue 5, 054424. doi.org/10.1103/PhysRevB.103.054424.
- [4] K.-H. Ahn, M. Soroka, P. Levinský, V. Kucek, J. Navrátil, K. Knížek, J. Hejtmánek, Thermal transport in CuCr_2X_4 ($\text{X}=\text{S}, \text{Se}, \text{Te}$), experiment and ab-initio calculation, *Phys. Rev. B* 104 (2021) 085146. doi.org/10.1103/PhysRevB.104.085146
- [5] K.-H. Ahn, A. Marmodoro, J. Hejtmánek, Z. Jiráček, K. Knížek, Role of spin-orbit coupling in canted ferromagnetism and spin-wave dynamics of SrRuO_3 , *Phys. Rev. B*, submitted
- [6] O. Shapoval, V. Sulimenko, A. Klebanovych, M. Rabyk, P. Shapoval, O. Kaman, E. Rydvalova, M. Filipova, E. Draberova, P. Draber, and P. D. Horák Multimodal fluorescently labeled polymer-coated GdF_3 nanoparticles inhibit degranulation in mast cells. *Nanoscale* 13(2021) 19023. doi.org/10.1039/d1nr06127e
- [7] I. Smytschkow, W. Gidt, Y. Sun, J. Langer, T. Böttcher, L. Kubíčková, O. Kaman, and H. Sitzmann, Chromium(II) Alkylcyclopentadienyl Complexes with Carbon or Hydride Donor Ligands. *Organometallics* 40 (2021) 2951. doi.org/10.1021/acs.organomet.1c00159



Obr. 2.3.12.: Magnetická susceptibilita dinukleárního komplexu CrII s můstkovými hydridovými ionty a substituovanými cyklopentadienylovými ligandy, který byl připraven v laboratoři prof. H. Sitzmanna v Kaiserslauternu a studován na našem pracovišti

Oddělení tenkých vrstev a nanostruktur

Oddělení tenkých vrstev a nanostruktur zkoumá křemíkové nanočástice, křemíkové nanodráty, vrstvy amorfního či nanokrystalického křemíku nebo diamantu, případně 2D struktury odvozené od grafenu. Výzkum má přesah k praktickým aplikacím, především ve fotovoltaice a fotonice, ale i v ukládání energie.

Ve **Skupině tenkých vrstev** se zaměřujeme na aktuální témata související s fotovoltaickou přeměnou, především na vrstvy hybridních halidových perovskitů a na selektivní pasivační kontakty pro křemíkové deskové sluneční články. Vzhledem ke své důležitosti se tyto struktury intenzivně vyvíjejí ve velkých světových týmech, a tak skupina využívá především své zkušenosti s unikátními metodami charakterizace. Již dříve vyvinutá metoda optické profilometrie pro pasivační kontakty na křemíkových heterostrukturách získala čerstvě i patentovou ochranu [1] a je základem spolupráce s evropskými partnery v dalším vývoji vysoce účinných článků pro výrobu v EU.

Jiným ilustrativním příkladem výsledků specializovaných charakterizačních metod je vizualizace transportních mechanismů v selektivních pasivačních kontaktech fotovoltaických článků s vrstvou karbidu křemíku dopovanou bórem pro selektivní sběr děr. Zde jsme využili diamantový hrot mikroskopu atomárních sil jak k měření lokální vodivosti, tak i jako skalpel k postupnému odstraňování vrstvy, které ve výsledku dává tomografický obraz transportních kanálů (obr. 2.3.13.) [2].

Skupina materiálů a systémů v nanoměřítku v oblasti výzkumu třídimenzionálních struktur z grafenu vyvinula nové pružné a pevné grafenové aerogely, které vykazují velmi slibné vlastnosti pro elektromechanické senzory tlaku, výchylky a deformace [3]. Hlavní výhodou těchto dotykových senzorů je jejich jednoduchá konstrukce a to, že mohou být použity ve velkém rozsahu napětí v tlaku i tahu. Senzory vykazují citlivost od 0,3 mN do 4 GPa v tlaku a do 0,6 MPa v tahu. Odezvu senzorů jsme otestovali i v reálných aplikacích

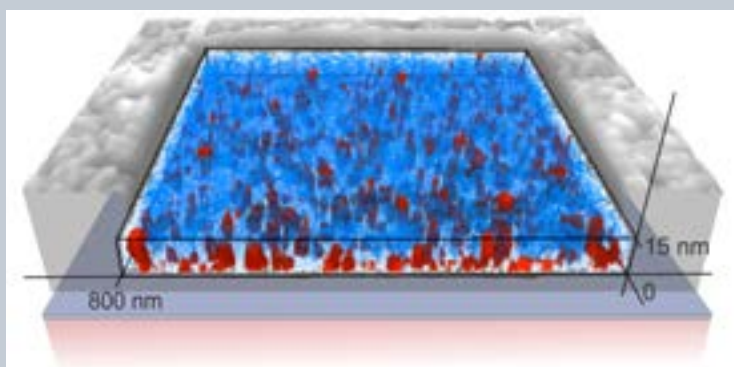
(obr. 2.3.14.), např. pro měření srdečního pulzu z deformace kůže na vnitřní straně zápěstí, měření ohybu prstu a pro určování váhy objektů při uchycení rukou.

V oblasti vývoje baterií jsme vytvořili nový typ experimentální nabíjecí baterie, která využívá vodné elektrolyty [4]. Baterie je složena ze slané vody, zinku a grafitu (obr. 2.3.14., 2.3.15.). Experimentální vodná baterie dosahuje kapacity 45 mAh/g a výstupní napětí 2 V. Baterie vydrží 500 cyklů vybití a opětovného nabíjení, aniž by došlo k citelnému poklesu její kapacity. Její kapacita je srovnatelná s komerčními nikl-metal hydridovými bateriemi. Přitom je vyrobena z extrémně levných materiálů. Díky vodnému elektrolytu je nová baterie bezpečná a nemůže vzplanout ani explodovat. Inovativní řešení této baterie bylo v roce 2021 patentováno v rámci lucemburského patentu [5] a podali jsme žádost o evropský patent.

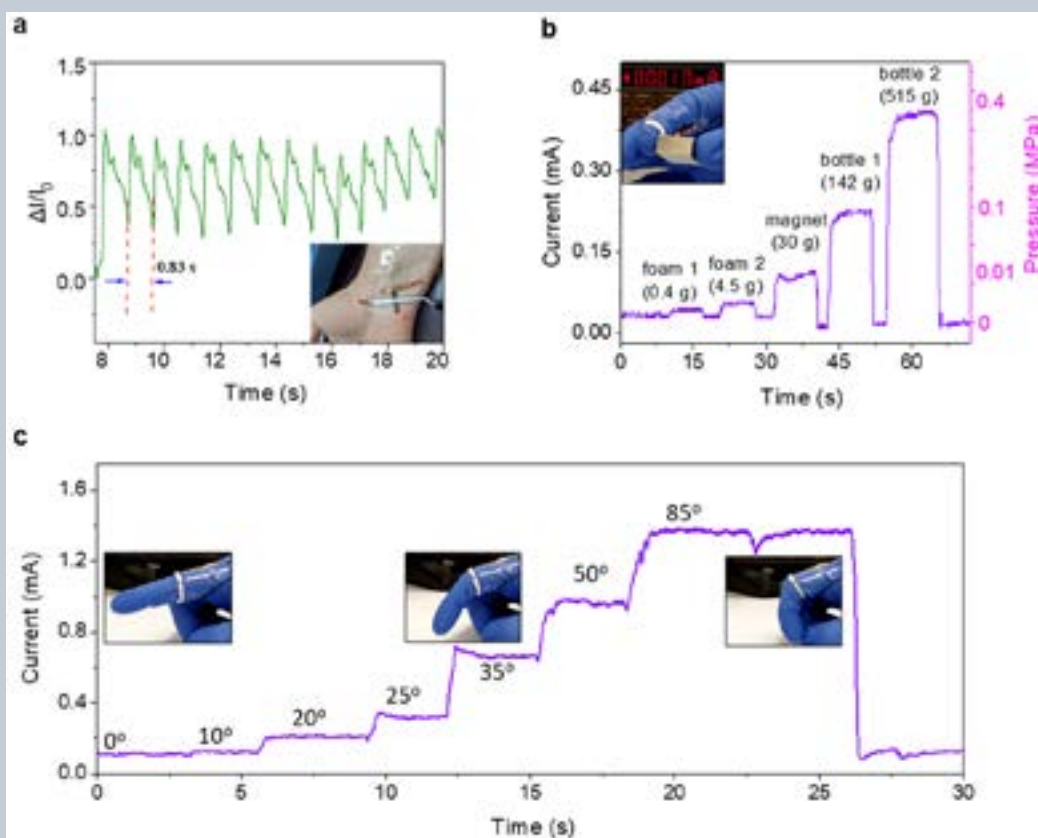
Ve **Skupině laserové spektroskopie nanomateriálů na bázi křemíku** jsme popsali novou metodu povrchové modifikace polovodičových nanočástic založenou na aplikaci netermálního plazmatu na vodnou disperzi těchto nanočástic [6]. Aplikace této metody je unikátně jednoduchá a levná – umožňuje chemickou změnu povrchu nanočástic s využitím pouze vody a vzduchu jakožto zdroje povrchových chemických skupin. Pokud je tato metoda aplikována na křemíkové nanočástice, vedou indukované změny povrchové pasivace k několikanásobnému zvýšení kvantového výtěžku luminescence a značnému zlepšení disperzibility těchto nanočástic ve vodném prostředí, což je důležité zvláště pro biologické aplikace.

Dále jsme ve spolupráci s Boloňskou univerzitou ukázali, že navázání absorbujících molekul difenylantracenu, fungujících jako světelná anténa, na povrch křemíkových nanočástic vede ke změně charakteru jejich luminiscenční dynamiky, která je spojená s pastovými stavy [7].

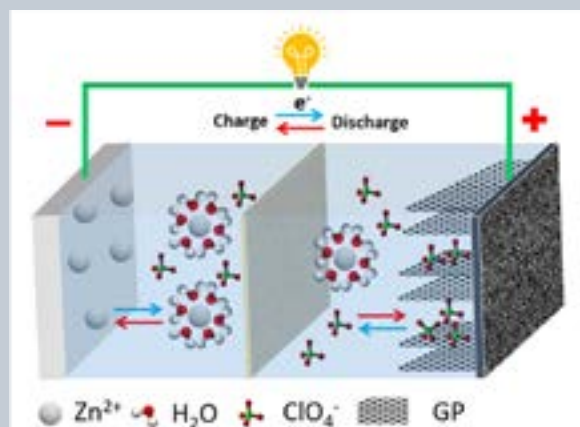
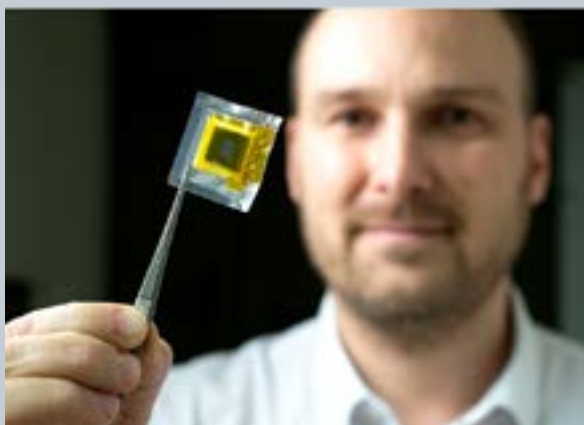
Našli jsme také novou metodu syntézy SiC nanočástic v netermálním plazmatu, která využívá křemíkové nanočástice jako zárodky pro růst vysoce sférických SiC nanokrystalů o velikosti okolo 100 nm [8]. Tato metoda umožňuje značné snížení teploty nutné pro



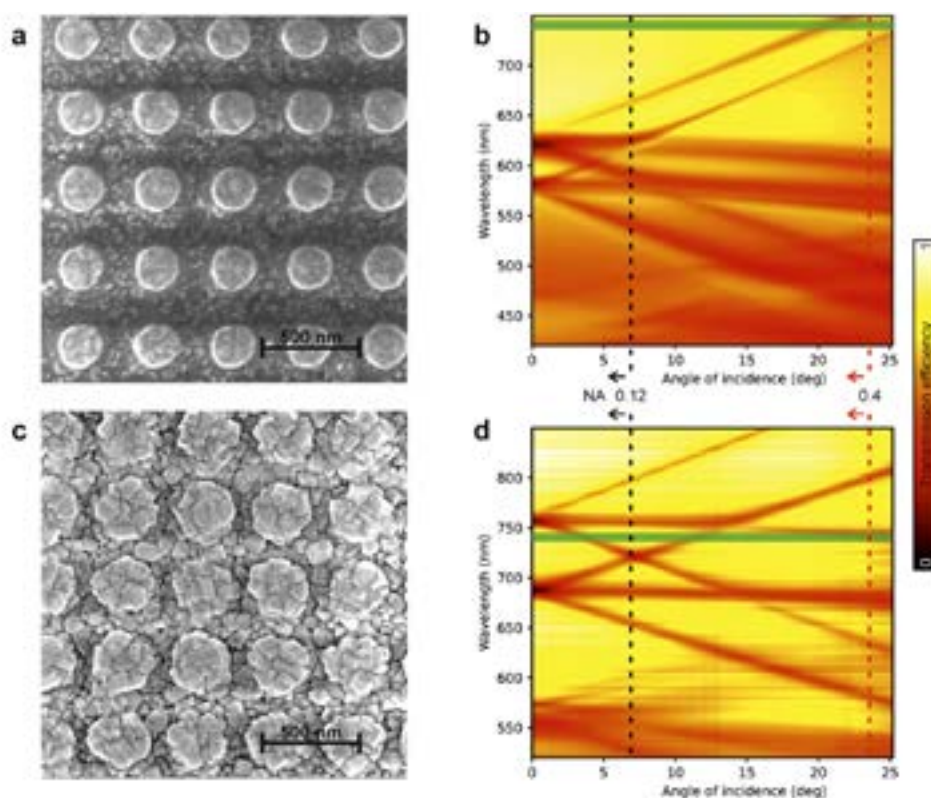
Obr. 2.3.13.: Vizualizace kanálů elektronického transportu (červeně) ve vrstvě izolujícího amorfního karbidu křemíku SiCx (a) a schematický model transportních kanálů kontaktovaných hrotem mikroskopu atomárních sil (b)



Obr. 2.3.14.: Dotykový senzor z grafenového aerogelu umožňuje měřit srdeční puls (a), určovat váhu uchycených předmětů (b) a měřit ohyb prstu ruky (c)



Obr. 2.3.15. Obrázek experimentální vodné baterie (vlevo) a schematický obrázek ukazující princip vodné baterie (vpravo). Ukládání energie v baterii je založeno na redoxních reakcích a transportu dvou rozdílných iontů. Během nabíjení se kationty Zn^{2+} pohybují elektrolytem a vstupují do zinkové anody, zatímco anionty ClO_4^- putují do grafitové anody. Dvojmocný zinek má v porovnání s jednomocným lithiem výhodu, že může při nabíjecím a vybíjecím procesu přenášet dva elektrony na atom, a díky tomu může mít teoreticky větší kapacitu než lithium při stejném objemu.



Obr. 2.3.16.: (a) a (b) znázorňují SEM snímek fotonického krystalu před a po růstu tenké ladící vrstvy, (c) a (d) jsou změřené pásové diagramy fotonických módů struktur zobrazených nad nimi

78

růst krystalických SiC nanočástic k teplotě blízké pokojové, zatímco typicky používané krystalizační teploty se pohybují okolo 1500 °C (případně 600 °C při použití vhodných katalyzátorů).

Skupina nanofotoniky a kvantové optiky se věnovala rozvoji metodiky přípravy a měření fotonických struktur v diamantu. Nejvýznamnějším výsledkem bylo nalezení postupu pro efektivní spektrální ladění „leaky“ módů v diamantových fotonických krystalech [9], které je založeno na dvou krocích. V prvním kroku se kombinací elektronové litografie a plazmatického leptání vyrobí fotonický krystal v diamantu (obr. 2.3.16. a). Ve druhém kroku se na fotonický krystal deponuje tenká diamantová „ladící“ vrstva (obr. 2.3.16. b), jejíž tloušťkou naladíme fotonické módy tak, aby se spektrálně překryly s emisním spektrem kvantových emitörů ve vrstvě. Naměřený posuv fotonických módů k vyšším vlnovým délkám je znázorněn na obr. 2.3.16. c, d. Efektivita tohoto přístupu spočívá v tom, že řeší nedostatečnou přesnost elektronové litografie a umožňuje ladit módy s přesností 1 nm.

Dále jsme se ve skupině zaměřili na budování aparatury pro měření kvantového výtěžku v diamantových optických centrech, kterou jsme nejdříve otestovali na sérii polymerních vzorků [10].

LITERATURA

- [1] M. Ledinsky, R. Dvorak, A. Fejfar, Method and Device for Measuring the Thickness of Thin Films Even on Rough Substrates, 2021. Patent WO21254548 publikován 23. 12. 2021.
- [2] M. Hývl, G. Nogay, P. Loper, F.-J. Haug, Q. Jeangros, A. Fejfar, C. Ballif, M. Ledinský, Nanoscale Study of the Hole-Selective Passivating Contacts with High Thermal Budget Using C-AFM Tomography, ACS Appl. Mater. Interfaces. 13 (2021) 9994–10000. doi.org/10.1021/acsami.0c21282.
- [3] P. Kumar, M. Šilhavík, Z. A. Zafar, J. Červenka, Contact resistance based tactile sensor using covalently cross-linked graphene aerogels, *Nanoscale* 14 (2022) 1440–1451. doi.org/10.1039/D1NR06893H
- [4] Z. A. Zafar, G. Abbas, K. Knížek, M. Šilhavík, P. Kumar, P. Jiříček, J. Houdková, O. Frank, J. Červenka, Chaotropic anion based „water-in-salt“ electrolyte realizes a high voltage Zn-graphite dual-ion battery, *J. Mater. Chem. A* 10 (2022) 2064–2074. doi.org/10.1039/D1TA10122F
- [5] Zahid Ali Zafar, Martin Šilhavík, Jiří Červenka, An aqueous-based energy storage system containing an electrolyte of metal perchlorate, Luxembourg Patent [LUI01731](https://patent.luxembourg.int/patent-detail/101731).

- [6] Galář, P., Khun, J., Fučíková, A., Dohnalová, K., Popelář, T., Matulková, I., Valenta J., Schotlz V and Kůsová, K. (2021). Non-thermal pulsed plasma activated water: environmentally friendly way for efficient surface modification of semiconductor nanoparticles. *Green Chemistry*, 23(2), 898–911. doi.org/10.1039/D0GC02619K
- [7] Kůsová, K., Popelář, T., Pelant, I., Morselli, G., Angeloni, S., & Ceroni, P. (2021). Trap-State-Induced Becquerel Type of Photoluminescence Decay in DPA-Activated Silicon Nanocrystals. *The Journal of Physical Chemistry C*, 125(3), 2055–2063. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.0c09072>
- [8] Galář, P., Stuchlík, J., Müller, M., Kočka, J., & Kůsová, K. (2022). Highly spherical SiC nanoparticles grown in nonthermal plasma. *Plasma Processes and Polymers*, 19(2), 2100127. doi.org/10.1002/ppap.202100127
- [9] J. Fait, M. Varga, K. Hruška, A. Kromka, B. Rezek, L. Ondič „Spectral tuning of diamond photonic crystal slabs by deposition of a thin layer with silicon vacancy centers“ *Nanophotonics* 10 (2021) 3895–3905. doi.org/10.1515/nanoph-2021-0369
- [10] M. Čubiňák, J. Bignon, P. Galář, L. Ondič, T. Tobrman, „The Synthesis of Tetrasubstituted Cycloalkenes Bearing π -Conjugated Substituents and Their Optical Properties“ *Chemistry Select* 6 (2021) 9904–9910.

Oddělení optických materiálů

Oddělení optických materiálů vyvíjí technologie přípravy objemových a tenkovrstvých materiálových systémů, u kterých je potenciál využití převážně v optických aplikacích. K měření charakteristik těchto a dalších, externě získávaných materiálů, se v oddělení používá široká paleta experimentálních technik z oblasti optických, magnetických a fotoelektronových spektroskopii. Kromě technologických a experimentálních aktivit jsou v náplni oddělení zahrnuty i aktivity teoretické zejména z oblasti nukleárních procesů, fázových přechodů a kinetických modelů luminiscence.

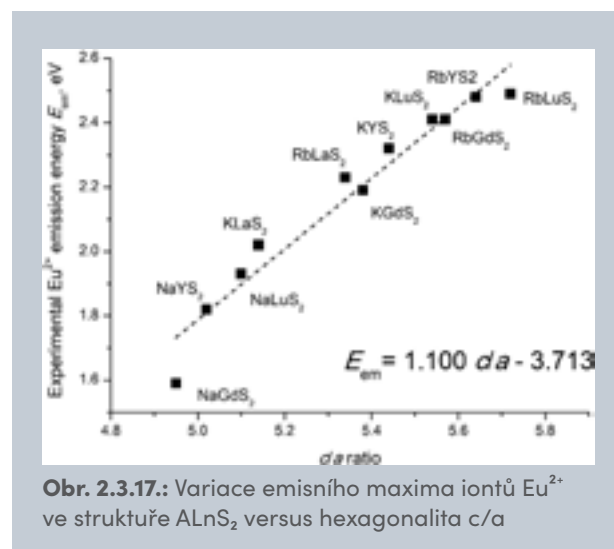
V rámci **Skupiny luminiscenčních a scintilačních materiálů** jsme ve spolupráci s průmyslovým partnerem Crytur, s.r.o., dosáhli významného pokroku při vývoji těžkých hlinitých perovskitů pro scintilační aplikace. Při optimalizovaném složení $(\text{Lu;Gd})\text{AlO}_3:\text{Ce}^{3+}$ jsme dosáhli světelného výtěžku dosahujícího 21000 fotonů/MeV při významném potlačení nežádoucích pomalých komponent ve scintilačním dosvitu. Daný materiál tedy může konkurovat v aplikacích vyžadujících těžký, rychlý objemový scintilátor s vysokým světelným výtěžkem [1].

Z aplikací můžeme zmínit např. pozitronovou emisní tomografii s měřením doby letu nebo rentgenové zobrazovací techniky na bázi výpočetní tomografie s měřením doby letu.

Ve spolupráci s předním světovým teoretikem v oblasti modelování optických vlastností pevných látek prof. M. G. Brikem jsme publikovali článek pojednávající o korelaci mezi chemickou strukturou a emisními vlastnostmi iontů Eu^{2+} ve struktuře ALnS_2 (A = alkalic-ký kov, Ln = kov vzácné zeminy) [2]. Ukázali jsme, že mřížkové konstanty mohou být jednoduše vyjádřeny jako lineární funkce iontových poloměrů a elektronegativit jednotlivých atomů. Výpočty také demonstrovaly, že energie emise iontů Eu^{2+} v těchto maticích je

lineární funkcí takzvané hexagonality (poměr mřížkových parametrů c a a), viz obr. 2.3.17. Získané výsledky mohou sloužit jako vodítko při přípravě nových ternárních sulfidů pro konkrétní aplikace, např. na poli fosforů pro konstrukci laditelných zdrojů bílého světla na bázi LED.

Ve spolupráci s kolegy z Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT jsme se zabývali studiem nanokrytalů Cs_4PbBr_6 a CsPbBr_3 . Materiály na bázi CsPbBr_3 byly nedávno identifikovány jako velice slibné pro různé optoelektronické aplikace [3]. Ukázalo se však, že tato fáze ráda koexistuje s fází Cs_4PbBr_6 . Ta může velmi významně snížit celkovou radioluminiscenční účinnost CsPbBr_3 , a tedy limitovat potenciál využití na poli moderních scintilačních detektorů např. v pozitronové emisní tomografii s měřením doby letu.



Ve **Skupině přípravy optických materiálů a termické analýzy** jsme ve spolupráci s firmou Crytur, s.r.o. připravili scintilační krystaly na bázi vícesložkových gadolinito-hlinito-skanditých granátů. Pro růst transparentního krystalu jsme museli optimalizovat stechiometrii matrice. Výsledný materiál dopovaný ionty Ce^{3+} (obr. 2.3.18.) charakterizuje nízká intenzita nežádoucí pomalé luminiscence, rychlá odezva, vysoká hustota a možnost levné přípravy v molybdenových kelímcích [4].

Ve spolupráci s CERN jsme připravili a studovali krystaly ternárních chloridů vykazující tzv. cross-luminiscenci, jejíž intenzita u nejlepšího krystalu CsCaCl_3 (obr. 2.3.19.) byla srovnatelná s komerčním cross-luminiscenčním scintilátorem BaF_2 [5].

Pracovníci **Skupiny fotoelektronové spektroskopie (SFS)** pomáhali při řešení řady problémů spojených s fyzikou povrchů. Jednalo se jednak o povrchy vzorků připravených v ústavních i mimoústavních laboratořích a jednak o povrchové struktury související s vlastní výzkumnou činností této skupiny. K charakterizaci povrchů vzorků byla používána metoda fotoelektronové spektroskopie (XPS). Pro aplikaci této metody je skupina vybavena fotoelektronovým spektrometrem AXIS Supra, který v kategorii laboratorních přístrojů patří ke světové špičce.

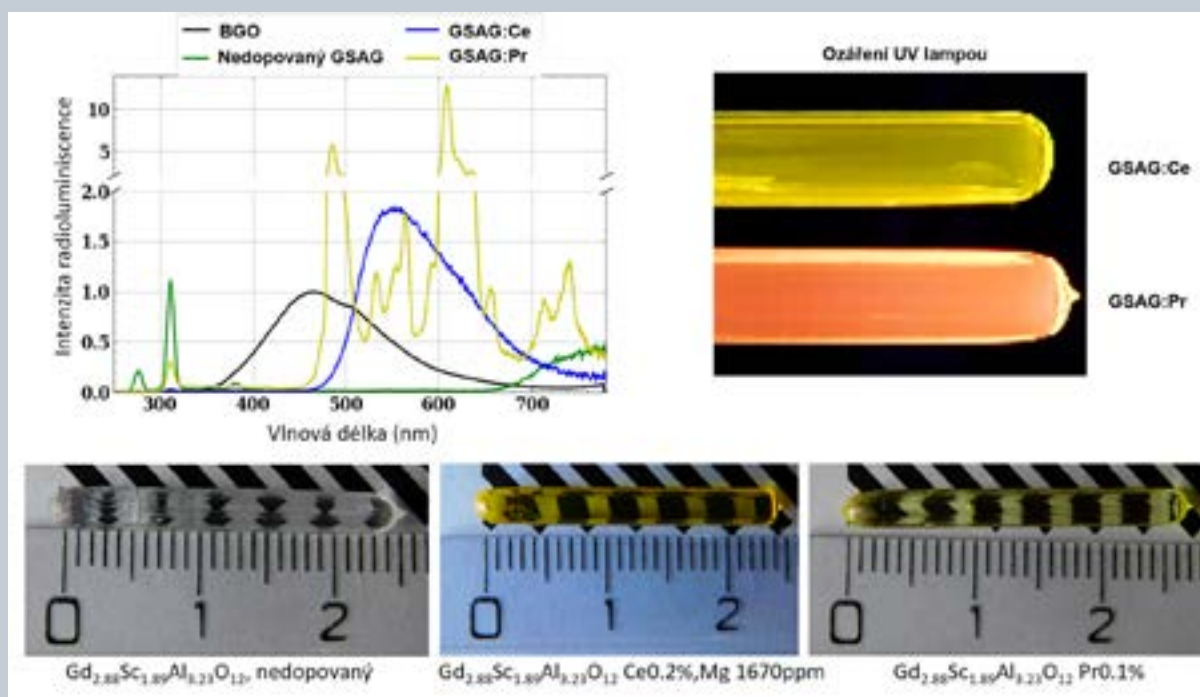
V roce 2021 pracovníci SFS věnovali velkou pozornost studiu diamantu podobnému uhlíkovému (DLC) materiálu. Tento materiál má řadu významných me-

chanických, elektronických a optických vlastností, které se ještě dají výrazným způsobem ovlivnit přidáním vhodných prvků. DLC látky nacházejí významné uplatnění i v medicíně. Ukazuje se, že DLC vrstvy pokrývající kovové implantáty mohou podstatně zvýšit jejich trvanlivost v živých tkáních. Pro zvýšení biokompatibility se DLC vrstvy obohacují vápníkem, který je důležitý biogenní prvek. Biokompatibilita implantátů s DLC:Ca vrstvami je silně ovlivněna jejich povrchovými vlastnostmi. Proto jsme připravili pulzní laserovou depozici DLC:Ca vrstvy s různým obsahem vápníku [6] a pomocí metod XPS, MEM (Maximum Entropy Method) a ISS (Ion Surface Scattering) jsme charakterizovali jejich povrchy. Ukázalo se, že přidáním Ca do vrstev DLC dochází k vytváření a akumulaci CaCO_3 na povrchu, zatímco CaO je lokalizovaný v hlubších vrstvách pod jejich povrchem. Tento proces schematicky zachycuje obr. 2.3.20.

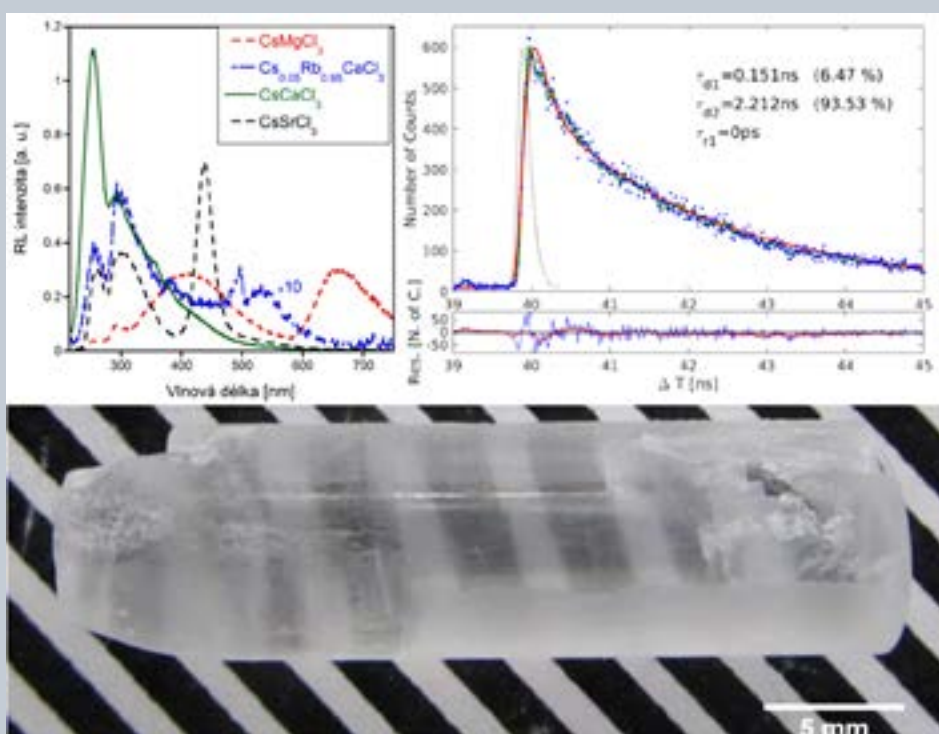
Průběh koncentrací jednotlivých chemických stavů prvků v závislosti na hloubce pro vzorek s obsahem 28,0 % Ca lze vidět na obr. 2.3.21.

Závěry publikované v práci [6] podrobně vysvětlují a jasně ukazují na pozitivní vliv vápníku ve vrstvách DLC:Ca na zlepšení jejich biokompatibility.

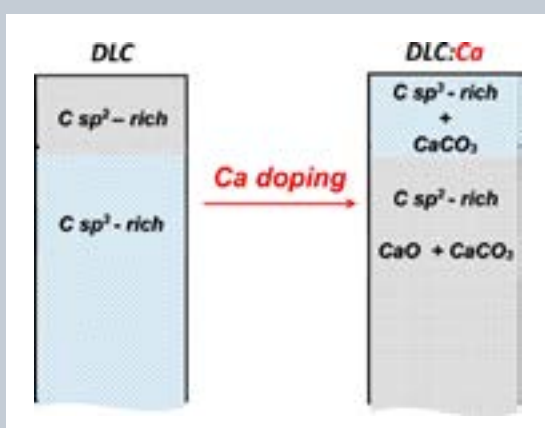
Ve **Skupině optické spektroskopie tenkých vrstev** jsme demonstrovali [7] zvýšenou fotokatalytickou degradaci methylenové modři v slabém magnetickém poli prostřednictvím ZnO nanosloupek (NS) s povrchem modifikovaným kombinací Co naprašováním (A) s následným ponořením do deionizované vody (B)



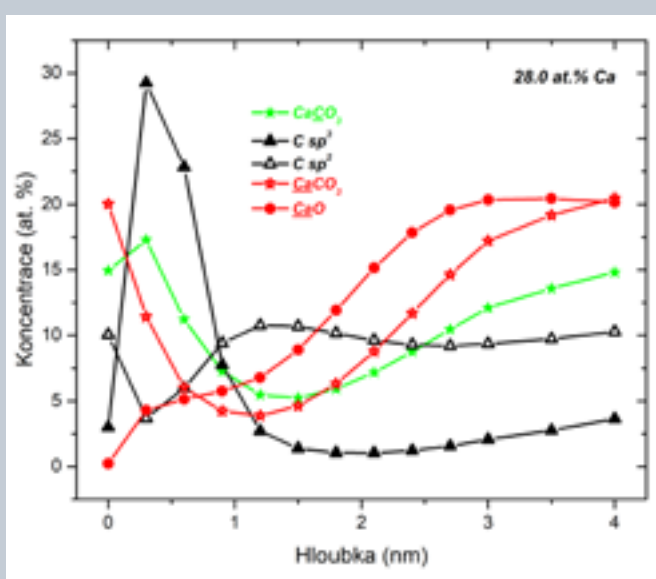
Obr. 2.3.18.: Příklady pěstovaných krystalů gadolinito-hlinito-skanditých granátů, jejich radioluminiscenční spektra a vybrané části při ozařování UV lampou



Obr. 19: Příklad vypěstovaného scintilačního krystalu CsCaCl_3 , vybraná radioluminiscenční spektra a rychlý scintilační dosvit CsCaCl_3



Obr. 2.3.20.: Rozložení chemických látek v DLC vrstvách před a po jejich obohacení vápníkem

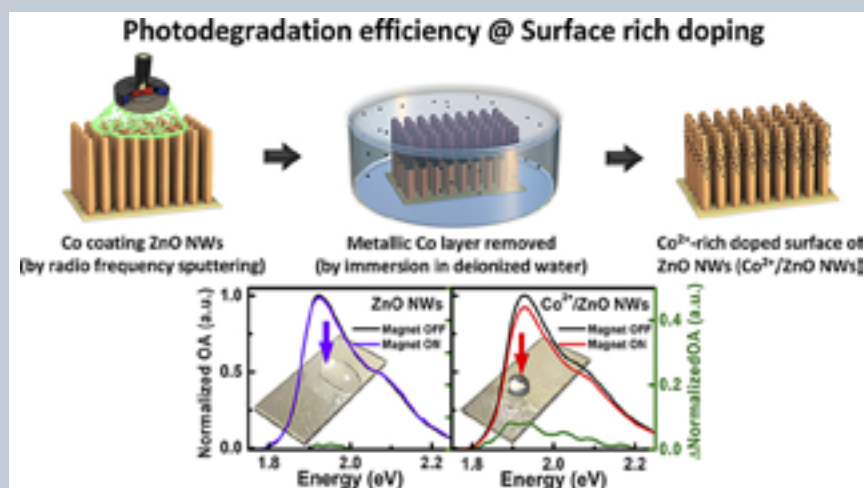


Obr. 2.3.21.: Průběh koncentrací chemických stavů prvků tvořících DLC:Ca vrstvu s obsahem 28,0 % (atomární) Ca. Podtržení symbolu prvku v chemickém vzorci sloučeniny v popisu grafu znamená, o jaký profil chemického stavu prvku se jedná.

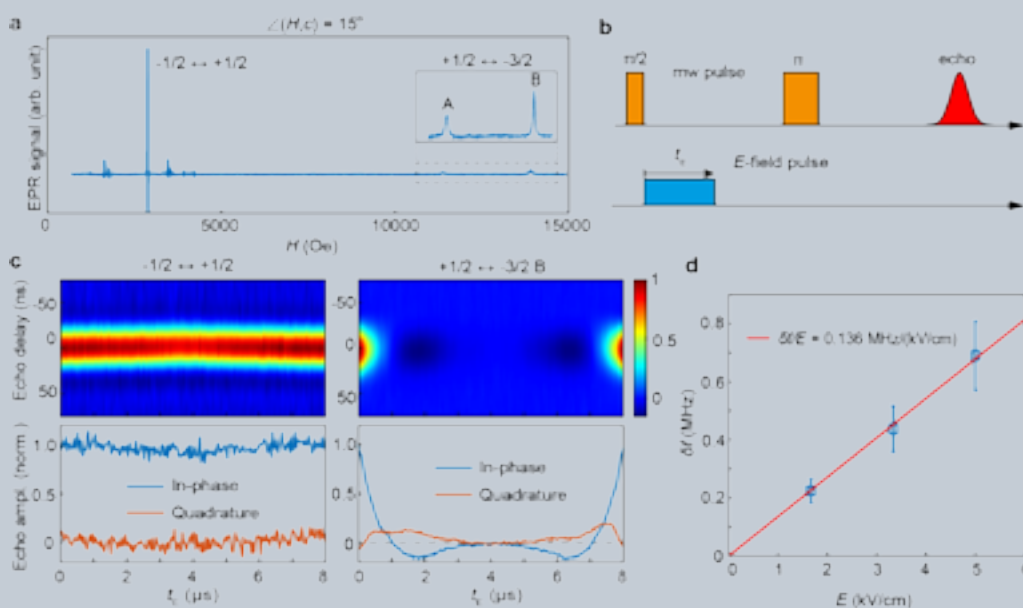
za vzniku finální struktury $\text{Co}^{2+}/\text{ZnO}$ NWs (C) (obr. 2.3.22.).

Optická spektra ukazují pokles optické absorpce methylenové modři v červené oblasti spektra při zapnutí magnetického poli (ON). Díky laditelné spinově-závislé hustotě stavů indukované kationty Co^{2+} lze fotokatalytickou degradaci methylenové modři zvýšit přibližně o 90 % použitím konvenčního permanentního magnetu s relativně nízkým magnetickým polem. Spolehlivost spinové polarizace-modulace dosažená pomocí povrchového dopingu, založená na magnetické odezvě pozorované z měření rentgenové absorpce a magnetického cirkulárního dichroismu, poskytuje příležitost vytvořit vysoce účinné katalyzátory modifikací povrchů nanosloupků.

Aktivita Skupiny magnetických rezonančních spektroskopí se soustředila na detailní výzkum přenosu energie a procesy zachytu náboje ve scintilačních materiálech, fyziku defektů v pevných látkách a také na studium spinově-elektrické vazby ve ferroelektricky aktivních materiálech. Získaná data o podstatě barevných center, příslušných zachytných polohách a povaze aktivačních iontů jsou kriticky důležitá pro další optimalizaci všech skupin oxidových a halogenidových scintilačních materiálů [8, 9, 10] – viz obr. 2.3.23.



Obr. 2.3.22.: Schematický obrázek fotodegradace na povrchu ZnO nanosloupků



Obr. 2.3.23.: Řízení rotace koherentního elektrického pole v krystalech Fe-PbTiO₃. (a) EPR signál v krystalu PbTiO₃. (b) Schéma experimentální pulzní sekvence E-pole. K měření signálu spinového echa se používá standardní sekvence Hahnova echa. Signál echa je zaznamenáván jako funkce délky elektrického impulsu (t_E). (c) Přechodné fázové echo (horní panely) a integrovaná intenzita echa (spodní panely) jako funkce t_E s aplikovaným napětím 1,67 kV/cm. (d) Změna EPR přechodu jako funkce aplikovaného elektrického pole.

LITERATURA

- [1] M. Pokorný, V. Babin, A. Beitlerová, K. Jurek, J. Polák, J. Houžvička, D. Pánek, T. Parkman, V. Vaněček and M. Nikl, Gd-admixed (Lu;Gd) AlO_3 single crystals: breakthrough in heavy perovskite scintillators, *NPG Asia Materials* **13** (2021) 66.
doi.org/10.1038/s41427-021-00332-w
- [2] M. G. Brik, V. Jarý, L. Havlák, J. Bárta, and M. Nikl, Ternary sulfides $\text{AlLnS}_2\text{:Eu}^{2+}$ (A = Alkaline Metal, Ln = rare-earth element) for lighting: Correlation between the host structure and Eu^{2+} emission maxima, *Chemical Engineering Journal* **418** (2021) 129380.
doi.org/10.1016/j.cej.2021.129380
- [3] K. Děcká, A. Suchá, J. Král, I. Jakubec, M. Nikl, V. Jarý, V. Babin, E. Mihóková, and V. Čuba, On the Role of Cs_4PbBr_6 Phase in the Luminescence Performance of Bright CsPbBr_3 Nanocrystals, *Nanomaterials* **11** (2021) 1935.
doi.org/10.3390/nano11081935
- [4] O. Zapadlík, J. Pejchal, R. Kučerková, A. Beitlerová, M. Nikl, Composition-Engineered GSAG Garnet: Single-Crystal Host for Fast Scintillators, *Crystal Growth & Design*, **21** (2021) 7139.
doi.org/10.1021/acs.cgd.1c01007.
- [5] V. Vaněček, J. Páterek, R. Král, R. Kučerková, V. Babin, J. Rohlíček, R. Cala', N. Kratochwil, E. Auffray, M. Nikl, (INVITED) Ultraviolet cross-luminescence in ternary chlorides of alkali and alkaline-earth metals, *Optical Materials: X*, **12** (2021) 100103.
doi.org/10.1016/j.omx.2021.100103.
- [6] J. Zemek, J. Houdkova, P. Jiricek, M. Jelinek, K. Jurek, T. Kocourek, M. Ledinsky, In-depth distribution of elements and chemical bonds in the surface region of calcium-doped diamond-like carbon films, *Appl. Surf. Sci.* **539** (2021) 148250(1) – 148250(9).
doi.org/10.1016/j.apsusc.2020.148250
- [7] Jun-Xiao Lin, Jutathip Thaomonpun, Voranuch Thongpool, Wei-Jhong Chen, Chien-Hua Huang, Shih-Jye Sun, Z. Remeš, Yaw-Teng Tseng, Yen-Fa Liao, a Hua-Shu Hsu, Enhanced Photodegradation in Metal Oxide Nanowires with Co-Doped Surfaces under a Low Magnetic Field, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **13** (2021) 23173–23180.
[dx.doi.org/10.1021/acsami.1c03397](https://doi.org/10.1021/acsami.1c03397)
- [8] S. Zazubovich, V. Laguta, K. Kamada, A. Yoshikawa, K. Jurek, M. Nikl. Effect of W and Mo co-doping on the photo- and thermally stimulated luminescence and defects creation processes in $\text{Gd}_3(\text{Ga,Al})_5\text{O}_{12}\text{:Ce}$ crystals. *Optical Materials* **114** (2021) 110923.
doi.org/10.1016/j.optmat.2021.110923
- [9] M. Buryi, V. Babin, V. Laguta, D. A. Spassky, V. Nagirnyi, V. N. Shlegel, Electron and hole trapping in Li_2MoO_4 cryogenic scintillator, *Optical Materials* **114** (2021) 110971.
doi.org/10.1016/j.optmat.2021.110971
- [10] J. Liu, V. V. Laguta, K. Inzani, W. Huang, S. Das, R. Chatterjee, E. Sheridan, S. M. Griffin, A. Ardavan, R. Ramesh, Coherent electric field manipulation of Fe^{3+} spins in PbTiO_3 . *Science Advances* **7** (2021) eabf8103.
doi.org/10.1126/sciadv.abf8103



2.4 Sekce optiky

84

„V roce 2021 se nám dařilo rozvíjet výzkum v oblasti klasické i kvantové optiky, optických materiálů i funkčních struktur. Aktivní jsme byli v mezinárodní i mezioborové spolupráci například v rámci výzkumu lékového poškození jater či vývoje systému na rychlou detekci viru SARS-CoV-2. Významně jsme se věnovali i aplikovanému výzkumu v NCK MATCA a příležitostí pro studenty v nově vzniklém Rozvojovém centru Radius.“

Ing. Alexandr Dejneka, Ph.D.

Výzkum v Sekci optiky je zaměřen na klasické a kvantové vlastnosti šíření optického záření, charakterizaci a optimalizaci optických materiálů a funkčních struktur pro široké spektrum aplikací. Dlouhodobě se zabýváme studiem a realizací nových plazmatických a optických technologií přípravy a modifikace povrchů, tenkovrstvých systémů a nanostruktur. Výrazného pokroku jsme dosáhli především v oblasti depozičních metod nízkoteplotního plazmatu a pulzní laserové ablace.

Klíčovým tématem je problematika kvantové a nelineární optiky, kde jsme pokračovali ve výzkumu kvantových korelací a generace neklasických stavů na úrovni jednotlivých fotonů i intenzivních optických polí. V oblasti zpracování kvantové informace jsme se dále zabývali problematikou kvantové provázanosti včetně multipartitních stavů. Významně jsme rozvinuli metody charakterizace mechanických vlastností tenkých vrstev a přispěli optickými technologiemi k pokrokům výzkumu ve velkých mezinárodních kolaboracích astročásticové fyziky.

Důležitý je také nový mezioborový výzkum zaměřený na vývoj a aplikaci fyzikálních metod v regenerační medicíně a biologii. V tomto směru se podařilo dosáhnout velice zajímavých výsledků spojených s biofy-

zikou nanočástic, laserovým zářením, nízkoteplotním plazmatem a také pokročilým výzkumem biorozhraní. V rámci mezinárodního týmu, složeného z expertů z různých oborů, jsme se zapojili do výzkumu, který přináší nové poznatky a přístupy v problematice lékového poškození jater. Zároveň vede i k vytvoření modelu tohoto orgánu, který by se dal využít ke včasnému odhalení lékové toxicity. Tento jedinečný multidisciplinární výzkum, podporovaný ze společného evropského výzkumu *PRO-EURO-DILI-NET*, probíhá v rámci Evropské sítě pro lékové poškození jater.

Rozvoj technologií, know-how a nových výzkumně vývojových směrů se promítl i v rámci Národního centra kompetence MATCA (www.matca.cz), které pokračuje v nastaveném směru propojování průmyslových partnerů a akademických institucí a přináší řešení pro nové směry vývoje a výroby. Úspěšnými oblastmi realizace jsou aditivní výroba, plazmatické a laserové technologie a nové materiály, jež posouvají oblasti výrobních technologií do jiné dimenze. V roce 2021 mimo jiné pokračovalo řešení dílčího projektu na pomoc v boji s onemocněním covid-19 se zaměřením na biosenzoriku pro testování přítomnosti viru SARS-CoV-2 a úpravu povrchů novými vysoce antivirálními a antibakteriálními povlaky.



Dalším významným úspěchem bylo založení Rozvojového centra Radius (www.centrumradius.cz) zaměřeného na organizaci stáží pro vysokoškolské studenty. U zrodu Rozvojového centra Radius stály tři ústavy Akademie věd – Fyzikální ústav, Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského a Biologické centrum spolu se dvěma univerzitními pracovišti – Univerzitou Palackého v Olomouci a Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích.

V roce 2021 byla také zahájena realizace aplikačního centra Brain4Industry (www.brain4industry.cz).



Obr. 2.4.1: Laboratoř pulzní laserové depozice

Oddělení optických a biofyzikálních systémů

Multifunkční perovskitové vrstvy

V Oddělení optických a biofyzikálních systémů studujeme fyzikální mechanismy, které jsou odpovědné za růst a vlastnosti multifunkčních vrstev oxidů kovů s perovskitovou strukturou a jim podobné materiály [1–9]. Nový mechanismus pro epitaxní stabilizaci byl prokázán u feroelektrických titanátů a nikelanů typu kov-izolant [1, 2]. Taková stabilizace umožňuje vynikající optické a elektronické vlastnosti titanátů [3–5]. Současně bylo zjištěno, jak epitaxní kontrola napětí řídí feroelektrické domény a elastické vlastnosti titanátů [6–8]. Byly zkoumány také fotoelektronické vlastnosti nikelanových filmů [9].

Experimentální pozorování byla kombinována s teoretickými výpočty z prvních principů [1, 5] a simulacemi fázového pole [6, 7]. Ze simulací a teoretických výpočtů vyplynuly neobvyklé elektromechanické vlastnosti [10], které se budou nadále zkoumat.

Tenké vrstvy a epitaxní heterostrukтуры byly syntetizovány pomocí pulzní laserové depozice s využitím řady specializovaných zařízení (obr. 2.4.1). Kromě

základního výzkumu bylo pulzní laserové depozice použito k přípravě multivrstvých a gradientních povlaků na bázi diamantu podobného uhlíku a kovů pro biomedicínské [11, 12] a průmyslové aplikace [13]. Pro lepší hodnocení elektronických vlastností tenkých vrstev byla spektroskopická elipsometrie s proměnným úhlem rozšířena do hluboké ultrafialové spektrální oblasti a o kryogenní teploty (obr. 2.4.2). Pro přesné stanovení feroelektrických a elastických vlastností ten-



Obr. 2.4.2: Spektroskopický elipsometr VUV-VASE

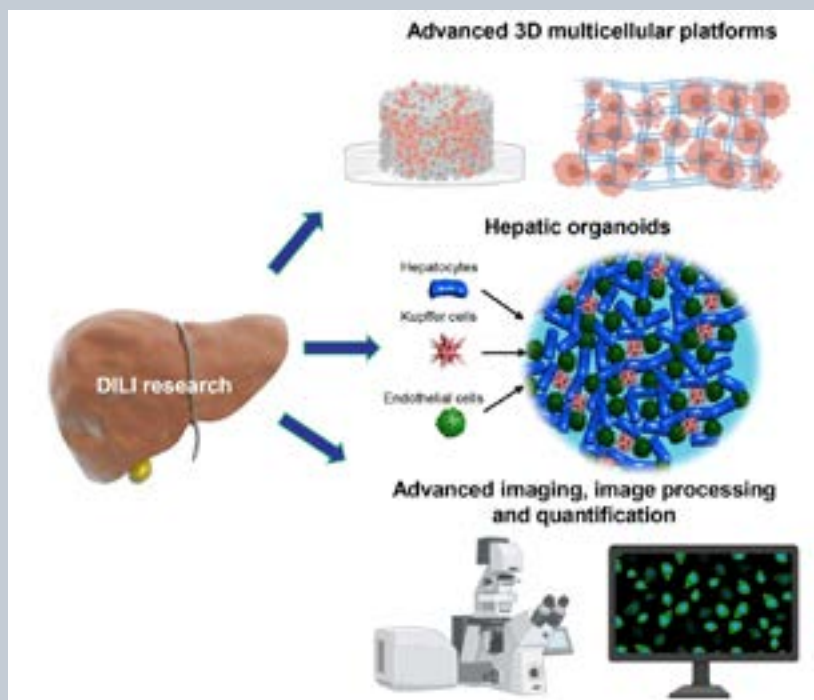
kovrstvých heterostruktur byly provedeny různé testy na systému DBLI TF2000. (obr. 2.4.3). Zvláštním využitím ultrafialových laserů pro pulzní laserovou depozici může být i laserem indukovaná luminiscence připravených tenkých vrstev a jejich žhání [14, 15]. Charakterizace materiálů a domén byla provedena pomocí technik dostupných ve FZÚ a díky národní a mezinárodní spolupráci.

Pokročilé preklinické modely určené pro hodnocení poškození jater způsobeného léčiv

Výzkumní pracovníci z Oddělení optických a biofyzikálních systémů se aktivně zapojili do rozsáhlé multidisciplinární spolupráce věnované novým aspektům poškození jater způsobeného léčiv (angl. drug-induced liver injury (DILI)). Výsledná studie popisuje



Obr. 2.4.3: Přístroj pro měření piezoelektrických a feroelektrických vlastností tenkých vrstev (TF2000)



Obr. 2.4.4: Vylepšení preklinického hodnocení DILI (grafické zobrazení vytvořeno v BioRender.com and Blender 2.75a)

vznikající preklinické modely a současně také pokročilé zobrazovací techniky, využívané pro výzkum léčiv indukovaného poškození jater (DILI). Souhrnný přehled vytvořený výzkumníky z různých oborů může usnadnit predikci vývoje onemocnění a zmírnit tak klinické poškození jater vyvolaného léčivem (DILI). Studie byla publikována ve významném odborném časopise – Journal of Hepatology [16].

Publikovaná studie nastínila klinicky významný objev, jenž představuje požadavky k hodnocení hepatotoxicity u člověka, které mohou sloužit jako návod k budoucímu testování bezpečnosti léčiv. Studie však zdůrazňuje, že dosud neexistují žádné spolehlivé modely pro onemocnění DILI, které by byly schváleny regulačními agenturami v Evropě a USA.

Současně studie avizuje nutnost přistupovat ke studiu DILI s technologickou „biokonvergencí“, která zahrnuje multidisciplinární přístupy napříč biologií, inženýrstvím a medicínou. Zvolené přístupy by měly zahrnovat spojení neinvazivního zobrazování a multiomických analýz v kombinaci s mikrofyzilogickými a dalšími nově vznikajícími 2D-3D mnohobuněčnými platformami. Neinvazivní technologie pro screening DILI modelů se stávají významným nástrojem pro lepší stanovení prognózy onemocnění DILI.

Proteinový obal inhibuje endosomální únik DNA nanostruktur v živých buňkách

Díky spolupráci našeho výzkumného týmu s výzkumnou skupinou profesora Nicholase Stephanopoulose z Arizonské státní univerzity v USA byl odhalen vliv proteinového obalu (angl. Protein corona) na biologické vlastnosti a účinnost subcelulárního doručení DNA nanostruktur.

DNA nanostruktury mohou být navrhovány kontrolovatelným a programovatelným způsobem. V posledních letech začínají být využívány v mnohých biomedicínských aplikacích, jako je například podávání látek

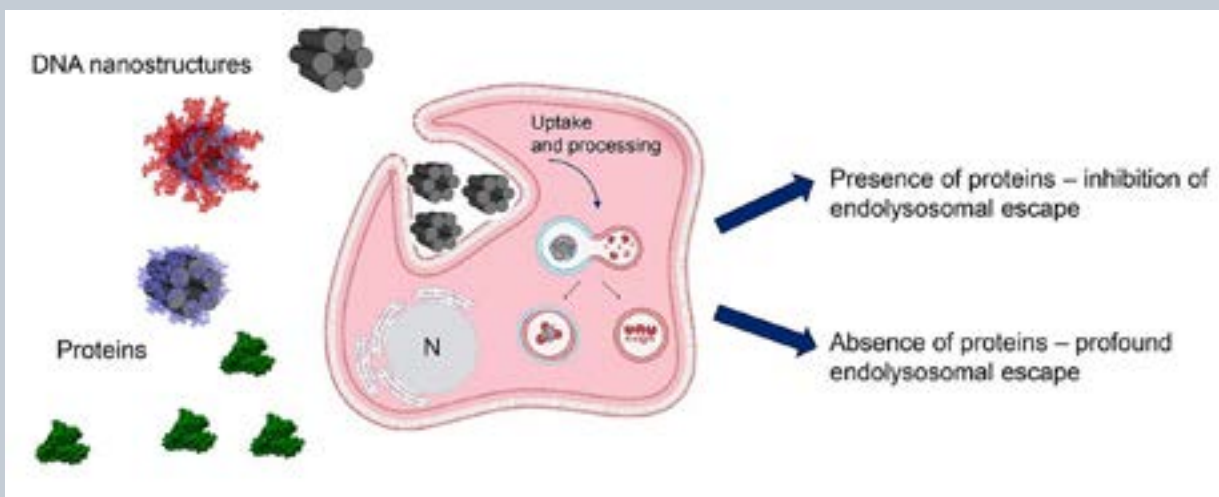
s terapeutickými účinky. Ve chvíli, kdy jsou vystaveny biologickým tekutinám, se většina nanomateriálů obklopí bílkovinným obalem, označovaným jako korona. Ta následně ovlivňuje příjem nanomateriálu buňkou i samotnou biologickou interakci, kterou nanomateriál vyvolá. Interakce mezi buňkami a DNA nanostrukturami však stále není dobře popsána.

Publikovaná studie na třech buněčných liniích demonstuje, že příjem DNA nanostruktur je závislý na velikosti buňky [17]. Detailní mikroskopické zobrazování živých buněk bylo provedeno díky novému zobrazovacímu systému IXplore SpinSR10 Olympus s vysokým rozlišením, který má výzkumný tým k dispozici. S využitím tohoto systému tým odhalil, že internalizace (přesun nanostruktur do nitra buňky) a kinetika (rychlost) příjmu nanostruktur se mezi jednotlivými buněčnými liniemi výrazně liší. Tento rozdíl je výrazný dokonce u fenotypově blízkých buněčných linií. Studie ukázala, že modifikace DNA nanostruktur navázáním peptidu aureinu 1.2 na povrch nanostruktur, kde poté tvoří hustý obal, může usnadnit endolysosomální únik. Je důležité podotknout, že studium endolysosomálního úniku u nanomateriálů je v současné době v oblasti cíleného doručování léčiv obrovskou výzvou. Výzkumný tým zároveň poukazuje na limity technologií. Proteinový obal vytvořený na povrchu DNA nanostruktur signifikantně snižuje možnost endolysosomálního úniku.

Naše studie nabízí základ pro následnou optimalizaci DNA nanostruktur, které by mohly sloužit jako transportní systém v mnohých biomedicínských aplikacích.

Laboratoř funkčních biorozhraní

V Laboratoři funkčních biorozhraní se v roce 2021 rozvíjely stávající aktivity mezioborového výzkumu v oblasti funkčních biorozhraní a biodetekčních technologií a také byly nastartovány nové výzkumné směry.



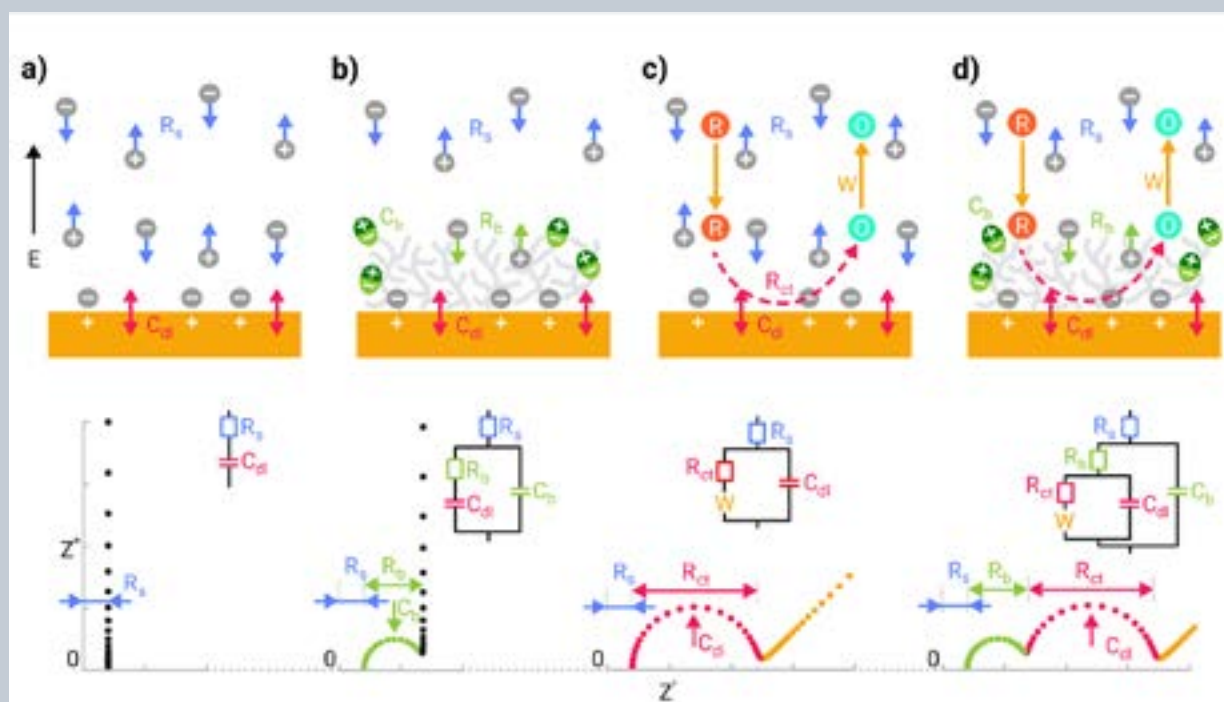
Obr. 2.4.5: Schematické zobrazení vlivu proteinového obalu na interakci DNA nanostruktur s buňkami

S podporou GAČR a prémie Lumina quaeruntur jsme pokračovali ve výzkumu molekulárních mechanismů specifických a nespecifických vazeb na funkční syntetické povrchy. Výsledky vedly nejen k vývoji nového typu antifoulingového funkčního povrchu, ale i k jeho aplikacím v biosenzorech. Ve spolupráci s Biologickým centrem AV ČR a Přírodovědeckou fakultou Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, Technologickým institutem v Rakousku a Tchajwanskou Academia Sinica jsme vyvinuli nový unikátní piezoelektrický biosenzor pro rychlou a spolehlivou detekci viru SARS-CoV-2 v neupravovaných klinických vzorcích a stěrech z povrchů [18]. Základem je zcela nová, laditelná funkční terpolymerní vrstva s antifoulingovými vlastnostmi, které jsou zachovávány i po ukotvení bioreceptorů. Díky těmto vlastnostem lze virus detekovat v reálných neupravovaných vzorcích zachycením komplexu virového nukleokapsidového (N) proteinu s vRNA. Vysoká citlivost biosenzoru byla prokázána srovnávací studií s metodou PCR na sérii klinických vzorků z nosohltanu a stěrech z povrchů v pražské MHD (dohromady se jedná o více než 500 analyzovaných vzorků). Na výsledek byla mimo jiné podána mezinárodní patentová

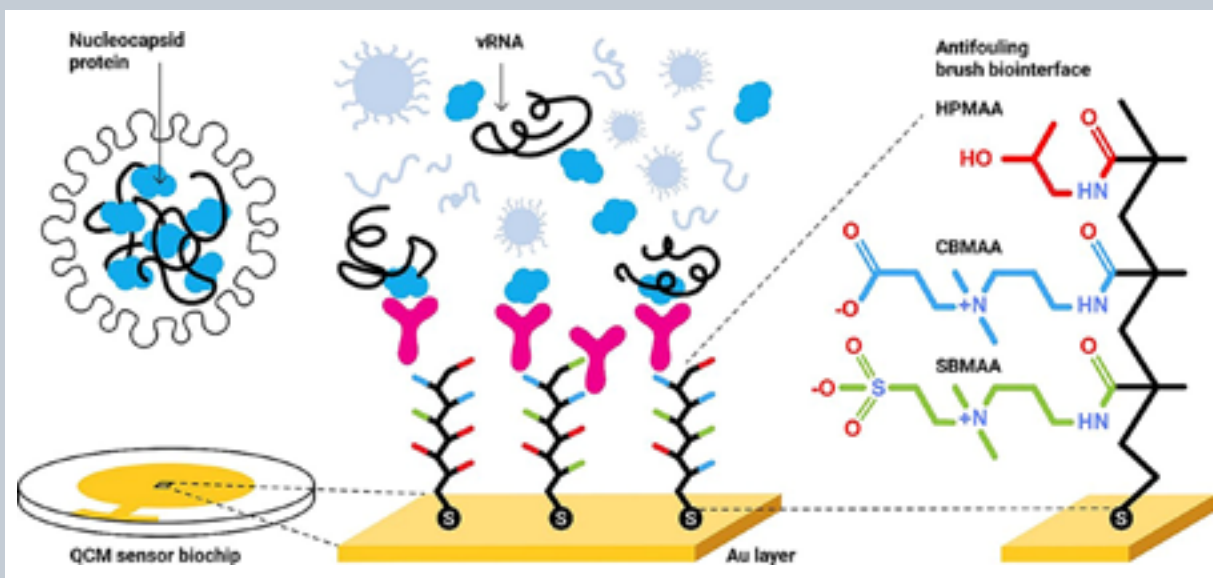
příhláška a také aktivně probíhá převod této technologie do praxe ve spolupráci s technologickou společností CARDAM s.r.o.

Nově vyvíjené antifoulingové terpolymerní funkční vrstvy byly dále využívány i v jiných oblastech, zejména v oblasti bezpečnosti potravin. Ve spolupráci s Ochranou službou Policie ČR byl dokončen vývoj funkčního vzorku přenosného biodetekčního zařízení na bázi výměnných antifoulingových biočipů. Toto zařízení umožňuje rychlou a citlivou detekci vybraných patogenů v potravinových vzorcích přímo v terénu.

Ve spolupráci s kolegy z CEITEC jsme vyvíjeli způsob, jak v reálném čase a s vysokým rozlišením sledovat deaktivaci bakterií působením bakteriofágů s využitím mikroskopie atomárních sil (AFM) [19]. Přístup může být velmi nápomocný např. při vývoji nových léků v rámci řešení globálního problému neustále se zvyšující antibiotické rezistence bakterií. Mezi další nově rozvíjené směry výzkumu LFB patří i studium využití metody elektrochemické impedanční spektroskopie (EIS) pro pokročilou analýzu fyzikálně-chemických vlastností polymerních kartáčů. Ve spolupráci s Ústavem fyzikální chemie J. Heyrovského byla pub-



Obr. 2.4.7: Možné scénáře při měření elektrochemické impedanční spektroskopie (EIS) za využití polymerních kartáčů (b, d) a bez jejich přítomnosti (a, c), bez přítomnosti elektroaktivní sondy (a, b) v podpůrném elektrolytu (šedá kolečka označená + nebo -) a za přítomnosti elektroaktivní sondy (oxidovaná forma sondy: zelená kolečka O, redukováná forma: oranžová kolečka R, v panelech c, d). Vrchní řada obrázku schematicky znázorňuje děje v jednotlivých případech – šipky, dvojité šipky a zelené ovály znázorňují migraci iontů, elektrickou dvojvrstvu a indukované elektrické dipóly v polymerním kartáči. Spodní řada zobrazuje grafický výstup z EIS (Nyquist plot) a tzv. teoretický obvod (model systému) pro daný případ. Zde R_s , R_b a R_{ct} značí odpor elektrolytu, odpor polymerního kartáče a odpor k přenosu náboje, jako C_b a C_{dl} je pak označena kapacita polymerního kartáče a elektrické dvojvrstvy. W označuje tzv. Warburgovu impedanci (parametr související s difúzí elektroaktivní sondy). Ve všech panelech odpovídá barevné označení v EIS grafu, teoretickém obvodu i vrchním schematickém panelu vždy stejnému elementu/ději.



Obr. 2.4.6: Schéma detekčního biočipu piezoelektrického biosenzoru pro rychlou a spolehlivou detekci viru SARS-CoV-2 v biologických vzorcích. Detekce je zprostředkována pomocí zachytu komplexu virového N-proteinu s vRNA na antifoulingový terpolymerní povrch postmodifikovaný protilátkou proti N-proteinu viru SARS-CoV-2.

likována přehledová studie o kombinaci metody EIS a polymerních kartáčů ukazující velký potenciál této technologie pro studium polymerních vrstev i pro vývoj biosenzorů [20].

Národní centrum kompetence MATCA

Aktivita a fungování centra navazuje na strategii definovanou Radou centra v roce 2019, jedná se primárně o přípravu a realizaci dílčích projektů v definované kvalitě a s konkrétním zaměřením. V roce 2021 byly zahájeny dva nové dílčí projekty a dalších devět pokračovalo z předešlého období.

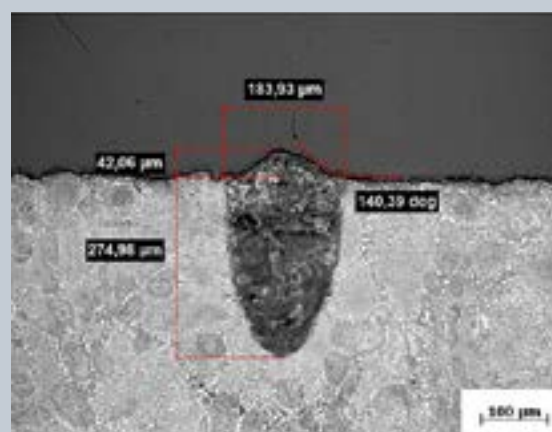
Centrum rozvíjí zejména aditivní, plazmatické a laserové technologie, povrchové úpravy, simulace, analýzy a digitalizaci. Nad rámec klíčových vědeckých směrů a aktivit se centrum věnovalo oblasti vzdělávání, poskytlo vědecké zázemí, znalosti a osobní rozvoj třem stážistům, kteří se během roku v centru vystřídali a dostali možnost vyzkoušet si spolupráci mezi vědeckou a průmyslovou sférou.

S cílem intenzivnějšího sdílení znalostí a informací o aktivitách centra proběhlo založení sociálních platform pro komunikaci se širší veřejností i novými průmyslovými partnery. Tyto aktivity vyústily v nárůst výzkumných i analytických komerčních zakázek.

Mezi hlavní směry v dílčích projektech a komerčních zakázkách se řadí rozvoj materiálů zejména v oblasti aditivních technologií a silně ovlivňuje širší využití této technologie napříč všemi průmyslovými směry. Reakcí na tuto potřebu se stal vývoj procesních parametrů ab initio pro zinkovou slitinu Zamak 5. Tento materiál je v průmyslových aplikacích široce využíván a zejména v oblasti tlakového lití je již zavedeným standardem. Jako první se tisku tohoto materi-

álu zhostila v roce 2019 německá společnost PROTIQ GmbH a stala se tak inspirací pro další možný výzkumný směr. Úspěšný vývoj procesu aditivní výroby této slitiny (obr. 2.4.8), nalézající uplatnění zejména pro výrobu prototypů a malých sérií, zařadil naše pracoviště na druhou příčku v celosvětovém měřítku.

V oblasti materiálů pro medicínské aplikace jsou v posledních letech stále častěji v hledáčku beta titanové slitiny, jejichž mechanické, fyzikální i chemické vlastnosti představují potenciálně velmi slibnou náhradu alfa-beta titanových slitin. Ve spolupráci s Vysokou školou chemicko-technologickou v Praze, Českým vysokým učením technickým v Praze a společností ProSpon spol. s r. o. se podařilo vyvinout procesní pa-



Obr. 2.4.8: Kolmý řez jednotlivou stopou průchodu laseru s měřením rozměrů návaru

rametry beta titanové slitiny obr. 2.4.9 a tím byl učiněn první krok k využití tohoto materiálu ve zdravotnictví. Prvotní testování tištěných gyroidních a trabekulárních struktur proběhlo úspěšně a navzdory množství práce a testů, které bude v budoucnu nutno provést, lze tento výsledek považovat za velmi nadějný.

Nejenom omezené množství nabízených materiálů v aditivní výrobě, ale i cena kovového prášku je limitujícím faktorem pro širší uplatnění tohoto výrobního odvětví. Za tímto účelem byla v rámci projektu OLAT vytipována celá řada alternativních dodavatelů kovového prášku AlSi10Mg, kteří jeho cenou konkurovali renomovaným výrobcům. Vybrané prášky pak byly otestovány (obr. 2.4.10) a na základě výsledků byli vybráni nejperspektivnější dodavatelé. Díky nabytým zkušenostem z předchozích let bylo možné eliminovat náklady na další testování a objektivně zvolit nejvhodnějšího alternativního dodavatele, výsledkem čehož je ekonomická úspora více než 40 % v materiálových nákladech.

Zvyšování kvality a zefektivňování tisku prášků samotných je kromě stavu zpracovávaného materiálu výrazně závislé na celkovém času tisku a vytížení stroje, a proto je snaha volit orientaci výrobku a tiskových parametrů takovým způsobem, aby byl tento čas co nejkratší. Jedním ze způsobů, jak je možné čas tisku regulovat, je použití duálních či kvartálních výšek vrstev sintrovaného prášku. Jedinou společností, která v dnešní době tento způsob tisku nabízí, je výrobce tiskáren ConceptLaser, a to pouze pro omezené množství materiálů. Ve spolupráci s Technickou univerzitou v Liberci a společností Beneš a Lát a. s. byly vyvinuty tiskové parametry pro tisk kombinovaných vrstev z materiálu 1.2709. Díky rozšíření znalostní báze o tyto parametry bylo dosaženo výrazných časových (a přeneseně také finančních) úspor, které dosahují až 60 %. To vše při zachování vysoké kvality povrchu a mechanických vlastností (obr. 2.4.11).

Procesní parametry jsou nejvíce střeženým tajemstvím jak výrobců tiskáren a kovových prášků, tak společností zabývajících se aditivní výrobou. Vývoj tiskových parametrů je časově i finančně velmi náročný, a proto si každý své know-how pečlivě chrání. U řady tiskáren navíc není možné do těchto parametrů jakkoli zasahovat a před obsluhou tiskárny jsou uzavřené. Jedním ze způsobů, jak tento problém obejít, je přenos procesních parametrů z tiskárny s otevřenými parametry. Ty je pak možné měnit či optimalizovat a zlepšit tak například kvalitu finálních výrobků či samotný čas tisku. V loňském roce byl právě takovýto transfer parametrů proveden, konkrétně pro titanovou slitinu Ti6Al4V. Celý proces značně zjednodušily zkušenosti s přenosy z předchozích let a nalezená přenosové funkce, na základě které byl transfer úspěšně realizován.

Celosvětově se rozrůstající trh aditivní výroby se stále ještě potýká s překážkami, které omezují jeho plnohodnotné začlenění mezi konvenční výrobní technologie. Jednou z nich je i nepřesná finanční představa potenciálních klientů, která je následně odvádí od využití těchto moderních technologií. V loňském roce

byla zaměřena pozornost právě na jedno ze slabých míst celého výrobního procesu, konkrétně na značnou časovou náročnost tvorby cenové nabídky, která zkušenému technologovi aditivní výroby trvá i několik hodin. Ten je nucen provést kompletní analýzu zaslaných 3D dat včetně simulace a výpočtu tiskové úlohy, zároveň musí brát v úvahu i činnosti spojené se samotnou přípravou tisku. Projekt Portál si vzal za cíl tuto časovou náročnost eliminovat a celý proces tvorby cenové nabídky zjednodušit, zrychlit a zautomatizovat.

Podařilo se navrhnout a vytvořit algoritmus, jehož otevřenost umožňuje navrhovaný systém využívat nezávisle na konkrétním výrobcí nebo modelové řadě výrobního zařízení. Zároveň systém obsahuje nástroje, které usnadňují přizpůsobení výpočetního algoritmu pro konkrétní aplikace, a také databázi materiálů, parametrových sad a přípravných či dokončovacích výrobních operací, které je díky dostatečné robustnosti systému možné upravovat či doplňovat bez nutnosti zásahu programátora. V neposlední řadě obsahuje velmi komplexní výpočtový skript, který zohledňuje výrobní sazby a produktivity všech výrobních operací vstupujících do výrobního procesu, a je možné ho stejně tak upravit na uživatelské úrovni.

Díky automatizaci tvorby cenové nabídky je nyní veškeré prováděné operace a kalkulace možné zrealizovat ve velmi krátkém čase, v řádech jednotek minut. Jedná se tedy o značnou úsporu lidských zdrojů. V rámci vývoje algoritmu se podařilo dosáhnout také dalšího výstupu, který řeší automatické orientování součástí na tiskové platformě. Orientace součástí hraje v aditivní výrobě klíčovou roli ve výsledné kvalitě a rozměrové přesnosti finálních výrobků. Navržený algoritmus pro automatickou optimalizaci orientace součástí napomáhá technologovi připravujícímu výrobní data pro tiskové zařízení urychlit rozhodnutí ohledně volby nejvhodnější polohy. Tuto orientaci je navíc možné řídit v závislosti na několika parametrech. Lze tedy například preferovat použití menšího množství podpůrných konstrukcí na úkor tiskového času a naopak.

Krásným mostem od vývoje materiálů, optimalizace tiskových parametrů až po výrobu samotných dílů je využití topologické optimalizace pro zefektivnění využití materiálu a nahrazení konvenčních tvarů organickou strukturou při možném zachování tuhosti konstrukce nebo snížení hmotnosti celého výrobku. Ve spolupráci se společností JHV – GROUP se na základě značného množství výpočtů a simulací podařil topologicky optimalizovat dávkovač mouky pro švýcarskou společnost Bühler (obr. 2.4.12), díky čemuž se nejenom snížila celková hmotnost konstrukce, ale došlo také k výrazné redukci počtu jednotlivých dílů.

Ačkoli je rozvoj centra centrálně řízen, reaguje zároveň na požadavky jednotlivých partnerů, které jsou v této moderní době čím dál více orientovány na senzoriku, sběr dat, jejich zpracování a následné vyhodnocování pro tvorbu a optimalizaci zpětnovazebního řízení. Prvním z projektů tohoto druhu pod záštitou centra NCK MATCA je dílčí projekt pod názvem Průmysl 4.0, věnující se sběru dat z hydraulických okruhů lisovacích strojů a na základě zjištěných informací

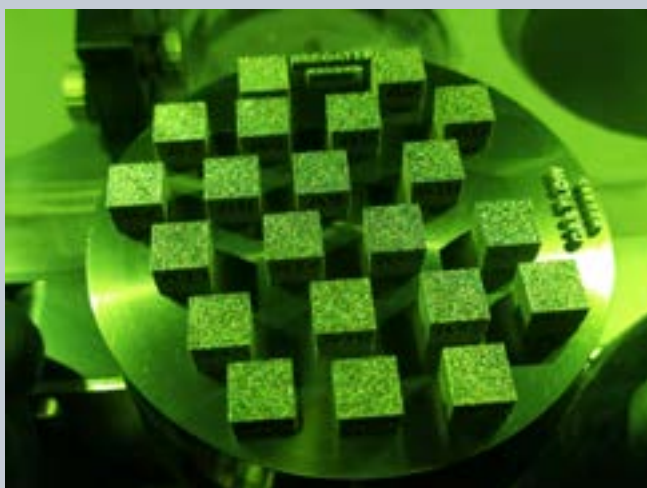
definuje závislosti mezi vstupy a výstupy pro algoritmizaci prediktivní údržby strojů a snižování neshodné výroby.

Perspektivní výsledky dílčího projektu otvírají brány pro uplatnění jak na vědeckém, tak komerčním poli.

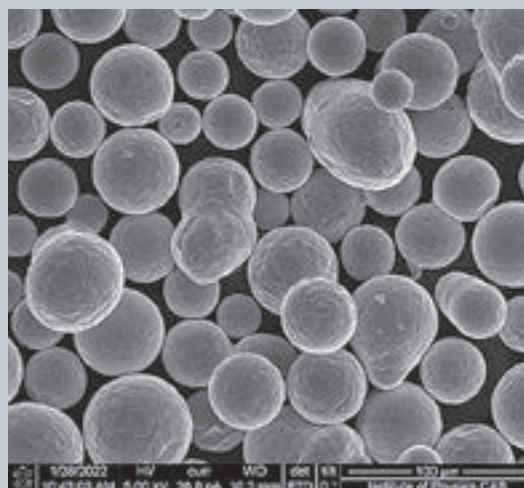
NCK MATCA posouvá vzájemnou spolupráci o stupeň výš než na pouhou spoluúčast na dílčích projektech. Systematickými kroky se daří upevňovat stávající vztahy jak vně FZÚ s průmyslovými a dalšími akademickými partnery, tak i uvnitř FZÚ, a to především spoluprací s dalšími sekcemi. Rozvoj centra vede k vytváření robustnějšího know-how se širším polem uplatnění.

LITERATURA

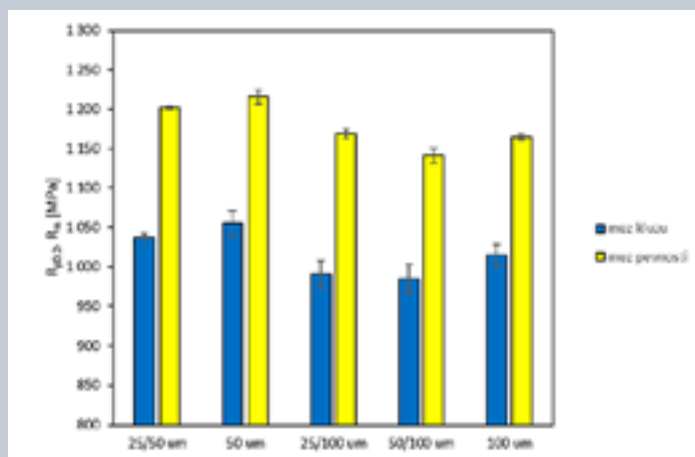
- [1] M. Tyunina, L. L. Rusevich, E. A. Kotomin, O. Pacheroval, T. Kocourek, A. Dejneka, Epitaxial growth of perovskite oxide films facilitated by oxygen vacancies, *J. Mater. Chem. C* 9 (2021) 1693.
doi.org/10.1039/D0TC05750A
- [2] M. Tyunina, O. Pacheroval, T. Kocourek, A. Dejneka, Anisotropic chemical expansion due to oxygen vacancies in perovskite films, *Sci. Rep.* 11 (2021) 15247,
doi.org/10.1038/s41598-021-93968-1
- [3] M. Tyunina, N. Nepomniashchaia, V. Vetokhina, A. Dejneka, Superior elasto-optic tetragonal SrTiO₃ films, *APL Mater.* 9 (2021) 121108.
doi.org/10.1063/5.0075614



Obr. 2.4.9: Volumetrické vzorky beta titanové slitiny určené pro další testování



Obr. 2.4.10: Hodnocení sféricity částic kovového prášku materiálu AlSi10Mg pomocí skenovacího elektronového mikroskopu



Obr. 2.4.11: Porovnání dosažené meze pevnosti a kluzu vzorků tištěných kombinovanými vrstvami materiálu 1.2709 pro tiskárnu EOS M290



Obr. 2.4.12: Model topologicky optimalizovaného dávkovače mouky

- [4] M. Tyunina, M. Savinov, A. Dejneka, Electrical conductivity in oxygen-substituted SrTiO₃-x films, *Appl. Phys. Lett.* 119 (2021) 192901, <https://doi.org/10.1063/5.0072225>
- [5] L. L. Rusevich, M. Tyunina, E. A. Kotomin, N. Nepomniashchaia, A. Dejneka, The electronic properties of SrTiO₃-x with oxygen vacancies or substitutions, *Sci. Rep.* 11 (2021) 23341. doi.org/10.1038/s41598-021-02751-9
- [6] P. Yudin, J. Duchon, O. Pacheroova, M. Klementova, T. Kocourek, A. Dejneka, M. Tyunina, Ferroelectric phase transitions induced by strain gradient, *Phys. Rev. Research* 3 (2021) 033213. doi.org/10.1103/PhysRevResearch.3.033213
- [7] P. Yudin, K. Shapovalov, T. Sluka, J. Peräntie, H. Jantunen, A. Dejneka, M. Tyunina, Mobile and immobile boundaries in ferroelectric films, *Sci. Rep.* 11 (2021) 1899. doi.org/10.1038/s41598-021-81516-w
- [8] M. Tyunina, J. Miksovsky, T. Kocourek, A. Dejneka, Hysteresis-Free Piezoresponse in Thermally Strained Ferroelectric Barium Titanate Films, *Electron. Mater.* 2 (2021) 17. doi.org/10.3390/electronmat210002
- [9] A. Stupakov, T. Kocourek, N. Nepomniashchaia, M. Tyunina, A. Dejneka, Large Negative Photoresistivity in Amorphous NdNiO₃ Film, *Coatings* 11 (2021) 1411. <https://doi.org/10.3390/coatings11111411>
- [10] A. Yurkov, P. Yudin, Flexoelectricity in metals, *J. Appl. Phys.* 129 (2021) 195108. doi.org/10.1063/5.0048890
- [11] J. Zemek, P. Jiříček, J. Houdková, M. Ledinský, M. Jelínek, T. Kocourek, On the Origin of Reduced Cytotoxicity of Germanium-Doped Diamond-Like Carbon: Role of Top Surface Composition and Bonding, *Nanomaterials* 11 (2021) 1. doi.org/10.3390/nano11030567
- [12] J. Zemek, J. Houdková, P. Jiříček, M. Jelínek, K. Jurek, T. Kocourek, M. Ledinský, In-depth distribution of elements and chemical bonds in the surface region of calcium-doped diamond-like carbon films, *Appl. Surf. Sci.* 539 (2021) 148250. doi.org/10.1016/j.apsusc.2020.148250
- [13] FYZIKÁLNÍ ÚSTAV AV ČR, v. v. i. Testovací systém pro měření efektivity chladicího zařízení. Původci: Alexandr Dejneka, Jan Remsa, Dmitry Gavrilov, Martin Gášek, Josef Lát, Ondřej Kurkin. Praha, Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., 2021. Identifikační číslo: AD1/FZÚ/2021.
- [14] P. Pokorný, M. Novotný, P. Fitl, S. Chertopalov, J. Remsa, S. Irimiciuc, J. Lančok, Surface processes on lutetium oxide thin films doped with europium at different concentrations, *Optic. Mat.* 123 (2022) 111940.
- [15] Š. Havlová, M. Novotný, P. Fitl, J. M. Chevalier, J. Remsa, V. Kiisk, M. Kodu, R. Jaaniso, P. Hruška, F. Lukač, J. Bulíř, L. Fekete, L. Volfová, M. Vondráček, M. Vřnata, J. Lančok, Effect of pulsed laser annealing on optical and structural properties of ZnO:Eu thin film, *J. Electron. Mat.* 56 (2021) 11414.
- [16] J.C. Fernandez-Checa, P. Bagnaninchi, H. Ye, P. Sancho-Bru, J.M. Falcon-Perez, F. Royo, C. Garcia-Ruiz, O. Konu, J. Miranda, O. Lunov, A. Dejneka, A. Elfick, A. McDonald, G.J. Sullivan, G.P. Aithal, M.I. Lucena, R.J. Andrade, B. Fromenty, M. Kranendonk, F.J. Cubero, and L.J. Nelson, Advanced preclinical models for evaluation of drug-induced liver injury – consensus statement by the European Drug-Induced Liver Injury Network [PRO-EURO-DILI-NET], *J. Hepatol.* 75 (2021) 935–959. doi.org/10.1016/j.jhep.2021.06.021
- [17] B. Smolková, T. MacCulloch, T.F. Rockwood, M. Liu, S.J.W. Henry, A. Frtús, M. Uzhytchak, M. Lunova, M. Hof, P. Jurkiewicz, A. Dejneka, N. Stephanopoulos, and O. Lunov, Protein corona inhibits endosomal escape of functionalized DNA nanostructures in living cells, *ACS Appl. Mater. Interfaces* 13 (2021) 46375–46390. doi.org/10.1021/acsami.1c14401
- [18] M. Forinová, A. Pilipenco, I. Víšová, N. Lynn, J. Dostálek, H. Mašková, V. Honig, M. Palus, M. Selinger, P. Kočová, F. Dyčka, J. Štěrba, M. Houska, M. Vrabcová, P. Horák, J. Anthi, C. Tung, Y. Ming, C. Chen, Y. Huang, P. Tsai, S. Lin, H. Hsu, A. Yang, A. Dejneka, H. Vaisocherová-Lísalová, Functionalized Terpolymer-Brush-Based Biointerface with Improved Antifouling Properties for Ultra-Sensitive Direct Detection of Virus in Crude Clinical Samples, *ACS Applied Materials and Interfaces*, 13 (50), 2021, doi.org/10.1021/acsami.1c16930
- [19] R. Oborilova, H. Simeckova, M. Pastucha, S. Klimovic, I. Visova, J. Pribyl, H. Vaisocherova-Lisalova, R.) Pantucek, P. Skladal, I. Maslanova, Z. Farka, Atomic force microscopy and surface plasmon resonance for real-time single-cell monitoring of bacteriophage-mediated lysis of bacteria, *Nanoscale*, 2021, 13, 13538–13549, doi.org/10.1039/D1NR02921E
- [20] J. Anthi, V. Kolivoška, B. Holubová, H. Vaisocherová-Lísalová, Probing polymer brushes with electrochemical impedance spectroscopy: a mini review, *Biomaterials Science*, 2021, doi.org/10.1039/D1BM01330K

Oddělení nízkoteplotního plazmatu

Plazmatická depozice tenkých a ultratenkých polovodičových či dielektrických vrstev

V Oddělení nízkoteplotního plazmatu jsme vyvinuli a realizovali několik nízkoteplotních plazmatických metod určených pro depozici polovodičových a dielektrických oxidových vrstev s aplikacemi ve fotoelektrochemii a fotonice. Jedná se o polykrystalické vrstvy jednoduchých a ternárních oxidů s vodivostí typu p nebo n a definovanou šířkou zakázaného pásu.

V první řadě se jedná o plazmatické zdroje využívající reaktivního rozprašování pevného terče v různých uspořádáních, umožňujících generaci plazmatu s vysokou koncentrací iontů a elektronů. Jsou to převážně pulzní plazmatické systémy využívající planární magnetronové výboje nebo výboje v dutých katodách s proudícím plazmatem. V některých případech bylo pro zvýšení ionizace použito dalšího přídavného plazmatického zdroje ECWR, což je vysokofrekvenční induktivně vázaný výboj s elektronovou cyklotronovou vlnou pracující ve vlnové rezonanci.

Vyvinuli jsme a realizovali unikátní plazmatické zařízení pro nanášení ultratenkých vrstev. Tato nová plazmatická metoda deponuje cyklicky jednu atomární monovrstvu za druhou (ALD proces) a využívá pro generaci plazmatu mikrovlnné zdroje povrchových elektromagnetických vln.

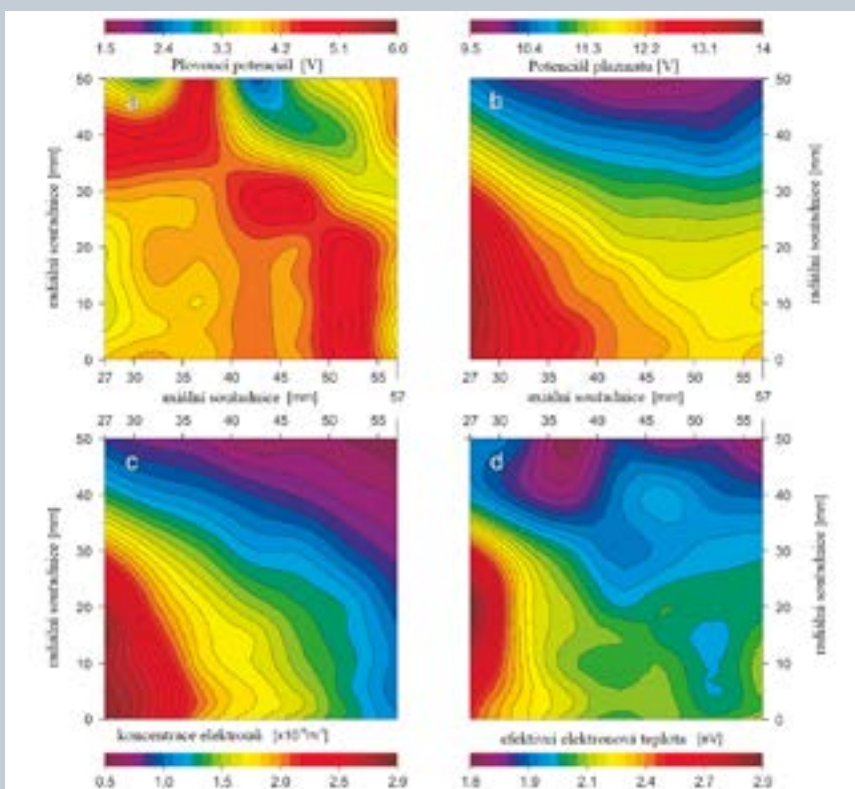
Díky detailnímu studiu parametrů plazmatu v tomto systému bylo možné najít podmínky pro optimální ALD

růst ultratenkých krystalických TiO_2 při teplotách okolo 250°C . Tyto krystalické polovodičové ultratenké vrstvy mají řadu aplikací pro fotonické a fotoelektrochemické aplikace. Parametry tohoto mikrovlnného depozičního plazmatu byly analyzovány s prostorovým rozlišením a výsledky těchto měření je možné vidět na obr. 2.4.13. Výsledky studia těchto nových plazmatických depozičních systémů byly publikovány v [1–3].

V roce 2022 se podařilo komerčně uplatnit vyvinutý a patentovaný vícetryskový plazmatický zdroj s dutými katodami [4, 5], který byl prodán jako prototyp firmě IQS Group s.r.o., která je implantuje do svého depozičního výrobního zařízení pro produkci optických bezpečnostních prvků.

LITERATURA

- [1] J. Olejníček, A. Hrubantová, L. Volfová, M. Dvořáková, M. Kohout, D. Tvarog, O. Gedeon, H. Wulff, R. Hippler, Z. Hubička, WO3 and WO3-x thin films prepared by DC hollow cathode discharge, *Vacuum* 195 (2022) 110679, doi.org/10.1016/j.vacuum.2021.110679
- [2] D. Tvarog, J. Olejníček, J. Kratochvíl, P. Kšírová, A. Poruba, Z. Hubička, M. Čada, Characterization of radical-enhanced atomic layer deposition process based on microwave surface wave generated plasma, *J. Appl. Phys.* 130 (2021) 013301, doi.org/10.1063/5.0046829



Obr. 2.4.13: Parametry mikrovlnného plazmatu v ALD depozičním systému. Obrázek ukazuje prostorové rozložení parametrů plazmatu v ALD plazmatickém systému, jako je plovoucí potenciál, potenciál plazmatu, koncentrace elektronů a efektivní elektronová teplota. (autor obrázku: D. Tvarog)

- [3] R. Hippler, M. Čada, Z. Hubička, A positively biased external anode for energy control of plasma ions hollow cathode and magnetron sputtering discharge, *Plasma Sources Sci. Technol.* 30 (2021) 045003.
- [4] Z. Hubička, M. Čada, P. Kšířová, M. Klinger, Method of low-temperature plasma generation, method of an electrically conductive or ferromagnetic tube coating using pulsed plasma and corresponding devices, EU patent EP3788181A1
- [5] J. Olejníček, J. Šmíd, Z. Hubička, P. Adámek, M. Čada, Š. Kment, Method for controlling the deposition rate of thin films in a vacuum multi-nozzle plasma system and a device for performing of the WO2018059609, US20190276937, EP 3520131 A4.

Oddělení analýzy funkčních materiálů

Tenké vrstvy s vysokou entropií

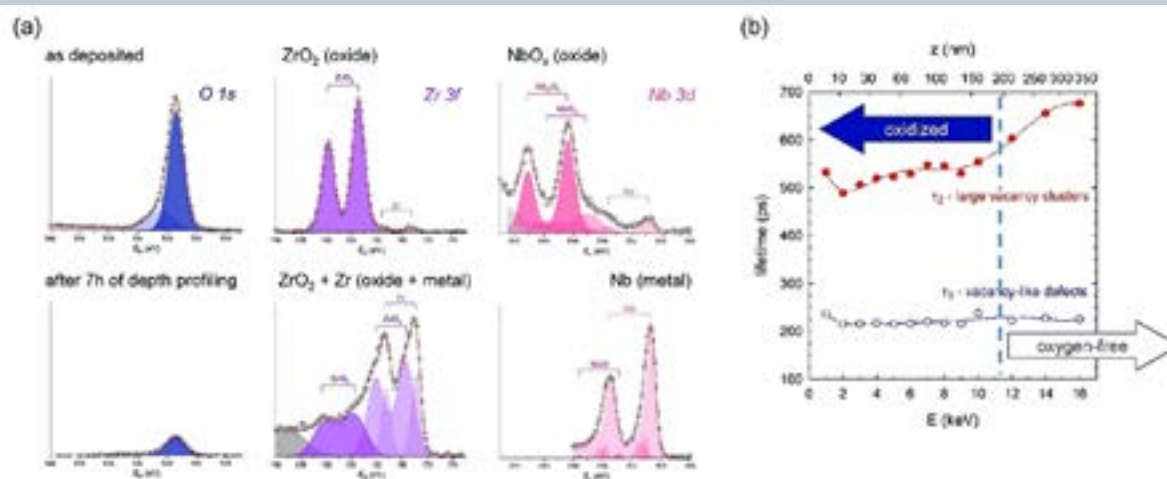
Slitiny s vysokou entropií zaznamenaly výrazný rozvoj v posledních deseti letech jakožto nová skupina materiálů s jedinečnými vlastnostmi. Na rozdíl od konvenčních slitin založených na jednom hlavním prvku, HEA jsou tvořeny typicky čtyřmi až šesti prvky o vysokých koncentracích mezi 5–35 at. %. Charakteristickou vlastností HEA je přítomnost lokálních distorzí krystalické mřížky v důsledku různých velikostí atomů náhodně obsazujících polohy v krystalické mřížce. Tyto distorze mohou mít výrazně pozitivní vliv na absorpci vodíku a činí tak z HEA zajímavého kandidáta pro ukládání vodíku v pevných látkách.

Mezi nejslibnější kandidáty řadíme slitiny přechodových kovů, např. HfNbTaTiZr. Pomocí magnetronového naprašování lze připravit tenké vrstvy s odlišnými mikrostrukturami a odlišnou strukturou defektů, a jsou tudíž vhodné pro studium absorpce

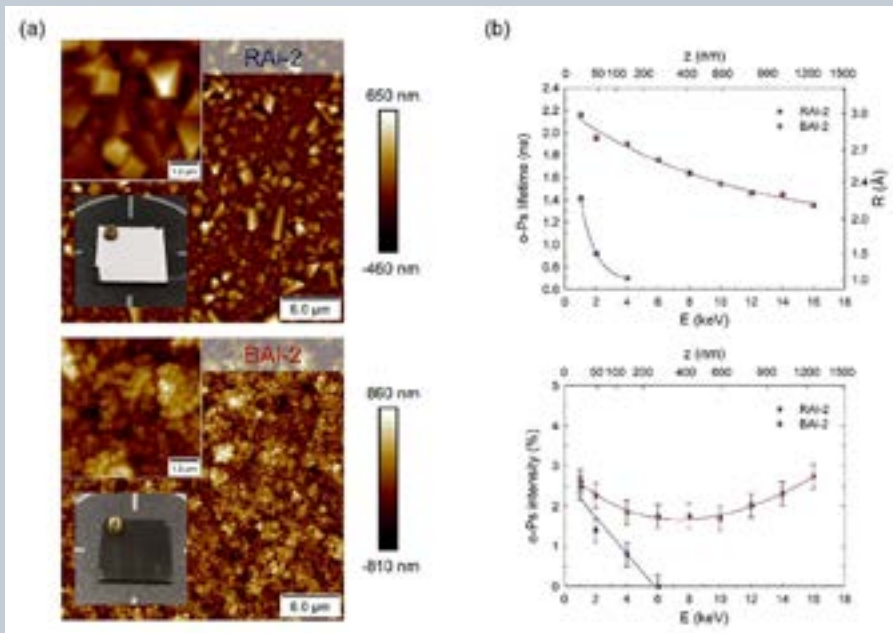
vodíku v krystalické mřížce. V práci [1] jsme kombinací metod XPS a pozitronové anihilační spektroskopie prostudovali konkurenční jev oxidace HfNbTaTiZr vrstvy na atmosféře. Přítomnost velkých klastrů vakancí v amorfni vrstvě způsobuje absorpci kyslíku do hloubky několika desítek až stovek nanometrů, zatímco v nanokrystalických vrstvách je tento jev řádově nižší.

Nanoporozita tenkých vrstev černých kovů

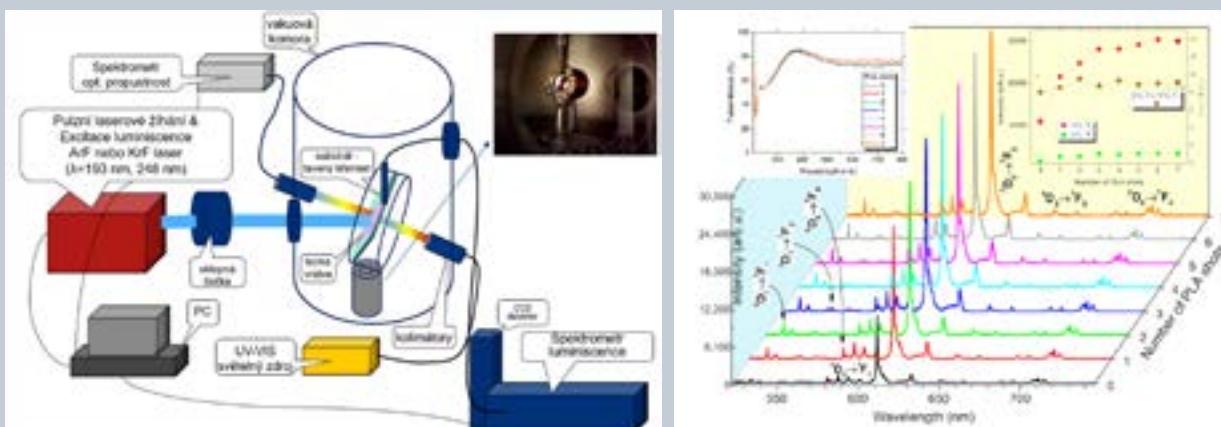
Černé kovy jsou charakteristické velmi rozmanitým fraktálovitým povrchem s útvary řádově menšími, než je vlnová délka dopadajícího světla. Jejich základní vlastností je extrémně nízká odrazivost v širokém spektrálním rozmezí od ultrafialové po blízkou infračervenou oblast vlnových délek. Tuto extrémní absorpci světla v černých kovech lze úspěšně popsat pomocí mechanismu lokalizované povrchové plazmonové rezonance volných elektronů v nanostrukturovaném materiálu. Pomocí pozitronové anihilační spektroskopie byla pozorována tvorba pozitronia, to jest vodíku podobnému vázanému stavu elektron-pozitron,



Obr. 2.4.14: (a) Oxidace vrstvy HfNbTaTiZr do hloubky 200–300 nm zjištěná pomocí metody XPS. (b) Hloubkový profil doby života pozitronů ve vakancích a klastrech vakancí.



Obr. 2.4.15: Srovnání tenkých hliníkových vrstev – klasický reflektivní vs. černý hliník: (a) morfologie povrchu změřená metodou AFM, (b) hloubkový profil doby života a intenzity ortho-positronia, které je stabilní v porézních materiálech



Obr. 2.4.16: Systém pro in-situ monitorování pulzního laserového žíhání tenkých vrstev. Závislost optických vlastností (luminescence a optická propustnost) vrstev Lu2O3:Eu při laserovém žíhání.

což přineslo přímý experimentální důkaz o existenci nanopórů o rozměrech 4–5 Å [2]. Na základě těchto pozorování byla nanoporozita určena jako klíčový strukturální parametr, určující typické vlastnosti černých kovů.

In-situ monitorování laserového žíhání

Laserové žíhání umožňuje výhodnou modifikaci vlastností materiálů zejména ve formě tenkých vrstev. Metoda je vhodná pro zpracování vrstev nanosených na substrátech citlivých na teplotu, kde není možné využít teplotní žíhání. U kovových vrstev je možné s využitím laserového žíhání vytvářet nanostruktury pro aplikace v plazmonice. U polovodičových a dielektrických vrstev pro optiku, optoelektroniku a senzory vede ke zlepšení jejich luminiscenčních vlastností [3, 4]. Pro rychlé nalezení optimálních podmínek pulzního laserového žíhání (vlnová délka laseru, hustota energie,

počet pulzů, opakovací frekvence, okolní atmosféra, teplota substrátu) byl vyvinut systém využívající současné in-situ monitorování optických vlastností (fotoluminiscence a optické propustnosti/odrazivosti během procesu žíhání) (obr. 2.4.16).

In-situ monitorování depozičního procesu

Pulzní laserová depozice je metoda široce používaná pro přípravu různé škály materiálů, zejména pro aplikovanou a základní výzkum. V laserovém plazmatu probíhají komplikované fyzikální a chemické procesy, které následně mají vliv na výsledné vlastnosti připravených materiálů. Proto je nezbytné detailní studium plazmatu pro efektivní přípravu nových materiálů. Metoda Langmuirovy sondy je široce využíván jednoduchý diagnostický nástroj pro charakterizování různých druhů plazmatu v reálném čase. Protože původní teorie pro Langmuirovu sondu byla vytvořena pro

jiný druh plazmatu, než je pulzní vysoce energetické laserové plazma, proto není její aplikace přímočará a může vést k nesprávné interpretaci a často nesprávné analýze dat.

V přehledné publikaci [5] jsme analyzovali limity a chápání této techniky jako základu pro dosažení jejího plného potenciálu. To je zvláště užitečné pro naléhavou potřebu in-situ diagnostiky v reálném čase a zpětnovazebních smyček pro systematickou implementaci techniky pulzní laserové depozice. Využili jsme principu kombinace Langmuirovy sondy s úhlovým a časovým rozlišením (obr. 2.4.17) v kombinaci s optickou emisní spektroskopií. Tato metoda byla využita pro sledování plazmatu generovaného ablací stříbra v různých atmosférách pro efektivní přípravu stříbrných nanočástic a ultratenkých vrstev [6]. V dalších experimentech bylo provedeno porovnávání laserového plazmatu kovů Cu, Co, Ag a Bi [7]. Zahájili jsme také experimenty s monitorováním přípravy tenkých vrstev halidů mědi, které mají výrazný aplikační potenciál pro transparentní elektroniku [8] jako transparentní polovodič typu p.

Povrchová modifikace 2D MXénových materiálů

Velkou pozornost jsme věnovali novému výzkumu v oblasti 2D karbidů přechodných kovů, karbonitridů a nitridů, souhrnně označovaných jako MXény, jejichž struktura je schematicky zobrazena na obr. 18. Obecný vzorec MXénů je $M_{n+1}X_nT_x$, ($n = 1-3$), kde M představuje přechodový kov 3. až 6. skupiny (např. Sc, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo), X je uhlík nebo dusík a T_x

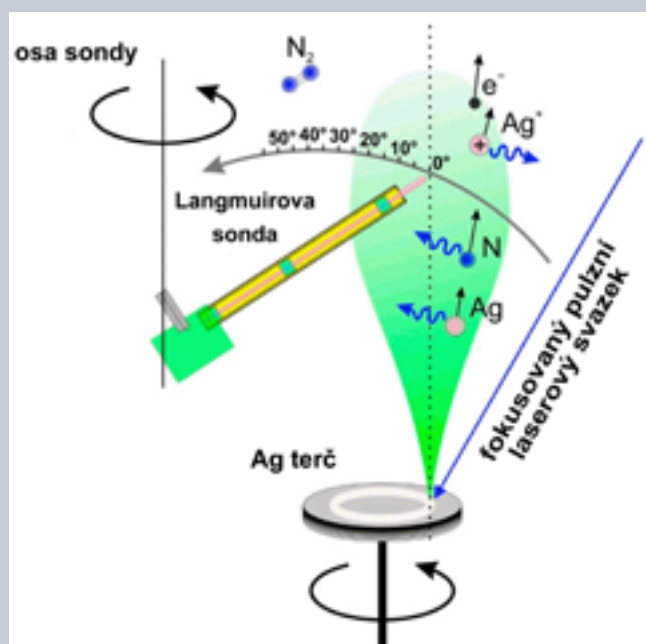
znamená povrchová zakončení, která mohou být například hydroxyl, kyslík nebo fluor.

Tyto materiály patří do kategorie 2D materiálů podobně jako grafen. Ve spolupráci s Vysokou školou chemicko-technologickou v Praze jsme cíleně roubovali povrchové funkční skupiny. Povrchová funkcionizace 2D materiálů umožňuje ladit jejich vlastnosti v aplikaci pro elektronická zařízení a měnit katalytickou aktivitu. Výrazných úspěchů jsme dosáhli využitím lokalizované povrchové plazmonové rezonance pro plazmonem podporované roubování MXene [9] (obr. 2.4.19) a také použití povrchové plazmonové rezonance pro využití $Ti_3C_2T_x$ MXene katalytické aktivity pro zesílení reakce evoluce vodíku (obr. 2.4.20) [10].

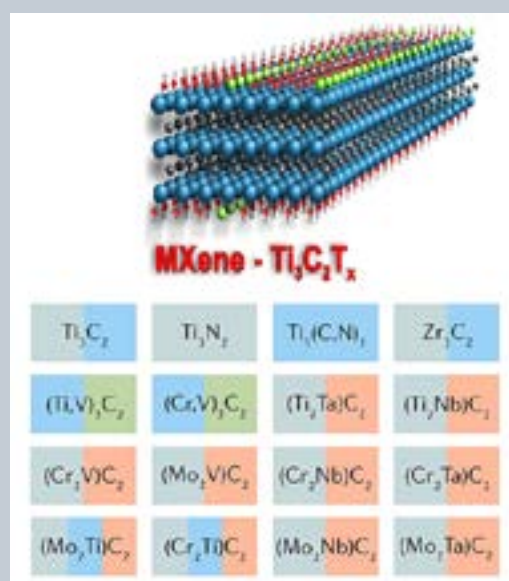
Nanomateriály na bázi uhlíku pro biologické aplikace

Hodnocení interakcí nanomateriálů na bázi uhlíku s imunitním systémem je kritickým krokem v hodnocení jejich zdravotních rizik. Naše studie se zaměřila na schopnost vícestěnných uhlíkových nanotrubic a dvou různých typů grafenových destiček vyvolávat zánětlivou reakci (obr. 2.4.21). Zjišťovali jsme, zda intracelulární přítomnost uhlíkových nanoobjektů moduluje prozánětlivou odpověď lidských primárních monocytů vůči běžným patogenům. Imunomodulační účinek nanomateriálů je kritickým problémem při hodnocení bezpečnosti nanomateriálů.

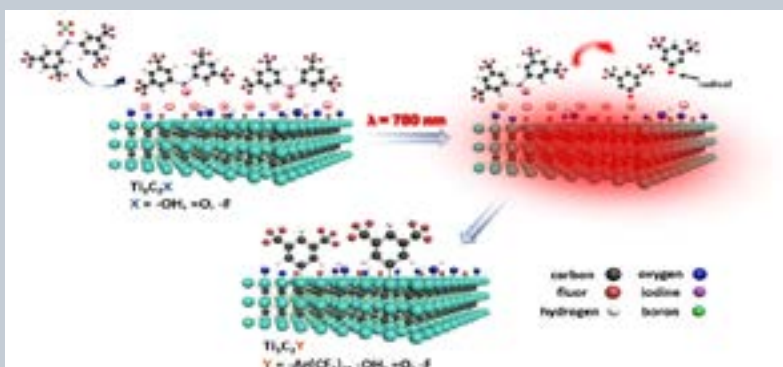
To je především zajímavé u akutně necytotoxických a biologicky odolných uhlíkových nanomateriálů. Jejich interakce s organismem může mimo jiné změnit imunitu tak, že dojde k nepřiměřeným imunitním



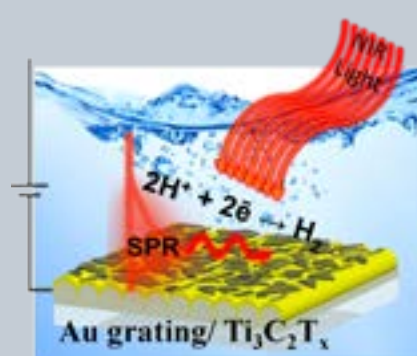
Obr. 2.4.17: Schematické znázornění Langmuirovy sondy a laserového plazmatu generovaného ns laserovým pulzem z Ag terče.



Obr. 2.4.18: Znázornění typické vrstevnaté struktury $Ti_3C_2T_x$. Atomy Ti jsou znázorněny modře a atomy C černě.

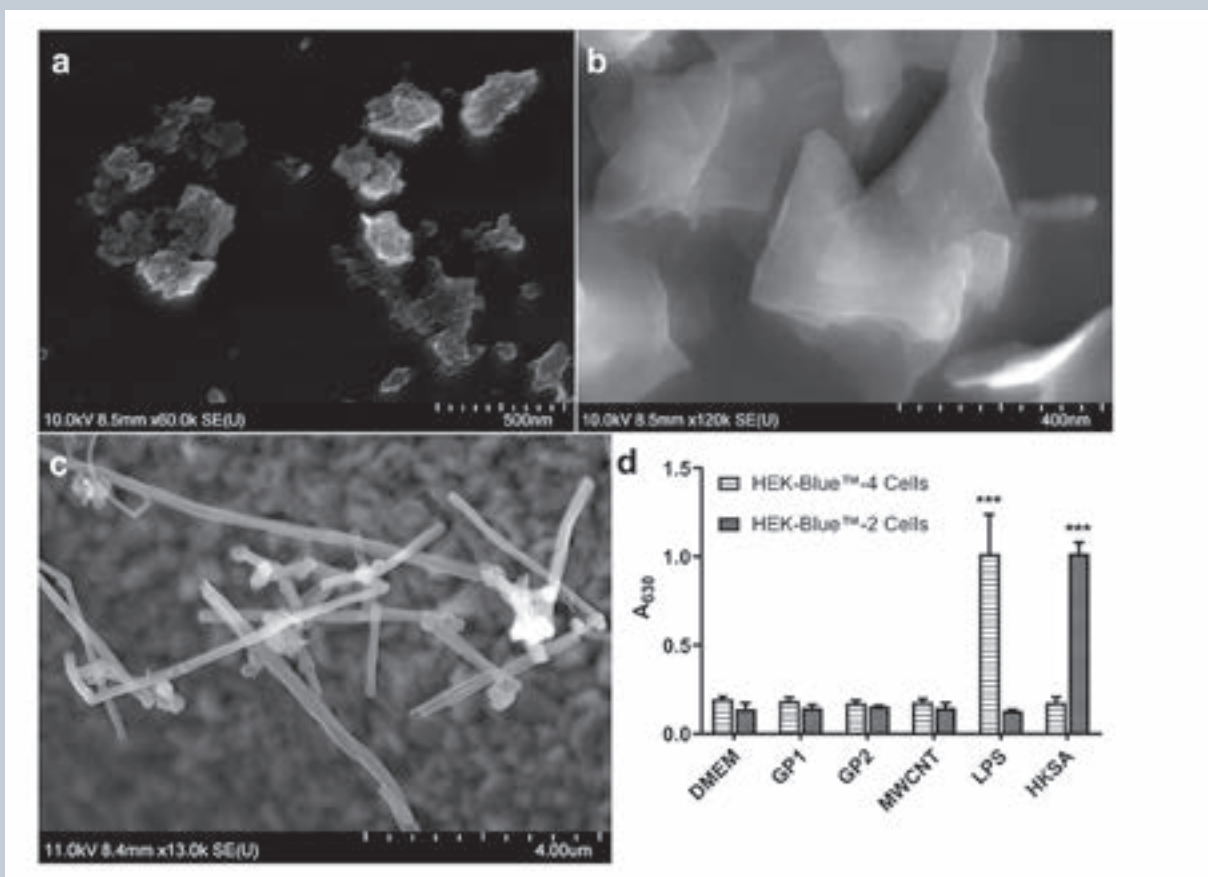


Obr. 2.4.19: Schematické znázornění využití plazmonové rezonance pro přímou excitaci na vložkách MXénů. Jsou indukovány vysoce reaktivní radikály z elektrostaticky absorbovaných kationtů jodoniových solí. To umožňuje okamžité naroubování vytvořených radikálů na okraje vložek a bazální roviny. Použili jsme bis-CF₃-substituované jodoniové soli a následná analýza složení povrchu vložek Ti₃C₂Tx ukázala pokles celkové koncentrace kyslíku a oxidovaného titanu se současným zvýšením povrchové koncentrace fluoru připojením skupiny –CF₃. Tímto způsobem je možné vytvořit vodoodpudivý a oxidačně stabilní vodivý povlak MXene [34].



Obr. 2.4.20: Schéma nově navržené hybridní struktury mřížka Au/ Ti₃C₂Tx umožňuje využití blízké infračervené části slunečního spektra, které se běžně nepoužívá při fotolýze vody. Tímto je možné dosáhnout lepší účinnosti při výrobě zeleného vodíku za podpory obnovitelné energie [35].

97



Obr. 2.4.21: (a) SEM snímek grafenových destiček tvořících malé agregáty; (b) SEM snímek grafenových destiček tvořících velké skupiny; (c) detail SEM struktury vícevrstevných uhlíkových nanotrubic; (d) Buňky HEK-Blue™ reagují na nanomateriály na bázi uhlíku.

reakcím nebo naopak k narušení aktivace imunity v reakci vyžadujících případech, resp. v případech napažení organismu patogeny. Zkoumali jsme reakce imunitního systému na přítomnost uhlíkových nanotubic a dva typy grafenových nanodestiček. Použili jsme lidské krevní monocytů, které byly následně vystaveny bakteriálním podnětům. Ukázali jsme, že uhlíkové nanoobjekty během krátké doby zvýšily fagocytózu monocytů a urychlily diferenciace na makrofágy. Podle našich údajů způsobila přítomnost nanočástic také alterace buněčného cytoskeletu [11].

LITERATURA

- [1] P. Hruška, F. Lukáč, S. Cichoň, M. Vondráček, J. Čížek, L. Fekete, J. Lančok, J. Veselý, P. Minárik, M. Cieslar, O. Melikhova, T. Kmječ, M.O. Liedke, M. Butterling, A. Wagner, Oxidation of amorphous HfNbTaTiZr high entropy alloy thin films prepared by DC magnetron sputtering, *Journal of Alloys and Compounds* 869 (2021) 157978, DOI:10.1016/j.jallcom.2020.157978
- [2] P. Hruška, J. More-Chevalier, M. Novotný, J. Čížek, O. Melikhova, L. Fekete, M. Poupon, J. Bulíř, L. Volfová, M. Butterling, M.O. Liedke, A. Wagner, P. Fitl, Effect of roughness and nanoporosity on optical properties of black and reflective Al films prepared by magnetron sputtering, *Journal of Alloys and Compounds* 872 (2021) 159744, doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.159744
- [3] Novotný M., Remsa J., Havlová Š., More-Chevalier J., Irimiciuc S.A., Chertopalov S., Písařík P., Volfová L., Fitl P., Kmječ T., Vršata M., Lančok J.: In Situ Monitoring of Pulsed Laser Annealing of Eu-Doped Oxide Thin Films, *Materials*, 14, (2021), 7576; doi.org/10.3390/ma14247576
- [4] Havlová Š., Novotný M., Fitl P., More-Chevalier J., Remsa J., Kiisk V., Kodu M., Jaaniso R., Hruška P., Lukáč F., Bulíř J., Fekete L., Volfová L., Vondráček M., Vršata M., Lančok J.: Effect of pulsed laser annealing on optical and structural properties of ZnO:Eu thin film, *Journal of Materials Science*, 56, (2021), 11414–11425; doi.org/10.1007/s10853-021-06030-w
- [5] S.A. Irimiciuc, S. Chertopalov, J. Lancok, V. Craciun; Langmuir Probe Technique for Plasma Characterization during Pulsed Laser Deposition Process; *Coatings* 11 (2021) 762; doi.org/10.3390/coatings11070762
- [6] S.A. Irimiciuc, S. Chertopalov, J. Bulir, L. Fekete, M. Vondracek, M. Novotny, V. Craciun, J. Lancok, In situ optical and electrical analysis of transient plasmas generated by ns-laser ablation for Ag nanostructured film production; *Vacuum* 193 (2021) 110528; DOI10.1016/j.vacuum.2021.110528
- [7] S.A. Irimiciuc, S. Chertopalov, M. Novotny, V. Craciun, J. Lancok; On the Dynamics of Transient Plasmas Generated by Nanosecond Laser Ablation of Several Metals, *Materials* 14, (2021) 7336; DOI10.3390/ma14237336
- [8] S.A. Irimiciuc, S. Chertopalov, M. Novotny, V. Craciun, J. Lancok; Understanding pulsed laser deposition process of copper halides via plasma diagnostics techniques, *J. of Appl. Phys.* 130 (2021) 243302, DOI10.1063/5.0077082
- [9] A. Olshtrem, S. Chertopalov, O. Guselnikova, R.R. Valiev, M. Cieslar, E. Miliutina, R. Elashnikov, P. Fitl, P. Postnikov, J. Lancok, V. Svorcik, O. Lyutakov; Plasmon-assisted MXene grafting: tuning of surface termination and stability enhancement; *2D MATERIALS* 8 (2021) 045037; DOI10.1088/2053-1583/ac27c0
- [10] A. Zabelina, D. Zabelin, E. Miliutina, J. Lancok, V. Svorcik, S. Chertopalov, O. Lyutakov; Surface plasmon-polariton triggering of Ti3C2Tx MXene catalytic activity for hydrogen evolution reaction enhancement; *Journal of Materials Chemistry A* 9 (2021) 17770–17779; DOI10.1039/d1ta04505a
- [11] T. Svadlakova, M. Kolackova, R. Vankova, R. Karakale, A. Malkova, P. Kulich, F. Hubatka, P. Turanek, Knotigova, I. Kratochvilova, M. Raska, J. Krejsek, J. Turanek; Carbon-Based Nanomaterials Increase Reactivity of Primary Monocytes towards Various Bacteria and Modulate Their Differentiation into Macrophages; *Nanomaterials* 11 (2021) 2510(1)-2510(17); doi.org/10.3390/nano11102510

Společná laboratoř optiky

Kvantová a nelineární optika

V roce 2021 jsme se zaměřili na experimentální studium fotonových rozdělení složitějších optických polí vytvořených kombinací několika intenzivních párových polí. Zejména jsme studovali vlastnosti 3-dimenzionálních optických polí. Tato pole umožňují pomocí metody post-selekce vytvořit 2-dimenzionální optická pole vykazující antikorelace v počtech fotonů [1].

V dalším experimentu jsme vytvořili 3-dimenzionální pole, které vykazují šachovnicové struktury v 3-dimenzionálním fotonovém rozdělení [2]. Zobecnění dříve odvozených kritérií neklasickosti vícedimenzionálních polí přinášíme v práci [3].

Realizovali jsme také ideu tzv. složených intenzivních párových polí, která vznikají složením měření provedených na slabých identických párových polích, a studovali jsme vlastnosti takových polí a jejich přínos pro kvantové protokoly využívající párových fotonových polí, jako např. pro absolutní kalibraci detektorů, generaci subpoissonovských polí a také kvantových absorpčních měření [4].

Pokračovali jsme ve vývoji inovativních nástrojů detekce kvantové provázanosti pro tripartitní systémy. Naše experimentální výsledky založené na detekci pomocí náhodných lokálních projekcí jsme uveřejnili v časopise Quantum [5]. V analogii s modely sestupné parametrické frekvenční konverze jsme popsali Ramanův proces a jeho kvantové vlastnosti. Ukázali jsme, že za specifických podmínek jsou ve Stokesově a anti-Stokesově módu generovány stavy vykazující perfektní párování fotonů a z něho odvozené vysoce neklasické vlastnosti. Ty jsme studovali s pomocí standardních kvantifikátorů zahrnujících neklasickost, kvantové korelace, EPR steering a porušení Bellových nerovností [6].

V oblasti kvantového zpracování informace jsme se dále věnovali metodám detekce kvantové provázanosti bez nutnosti sladit měřicí báze mezi pozorovateli sdílejícími kvantový stav [7]. Ukazujeme, že tato metoda může nalézt uplatnění v oblasti kvantové komunikace na velké vzdálenosti. V další práci [8] studujeme experimentálně i teoreticky hierarchii kvantových korelací na modelových stavech. Detailně ukazujeme, jaká je posloupnost „síly“ jednotlivých korelací od kvantové provázanosti až po porušení nelokality.

Optické technologie

Skupina optických technologií se podílí na řešení úkolů základního i aplikovaného výzkumu včetně výzkumu, vývoje a produkce unikátních optických a optoelektronických prvků. Obvyklý podíl na provozu a rozvoji Observatoře Pierra Augera (PAO) a teleskopů kolaborace FAST v lokalitách jejich umístění byl už druhý rok silně poznamenán pandemií covidu-19.

Skupina vzdáleně zajišťovala provoz teleskopů FAST a dále se zaměřila zejména na analýzu dříve porízených dat pomocí PAO v oblasti detekce mionů [9]. Pokračoval vývoj zařízení pro kalibraci fluorescenčních

ních detektorů PAO, ke kterému olomoucká skupina přispívá zejména vývojem zdroje záření s vysokou uniformitou, který je založen na sofistikovaných úpravách komerčně dostupných integračních koulí [10]. Celý proces absolutní kalibrace fluorescenčních detektorů pomocí XY-skeneru s integrační koulí byl pak popsán v konferenčním příspěvku [11]. Rovněž nejnovější výsledky kolaborace FAST byly prezentovány na téže konferenci [12]. Olomoucká skupina se věnovala vývoji databázového systému pro registraci událostí zaznamenaných teleskopy FAST, technikami kalibrace teleskopů a vývojem nového typu detektoru FAST.

V rámci kolaborace Cherenkov Telescope Array (CTA) se skupina podílela na vývoji všech tří typů teleskopů plánovaných pro observatoře. Na observatoři v Ondřejově byl v roce 2021 instalován jeden prototyp teleskopu SST-1M (česko-polsko-švýcarská spolupráce) a zahájeny práce na instalaci druhého. Pro teleskopy střední velikost (MST) probíhají v česko-polské spolupráci práce na vývoji unikátní technologie zrcadlových segmentů se zadní reflexní vrstvou.

Od roku 2020 je olomoucká skupina zapojena i do vývoje největších plánovaných teleskopů CTA (LST), kde se podílí na vývoji systémů justáže teleskopů, studiích nežádoucí koncentrace odraženého slunečního záření a vývoji senzoru pro stelní interferometrii. Budoucí přínos observatoří CTA pro astrofyziku gama záření byl shrnut v publikaci [13].

Skupina rovněž pokračovala ve vývoji celoblohových kamer pro monitoring stavu atmosféry, které slouží pro potřeby kolaborací PAO, CTA, SWGO i pro observatoř VLT ESO. Skupina se podílela také na vývoji autonomních stanic pro sledování environmentálních charakteristik kandidátských lokalit pro budoucí pozemní observatoře, jedna z nich byla instalována v lokalitě Imata v Peru [14].

V oblasti charakterizace materiálů byla značná pozornost věnována hodnocení lokálních mechanických vlastností objemových materiálů. Podrobně byly studovány vlastnosti NiTi slitin vykazujících superelastické chování nebo tvarovou paměť. Dosavadní výsledky naznačují, že kombinace nanoindentačního měření s 3D mikroskopickou analýzou před a po termální modifikaci umožní podrobnější pochopení deformační odezvy NiTi slitin [15]. Citlivost mechanické odolnosti NiTi slitin na jejich fázové složení i na termomechanické zpracování byla pozorována také v případě komerčních slitin [16]. Mapování mechanických vlastností bylo studováno v případě bioaktivních MTA cementů [17]. Elastické charakteristiky materiálů byly vyhodnocovány také pomocí techniky laserem aktivované povrchové vlny. Naměřené hodnoty byly porovnány s výsledky nanoindentační zkoušky a dále byl touto technikou sledován vliv mikrostruktury na rychlost šíření povrchových vln [18].

LITERATURA

- [1] Perina, J; Michalek, V; Machulka, R; Haderka, O: Two-beam light with simultaneous anticorrelations in photon-number fluctuations



- and sub-Poissonian statistics, *Phys. Rev. A* 104, 13712 (2021), 10.1103/PhysRevA.104.013712, doi.org/10.1103/PhysRevA.104.013712
- [2] Perina, J; Michalek, V; Machulka, R; Haderka, O: Two-beam light with ‚checkered-pattern‘ photon-number distributions, *Opt. Express* 29, 29704–29719 (2021), 10.1364/OE.431204, doi.org/10.1364/OE.431204
- [3] Jan Perina Jr., Pavel Pavlicek, Vaclav Michalek, Radek Machulka, and Ondrej Haderka: Non-classicality criteria for N-dimensional optical fields detected by quadratic detectors, *Phys. Rev. A* 105, 013706 (2022), 10.1103/PhysRevA.105.013706, doi.org/10.1103/PhysRevA.105.013706
- [4] Perina, J; Cernoch, A; Soubusta, J: Compound Twin Beams Without the Need of Genuine Photon-Number-Resolving Detection, *Phys. Rev. Appl.* 16, 24061 (2021), 10.1103/PhysRevApplied.16.024061, doi.org/10.1103/PhysRevApplied.16.024061
- [5] Barasinski, A; Cernoch, A; Laskowski, W; Lemr, K; Vertesi, T; Soubusta, J: Experimentally friendly approach towards nonlocal correlations in multisetting N-partite Bell scenarios, *Quantum* 5, 430 (2021), doi.org/10.22331/q-2021-04-14-430
- [6] Thapliyal, K; Perina, J: Ideal pairing of the Stokes and anti-Stokes photons in the Raman process, *Phys. Rev. A* 103, 33708 (2021), 10.1103/PhysRevA.103.033708, doi.org/10.1103/PhysRevA.103.033708
- [7] Jirakova, K; Barasinski, A; Cernoch, A; Lemr, K; Soubusta, J: Measuring Concurrence in Qubit Werner States Without an Aligned Reference Frame, *Phys. Rev. Appl.* 16, 54042 (2021), 10.1103/PhysRevApplied.16.054042, doi.org/10.1103/PhysRevApplied.16.054042
- [8] Jirakova, K.; Cernoch, A.; Lemr, K.; Bartkiewicz, K.; Miranowicz, A.: Experimental hierarchy and optimal robustness of quantum correlations of two-qubit states with controllable white noise, *Phys. Rev. A* 104, 62436 (2021), 10.1103/PhysRevA.104.062436, doi.org/10.1103/PhysRevA.104.062436
- [9] Aab, A et al. (Chytka, L.; Horvath, P.; Hrabovsky, M.; Michal, S.; Nozka, L.; Supik, J.; Vaclavek, L.; Vacula, M.; Mandat, D.; Palatka, M.; Pech, M.; Schovanek, P.): Measurement of the Fluctuations in the Number of Muons in Extensive Air Showers with the Pierre Auger Observatory, *Phys. Rev. Lett.* 126, 152002 (2021), 10.1103/PhysRevLett.126.152002, doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.152002
- [10] Vacula, M; Horvath, P; Chytka, L; Daumiller, K; Engel, R; Hrabovsky, M; Mandat, D; Mathes, HJ; Michal, S; Palatka, M; Pech, M; Schafer, CM; Schovanek, P: Use of a general purpose integrating sphere as a low intensity near-UV extended uniform light source, *Optik* 242, 167169 (2021), 10.1016/j.ijleo.2021.167169, doi.org/10.1016/j.ijleo.2021.167169
- [11] Schäfer, Ch. M. et al. (Chytka, L.; Hamal, P.; Horvath, P.; Hrabovsky, M.; Michal, S.; Nozka, L.; Vaclavek, L.; Vacula, M.; Mandat, D.; Palatka, M.; Pech, M.; Schovanek, P.): The XY Scanner – A Versatile Method of the Absolute End-to-End Calibration of Fluorescence Detectors. 37th International Cosmic Ray Conference (ICRC 2021), July 12th – 23rd, 2021, Online, Berlin, Germany, Proceedings of Science (ICRC2021) 220 (2021).
- [12] Fujii, T.: Albury, J.; Bellido, J.; Chytka, L.; Farmer, J.; Hamal, P.; Horvath, P.; Hrabovsky, M.; Kubo, H.; Kvita, J.; Malacari, M.; Mandat, D.; Mastrodicasa, M.; Matthews, J.; Michal, S.; Ni, X.; Nozaki, S.; Nozka, L.; Oka, T.; Palatka, M.; Pech, M.; Privitera, P.; Schovanek, P.; Salamida, F.; Smida, R.; Thomas, S.; Taketa, A.; Terauchi, K.; Travnicek, P.; Vacula, M.; Yoo, S.: Latest results of ultra-high-energy cosmic ray measurements with prototypes of the Fluorescence detector Array of Single-pixel Telescopes (FAST). 37th International Cosmic Ray Conference (ICRC 2021), July 12th – 23rd, 2021, Online, Berlin, Germany, Proceedings of Science (ICRC2021) 402 (2021).
- [13] Abdalla, H et al. (Cerny, K.; Chytka, L.; Horvath, P.; Hrabovsky, M.; Vacula, M.; Mandat, D.; Palatka, M.; Pech, M.; Schovanek, P.): Sensitivity of the Cherenkov Telescope Array for probing cosmology and fundamental physics with gamma-ray propagation, *J. Cosmol. Astropart. Phys.*, 48 (2021), 10.1088/1475–7516/2021/02/048.
- [14] Chytka, L.; Mandat, D.; Pech, M.; Stanik, D.; Vicha, J.; Travnicek, P.; Bohacova, M.; Tobiska, P.; Bulik, T.; Ciešlar, M., and Suchenek, M. on behalf of the SWGO Collaboration: AEROSITE: Autonomous Environmental and Scientific SWGO site Characterization Instrument. 37th International Cosmic Ray Conference (ICRC 2021), July 12th – 23rd, 2021, Online, Berlin, Germany, Proceedings of Science (ICRC2021) 738 (2021).
- [15] Samal, S.; Cibulkova, J.; Ctvrtlik, R.; Tomastik, J.; Vaclavek, L.; Kopecek, J.; Sittner, P. Tribological behavior of NiTi alloy produced by spark plasma sintering method. *Coatings* 11, 1246 (2021). doi.org/10.3390/coatings11101246
- [16] Jusku, A; Tomastik, J; Vaclavek, L; Jirasek, P; Harvan, L; Holik, P; Ctvrtlik, R: Physical Properties of Modern Reciprocal Endodontic Systems and Fatigue Failure Testing in Simulated Clinical Conditions, *Appl. Sci.-Basel* 11, 11160 (2021), doi.org/10.3390/app112311160
- [17] Zizka, R; Ctvrtlik, R; Tomastik, J; Facevicova, K; Vencalek, O; Sedy, J; Marincak, D: Assessment of Mineral Trioxide Aggregate Setting in

Simulated Root Canal with Different Root Canal Wall Thickness: In Vitro Study, Appl. Sci.-Basel 11, 1727 (2021),

doi.org/10.3390/app11041727

- [18] Tarasenko, A; Ctvrtlik, R; Kudelka, R:
Theoretical and experimental revision of surface acoustic waves on the (100) plane of silicon, Sci. Rep. 11, 2845 (2021),
doi.org/10.1038/s41598-021-82211-6



2.5 Sekce výkonových laserů – Centrum HiLASE

102

„V roce 2021 se nám podařilo získat tři světová prvenství: v navýšení středního výkonu laseru Bivoj na 1.45 kW, v multisvazkovém laserovém nanostrukturování a v rychlosti produkce laserem indukovaných periodických nanostruktur. A založili jsme náš první spin-off, společnost Hi-Beams.“

Ing. Tomáš Mocek, Ph.D.

Hlavním posláním Sekce výkonových laserů je výzkum a vývoj nové generace diodově čerpaných pevnolátkových laserů s vysokou energií v pulzu a zároveň vysokou opakovací frekvencí a současně rozvoj pokročilých laserových technologií a aplikací v laserovém Centru HiLASE v Dolních Břežanech. Cíleně se snažíme propojovat vědeckou excelenci s reálnými potřebami průmyslu a maximalizovat dopady výsledků našich výzkumných aktivit pro společnost. Kromě toho se část sekce lokalizovaná na pracovišti Slovanka systematicky věnuje základnímu i aplikacemi motivovanému výzkumu na pomezí fyziky vysokých hustot energie a chemie vysokých energií.

V roce 2021 Centrum HiLASE úspěšně završilo první dekádu své existence a dosáhlo tří světových rekordů. V lednu překonal laserový systém Bivoj svůj vlastní rekord z roku 2016, když na něm bylo stabilně dosaženo energie 145 J na 10 Hz, tj. téměř o 40 % více než před pěti lety. V červenci byl překonán světový rekord v rychlosti produkce ($1909 \text{ cm}^2/\text{min}$) laserem indukovaných periodických nanostruktur na nerezové oceli. V srpnu jsme oznámili rekord v multisvazkovém laserovém nanostrukturování s ohledem na počet laserových svazků (40401) současně modifikujících povrch materiálu.

Zahájili jsme realizaci strategicky důležitého projektu BROMI (Průlomové optoelektronické materiály pro přístrojovou techniku, TAČR Trend), který podporuje spolupráci týmů materiálových vědců z firmy CRYTUR s.r.o. a FZÚ s aplikátory a designéry přístrojů a přístrojových komponent z CRYTUR, HiLASE a firmy Lightigo.

Tím se urychluje přenos materiálů průlomových vlastností do praxe a vytváří se podmínky pro vývoj výrazně výkonnějších přístrojů v oblasti detekce záření, geologie, medicíny, optiky nebo laserové techniky.

V lednu byla založena společnost Hi-Beams, s.r.o., která vznikla strategickým spojením společnosti SHM, s.r.o. (expert na průmyslové PVD povlaky) a FZÚ. Tento spin-off nabízí inovativní způsoby povrchové úpravy materiálu a zcela nová, unikátní řešení v přípravě průmyslových nástrojů pomocí laserových technologií Centra HiLASE. Hi-Beams přichází s nabídkou služeb pro výrobní společnosti a firmy, kde je kladen důraz na ekonomické a efektivní využívání, přípravy a údržby nástrojů, jako např. v automotive, strojírenství nebo aerospace.

A v neposlední řadě se nám podařilo získat certifikaci ISO 9001 pro naši laboratoř provádějící testování materiálů pro určení prahu poškození způsobeného laserem a evropské ochranné známky pro laserový systém PERLA® a vláknový oscilátor GOPICO®.

Navzdory přetrvávající nepříznivé epidemické situaci se podařilo úspěšně realizovat řadu uživatelských experimentů v rámci programu Open Access. Za zmínku stojí především společný experiment Queen's University of Belfast a ELI Beamlines zkoumající laserové urychlování iontů z pevných terčů. Laserový svazek Perla-B byl fokusován do ohniska o velikosti několika mikrometrů na terčik z nitridu boru s plastovou vrstvou a podařilo se optimalizovat energii ve svazku urychlených protonů tak, že byla vyvolána jaderná fúzní reakce vodíku s jádrem boru,

známá jako „proton-boronová“ fúze. Jedná se o dosud první experiment svého druhu, který potvrdil produkci svazku alfa částic o energii několika MeV pomocí skutečně kompaktního laseru se špičkovým výkonem pouhých 10 GW, a otevírá tak cestu k budoucím multidisciplinárním aplikacím s tímto zdrojem částic.

Centrum HiLASE získalo prestižní ocenění Vizionáři 2021, které uděluje nevládní sdružení na podporu českého inovačního podnikání CzechInno, a to za aktivity týmu Martina Smrže v oblasti vývoje pulzního laseru na vlnové délce 2,1 mm pro medicínské, průmyslové a vesmírné aplikace. Odborná porota CzechInno dále vybrala osobnost projektu Vizionáři, kterou se stal Tomáš Mocek za svůj dlouhodobý přínos v oblasti propojování aplikovaného výzkumu v oboru laserových technologií s potřebami praxe.

Výzkumná a vývojová činnost Oddělení radiační a chemické fyziky na pracovišti Slovanka je směřována na pomezí fyziky vysokých hustot energie a chemie vysokých energií. Pro depozici energie v látce jsou většinou využívány výkonové laserové systémy, a to jak dlouhověké, tak krátkověké. Předmětem studia je především charakterizace svazků a jejich fokusace k zajištění dobře definovaných interakčních podmínek a studium fyzikálních a chemických procesů spojených s extrémními stavy hmoty. Kromě fundamentálních otázek spojených s dosažením a chováním exotických extrémních stavů hmoty, oddělení řeší specifické problémy z různých oborů, např. laboratorní astrofyziky,

astrobiologie (otázky vzniku života), fyziky a chemie atmosféry, fyziky a techniky inerciální fúze, radiačního poškození a opracování materiálů atp.

V roce 2021 bylo dosaženo významného pokroku zejména v oboru počítačových simulací odezvy různých materiálů (řada z nich má technický význam – diamant, grafén, organické polymery, různé kovy) na ozáření XUV/rtg laserovými impulsy. Ve většině případů již bylo dosaženo velmi dobré shody s experimentálními výsledky získanými s ultrakrátkými impulsy na zařízeních FLASH a FLASH2, LCLS, a European XFEL.

Z četných mezinárodních spoluprací v roce 2021 pak vyniká účast pracovníků na plné charakterizaci fokusovaných svazků v několika koncových stanicích rtg laseru s volnými elektrony European XFEL v Schenefeldu u Hamburku. Kromě výše zmíněného byla částicová diagnostika v Centru PALS obohacena nově vyvinutým elektronovým spektrometrem určeným pro měření horkých elektronů urychlených během interakce vysoce intenzivního laserového záření s plazmatem.

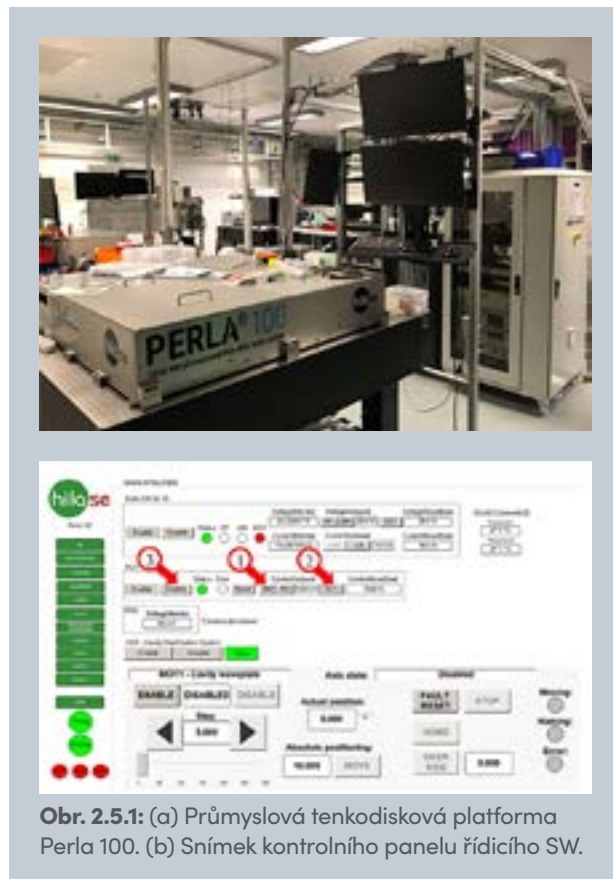
V roce 2021 byla oceněna práce našich teoretiků – Nikita Medvedev je členem autorského kolektivu, jemuž byla za práci Experimental study and multiscale modeling of latent tracks structure in radiation resistant dielectrics udělena první cena v kategorii Výzkum v aplikované fyzice v každoroční soutěži Spojeného ústavu jaderných výzkumů (SÚJV) v Dubně u Moskvy. Mezi významná ocenění pracovníků patří zařazení Petra Hauschwitze do žebříčku Forbes 30 pod 30.

Oddělení vývoje pokročilých laserů

Oddělení se zabývá výzkumem a vývojem v oblasti optiky, optických systémů, laserové fyziky a techniky. Významně spolupracuje s odborníky v oblasti vědeckých a průmyslových aplikací laserů a podílí se i na zprostředkování laserových systémů uživatelům v rámci vědeckých i komerčních aktivit centra HiLASE.

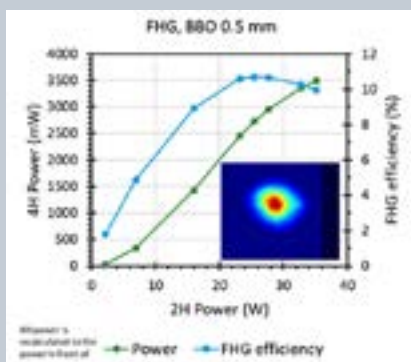
Oddělení má aktuálně šest odborných pracovních skupin, které řeší aktivity v oblasti výzkumu pikosekundových tenkodiskových laserů, vysokoenergetických diodově buzených laserů, kryogenně chlazených laserů, nelineární optiky, numerického modelování a vývoje komerčních laserových systémů. Těžiště práce oddělení spočívá v rozvoji pikosekundové laserové platformy Perla včetně vývoje subkomponent a vývoje kW nanosekundového laseru Bivoj.

Tenkodisková laserová platforma Perla (obr. 2.5.1) je klíčovým nástrojem v oblasti speciálního mikroobrábění v centru HiLASE. Kvalita platformy Perla [1] umožnila v předchozím roce demonstrovat mnoho nových špičkových obráběcích procesů, včetně světového rekordu v plošné rychlosti obrábění pikosekundovým pulzem. Z optického hlediska byla v roce 2021 dále zlepšena dlouhodobá stabilita výkonu a energie emitovaných pulzů, kvalita laserového svazku na základní (1030 nm) a druhé harmonické frekvenci (515 nm) a systém automatického řízení laseru. Podařilo se redukovat délku výstupního pulzu na 900 fs, přičemž

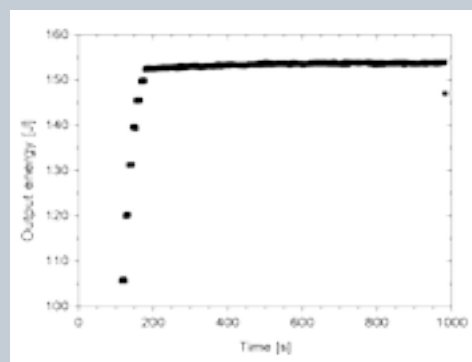


Obr. 2.5.1: (a) Průmyslová tenkodisková platforma Perla 100. (b) Snímek kontrolního panelu řídicího SW.

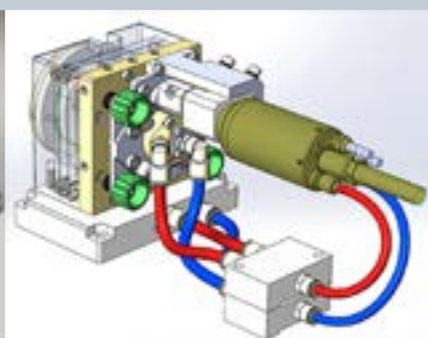




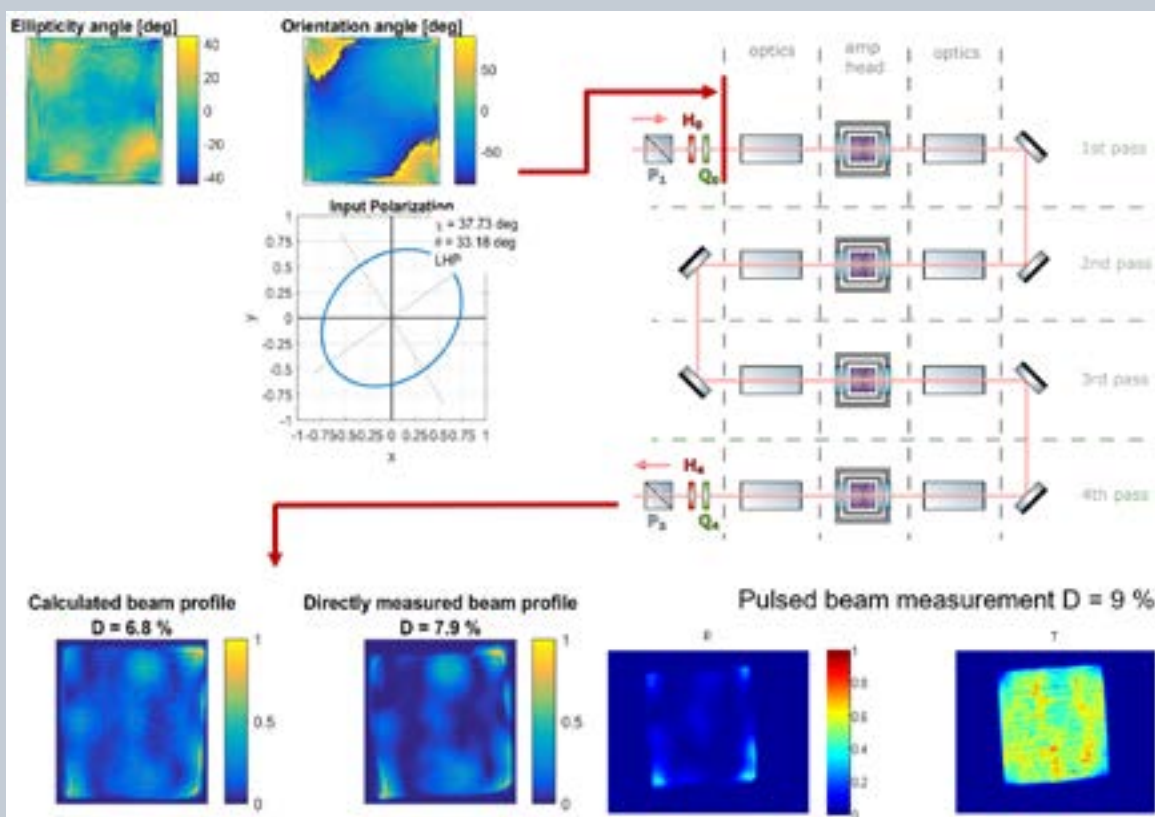
Obr. 2.5.2: Účinnost konverze do čtvrté harmonické frekvence a kvalita konvertovaného svazku v blízké zóně (vlozeno) na platformě Perla 100



Obr. 2.5.4: Maximální dosažená energie 153 J v pulzu na laserovém systému Bivoj



Obr. 2.5.3: (a) Prototyp tenkodiskové hlavice buzené přímo diodovým modulem (patentováno). (b) Model hlavice s vláknově vázaným buzením vyvinuté v rámci projektu BROMI.



Obr. 2.5.5: Schéma kompenzace depolarizace na systému Bivoj. Na základě znalosti odezvy systému je výpočetně predikována vstupní polarizace svazku, při jejímž použití je minimalizována depolarizace na výstupu laseru. Intenzita v S a P polarizaci na výstupu laseru (dole vpravo), porovnání intenzity v depolarizovaném svazku stanovené výpočtem (dole vlevo) a experimentem (dole uprostřed).

kvalita svazku dosahuje hodnot blízkých difrakční mezi. Parametr M^2 po optické kompresi je menší než 1,15 v obou navzájem kolmých osách i při středním výkonu > 85 W. Byla zvýšena konverzní účinnost do druhé harmonické frekvence na 60 % ze základní a do čtvrté na 25 % z druhé harmonické frekvence. Na čtvrté harmonické frekvenci (257,5 nm) bylo i přes fundamentální problémy s víceotonovou absorpcí a životností krystalů dosaženo výborné kvality svazku $M^2 < 2$ (obr. 2.5.2). Podrobně byla studována problematika konverze na 257 nm a životnosti konverzních krystalů [2]. Nově je pro Perlu k dispozici třetí harmonická frekvence s energií až 3,5 mJ. Skupina nelineární optiky navrhla inovativní optický systém pro účinné oddělení signální a jalové vlny optických parametrických zesilovačů ve střední infračervené spektrální oblasti [3].

V souvislosti s vývojem a komercializací tenkodiskových laserů dlouhodobě řešíme multioborové téma vývoje speciálních optomechanických komponent, což je od ledna 2021 podpořeno projektem BROMI se spoluúčastí domácího výrobce monokrystalů a optiky firmy Crytur s.r.o. Z této spolupráce vzešel komerční prototyp hlavic pro účinné buzení tenkodiskových laserů (obr. 2.5.3) a prototyp modulu tenkého disku. U modulů tenkého disku jsme v roce 2021 poprvé demonstrovali zlepšení tepelné mechanické vlastností tenkých Yb:YAG disků s využitím vysoce odrazných krystalických vrstev s vysokou tepelnou vodivostí, které nahrazují běžné multivrstvy s nízkou tepelnou vodivostí připravené naprašováním iontovým svazkem [4].

Ačkoli výrobci laserové optiky deklarují vysoký laserem indukovaný práh poškození dielektrických vrstev pro nanosekundové pulzy, běžně v řádu desítek J/cm², zkušenosti s využitím optiky s velkou aperturou a velkým svazkem ukazují podstatně horší hodnoty. Vyřešení problému homogenity dielektrických vrstev umožnilo na laserovém systému Bivoj opakované dosažení rekordu v energii pulzu diodově buzeného laseru, který činil 153 J (obr. 2.5.4) při opakovací frekvenci pulzů

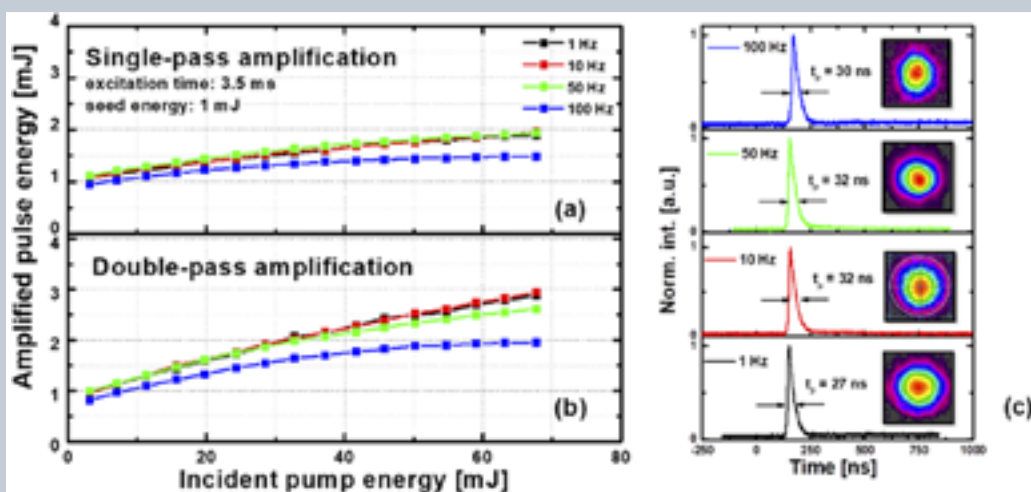
1 Hz a 143 J při frekvenci 10 Hz [5]. Výstup na frekvenci 10 Hz byl stabilně a opakovaně demonstrován, vždy po dobu jedné hodiny. Náš tým numerických simulací vyvinul s využitím polarimetrických měření unikátní výpočetní kód, který umožnil rekordní potlačení depolarizace v systému Bivoj. Její velikost klesla z 30 % pod 7 % (obr. 2.5.5), a v extrémním případě pak dokonce až k hodnotě 3 %. To umožnilo i zvýšení účinnosti konverze záření do druhé harmonické frekvence nad 80 %. Účinnost konverze je totiž závislá na polarizačním stavu záření a s rostoucí mírou depolarizace klesá. Ve druhé polovině roku 2021 byl na systému Bivoj také instalován kryogenně chlazený elektromagnet s polem 3,5 T, který po dokončení magnetooptického izolátoru umožní využití pulzů s energií > 100 J pro všechny interakční experimenty (obr. 2.5.6).

Skupina kryogenně chlazených laserů dlouhodobě zkoumá vlastnosti laserových materiálů dopovaných



Obr. 2.5.6: Fotografie kryogenně chlazeného magnetu pro vyvíjení magneto-optický izolátor pro 100J pulzy

105



Obr. 2.5.7: (a), (b) Energie a (c) profily svazku a výstupních pulzů dosažené s použitím jedno- a dvojprůchodového Tm:Y₂O₃ MOPA systému

Yb či Tm ionty a jejich vlastnostmi za nízkých teplot. V roce 2021 úspěšně demonstrovala mj. kryogenně chlazený MOPA systém s energií pulzu 2,9 mJ [6] (obr. 2.5.7). Dlouhodobým cílem skupiny je vývoj ramanovského laseru s vlnovou délkou 577 nm, jehož koncept byl rovněž demonstrován experimentálně.

Mimo výše zmíněný projekt BROMI řešilo oddělení řadu úkolů v rámci projektu HiLASE Centre of Excellence a naši zaměstnanci byli hlavními řešiteli několika projektů podpořených TA ČR. Jde o projekty z výzvy TREND:

- ve spolupráci s SQS Nová Paka,
- ve spolupráci s Crytur s.r.o. a Gigaphoton,
- česko-japonský projekt z výzvy DELTA 2, hodnocený mj. na japonské straně agenturou NEDO jako velmi úspěšný,
- dílčí úkol projektu NCK CEPO a

- 3 dílčí projekty grantu TA ČR Gama.

Jako spoluřešitelé se zaměstnanci oddělení podíleli i na několika dalších grantech a spolupráci s průmyslovou sférou. Z projektů vzešly čtyři funkční vzorky a byly podány tři patentové přihlášky. Česko-korejský projekt vývoje laseru na bázi Ho:YAG řešený oddělením 61 a ukončený v předchozích letech byl oceněn cenou Vizionář 2021.

Pod vedením zaměstnanců oddělení byly obhájeny tři doktorské práce, tři diplomové práce a jedna bakalářská práce.

Oddělení průmyslových laserových aplikací

V roce 2021 byl v rámci Skupiny Laser Shock Peening (LSP) kladen hlavní důraz na průmyslové využití této technologie a zlepšení opakovatelnosti. Do procesu zpracování byl začleněn průmyslový automatický měnič na vzorky (obr. 2.5.8), který výrazně snižuje dobu výměny vzorků, a tím je možné efektivněji využívat zařízení a celkovou dobu zpracování zkrátit až o polovinu.

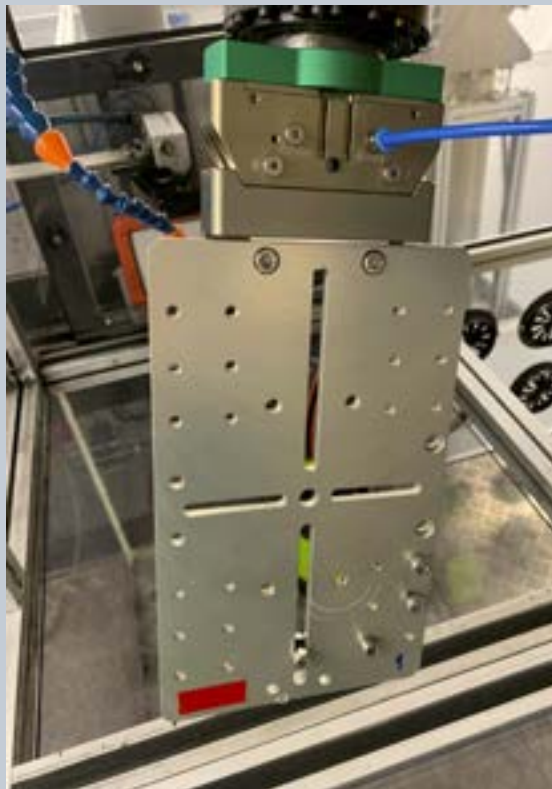
V rámci metodického zlepšení opakovatelnosti pak došlo ke kalibraci laserového systému Litron a ustálení parametrů svazku v čase. Současně byla vyhotovena specifikace a technické parametry pro novou generaci LSP zařízení, jejíž výstavba začne v roce 2022.

Experimentální aktivity zahrnovaly zejména zpracování LSP velkého množství vzorků, a to jak určených k základnímu výzkumu, tak reálných dílců z průmyslové výroby. Největší podíl na využití stanice LSP měl projekt DOLASTOOL. Byly zpracovány kovací zápustky, střížné hlavy, kovací matrice, kovací razníky, břitové destičky, kovací trny, tvářecí matrice, kloubní implantáty (obr. 2.5.9) a nový typ vodního prostoru. Ke zpracování docházelo jak s použitím infračerveného laseru na 1030 nm, tak se zeleným laserem na 515 nm, který umožňuje zpracování pod vodou. U některých typů dílců pak došlo k navýšení únavové životnosti až o 280 %.

V rámci mezinárodní spolupráce byla provedena řada ověřovacích experimentů pro brazilskou stranu v rámci projektu DOLASTOOL. Dále byla úspěšně vypracována parametrická studie ke zpracování konkrétního dílce automobilového motoru. K samotnému zpracování dílce by mělo dojít v roce 2022. Kromě vyjmenovaných spoluprací se podílelo oddělení i na dalších projektech, jako je například Národní centrum kompetence MATCA, bilaterální projekt Mobility plus

nebo rakousko-český projekt LaSPAM, zaměřující se na ovlivňování materiálů vhodných pro výrobu a přepravu vodíku.

Publikační činnost skupiny zahrnovala společný článek s brazilskými kolegy poskytující přehled o technologii LSP a o jejím aplikačním potenciálu v průmyslu a dále sérii původních prací pojednávající např. o účinn



Obr. 2.5.8: Automatický měnič na vzorky

cích LSP na hliníkové slitiny v námořním průmyslu [7] nebo o využití technologie LSP na 3D tištěné dílce.

V prvním čtvrtletí roku 2021 se práce v laboratoři Laser Induced Damage Threshold (LIDT) soustředily zejména na splnění požadavků na způsobilost k akreditaci dle ČSN EN ISO/IEC 17025 jako zkušební laboratoře. Zavádění systémů přesné metrologie, dokumentace metod měření a testování a řízení laboratoře bylo úspěšně završeno získáním certifikátu managementu kvality podle ČSN EN ISO 9001:2016. Poznatky a postupy zavedené v této činnosti budou využity v žádosti o akreditaci u Českého institutu pro akreditaci.

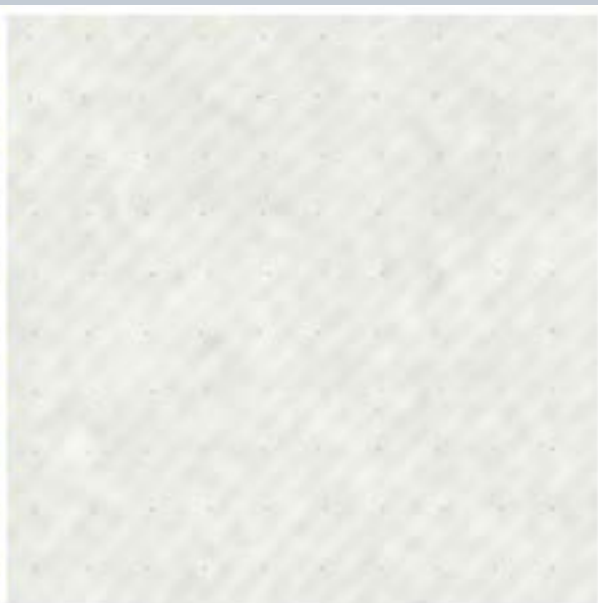
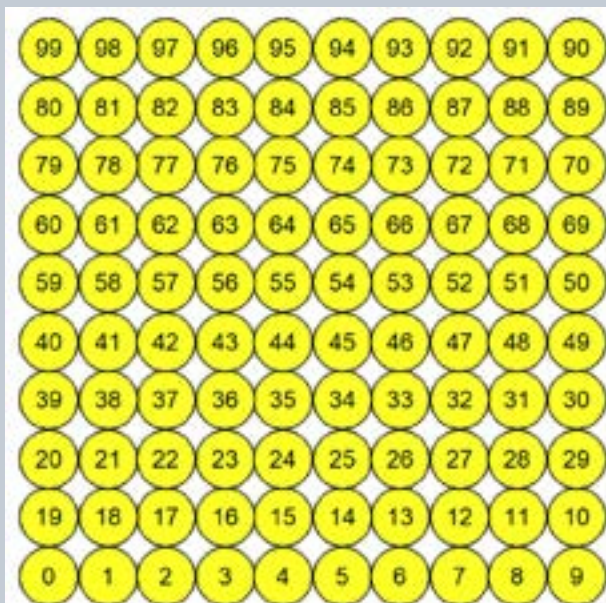
Pokrok v implementaci využití druhé a třetí harmonické frekvence laserových systémů Perla a Bivoj byl zúročen zejména při vývoji procesu TGV (through glass via) – přípravy substrátů pro vysokofrekvenční mikroelektroniku. Toto vylepšení úzce souvisí s česko-korejským projektem v rámci programu TA ČR DELTA 2, jehož cílem je vyvinout efektivní proces přípravy skleněných substrátů procesem TGV. Tento výzkum a vývoj zahrnuje využití difrakční optiky pro modifikaci Gaussova paprsku na Besselův a paralelní zpracování více laserovými svazky.



Obr. 2.5.9: Zpracování kloubního dířku technologií LSP



Obr. 2.5.10: Certifikát ISO 9001



Obr. 2.5.11: (a) Optická sestava pro přípravu TGV na (b) skleněných

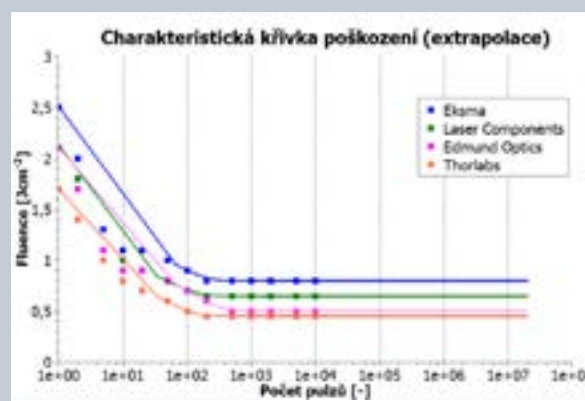
Pokrok z minulých let ve vylepšování a zpřesňování měření prahů poškození způsobeného laserem a aktivní účast členů laboratoře na oborových konferencích vedly ke zvýšenému zájmu o zakázkový a kolaborativní výzkum. V laboratoři proběhlo několik zakázkových měření na práh poškození a dále projevilo zájem o zahájení společných projektů výzkumu a vývoje několik firem, a to tuzemských i zahraničních.

V roce 2021 byly rozšířeny možnosti vícesvazkového nanostrukturování o optické sestavy využívající prototypy difrakční optiky, se kterými se podařilo dosáhnout řady rekordních hodnot zahrnující světový rekord v počtu svazků současně nanostrukturoujících

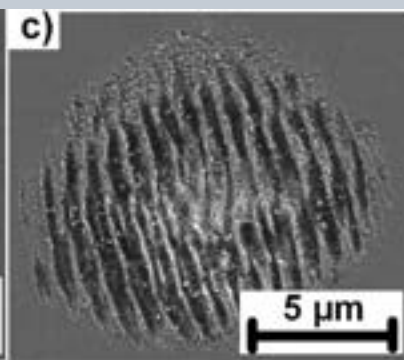
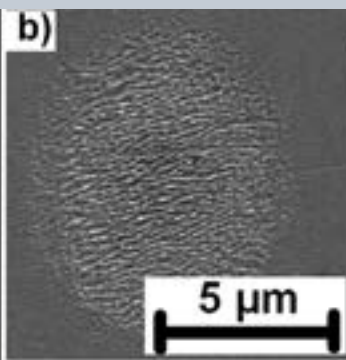
daný materiál. Konkrétně se jednalo o rekord v rychlosti nanostrukturování dosahující 5 min/m^2 [8].

Ve spolupráci se Západočeskou univerzitou v Plzni se u těchto metod podařilo navíc vyvinout metodu analýzy signálu pro řízení laserových parametrů v reálném čase za účelem sledování teplotního zatížení a tím i kvality produkovaných nanostruktur [9]. Tyto průlomové výsledky byly dosaženy díky mezinárodní spolupráci mezi HiLASE a izraelskou hi-tech firmou HoloOr, vyrábějící difrakční optické elementy.

Mezi významná ocenění pracovníků patří zařazení Petra Hauschwitze do žebříčku Forbes 30 pod 30.



Obr. 2.5.12: (a) Vlevo nahoře – příprava vzorku na test v laboratoři LIDT, (b) vpravo nahoře – výsledný graf extrapolované hodnoty prahu poškození pro několik standardních vzorků zrcadel na vlnové délce 1030 nm a délce laserových pulzů 1 ps, (c) dole – snímek AR okna otestovaného Gaussovým zaostřeným paprskem a top-hat paprskem $3 \times 3 \text{ mm}$ na vlnové délce 515 nm a délce pulzů 10 ns

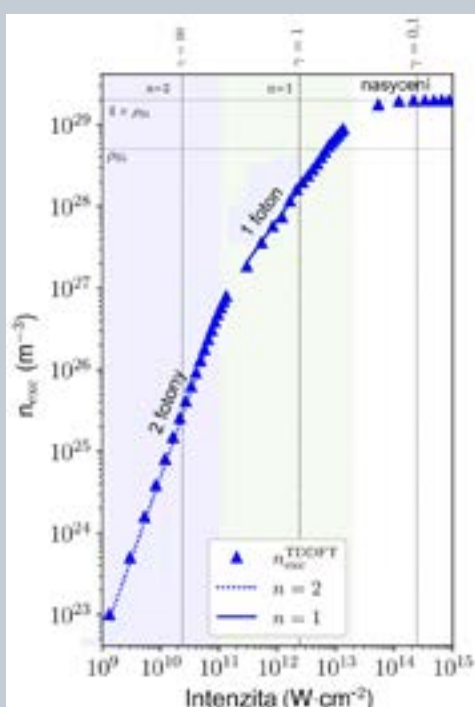


Obr. 2.5.13: (a) Fotografie výrobního procesu s průměrným laserovým výkonem 200 W a rychlostí skenování 9 m/s s využitím prvku 51×51 . b) detail nanomřížky vytvořené pěti po sobě jdoucími pulzy. c) Detail nanomřížky vytvořené dvaceti po sobě jdoucími pulzy.

Oddělení vědeckých laserových aplikací

Pokrok v oblasti aplikací výkonových laserů je stále více závislý na porozumění laserem indukovaným procesům, které jsou určující pro strukturní a fázové změny materiálů [10]. Klíčové aktivity oddělení spočívají v kombinaci experimentálního výzkumu lasery indukovaných fyzikálních a chemických procesů za použití nejmodernějších zařízení a technik [11, 12] s numerickými simulacemi prováděnými pro stejné podmínky, jako panují v experimentech [13].

Při vývoji aplikací pro laserové modifikace povrchů je zásadním předpokladem spolehlivé určení parametrů, při nichž dochází k funkcionalizaci či nanostrukturování daného materiálu. Jednou ze zásadních otázek je, zda je možné pomocí vhodného modelu určit přesnou míru fotoionizace polovodičových materiálů. Pomocí komplexních kvantových simulací jsme se pokusili zjistit, jak závisí počet laserem excitovaných elektronů na intenzitě a vlnové délce laseru [13]. Dosavadní modely používají zjednodušující přístupy a narozdíl od kvantové simulace neumožňují nahlédnout do procesu fotoionizace reálných materiálů (obr. 2.5.14).

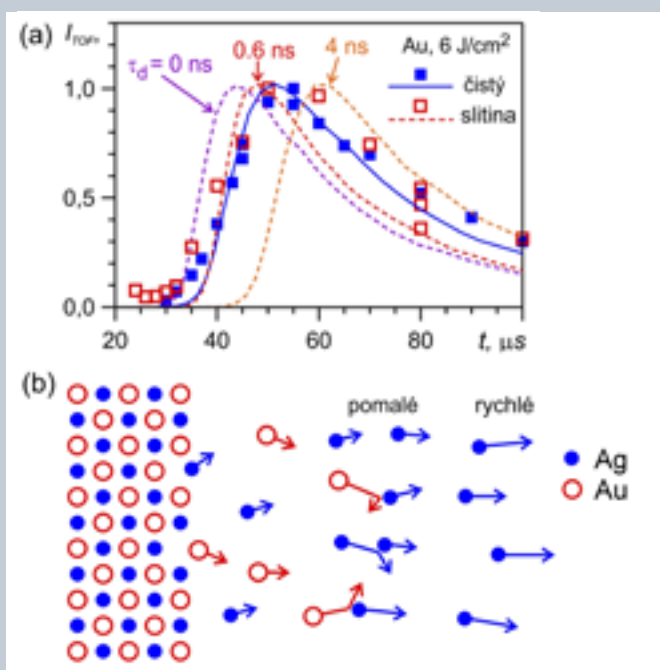


Obr. 2.5.14: Hustota elektronů excitovaných do vodivostních pásů křemíku působením laserového pulzu (délka pulzu 30 fs, vlnová délka 800 nm). Řády fotoionizace (počet fotonů n potřebných pro excitaci jednoho elektronu) jsou naznačeny svislými čarami. ρ_{Si} je atomová hustota křemíku se čtyřmi valenčními elektrony; γ je Keldyshův parametr.

Naše práce převrací zavedenou představu o absorpci světla v polovodičích a směřuje ke zcela nové koncepci laserové excitace. Získaná data lze použít v simulacích rozsáhlých problémů a umožňují zohlednit i specifické kvantové jevy indukované absorpcí světla.

Depozice laserovými pulzy je vhodnou metodou pro přípravu vysoce kvalitních tenkých vrstev skládajících se z více prvků. Řízení depozice jednotlivých vrstev je složité kvůli různé rychlosti vypařování a zpoždění při odpařování hůře stabilnějšího materiálu. Zkoumali jsme proto zpožděné vypařování materiálu obsahujícího zlato a stříbro během nanosekundového pulzu. Experiment byl proveden ve vakuu a sledován pomocí TOF spektroskopie a porovnán s přímou Monte Carlo simulací (DSMC) [14].

Studie odhalila značný vliv zpoždění na kinetickou energii částice. Odhad získaný srovnáním experimentálních dat a výsledků DSMC simulace dává zpoždění, s nímž dochází k vypařování atomů zlata v délce 0,6 ns (obr. 2.5.15 (a)). Expanze atomů zlata proti oblaku plazmy tvořeném atomy zlata a stříbra je výsledkem souhry dvou protichůdných procesů. Zrychlení jádra oblaku plazmy v důsledku kolizí s atomy stříbra a zpomalování čela oblaku kvůli bariéře vzniklé z dříve odpařených atomů stříbra (obr. 2.5.15 (b)).



Obr. 2.5.15: Vliv zpoždění vypařování na expanzi oblaku plazmy během laserové ablace slitiny zlata a stříbra. (a) Time-of-flight (TOF) rozdělení méně volatilních atomů zlata. Prázdné čtverce reprezentují data naměřená při ablaci slitiny, přerušovaná čára odpovídá DSMC simulaci s různými zpožděními. Pro porovnání jsou uvedeny výsledky ablace čistého zlata (černé čtverce a nepřerušovaná čára). Svislá osa je v libovolných jednotkách. (b) schematické znázornění mechanismu zpomalení těžké složky slitiny (zlata) kolizemi s lehčími částicemi (stříbro) před oblakem plazmy za podmínek zpožděného vypařování těžké složky slitiny.



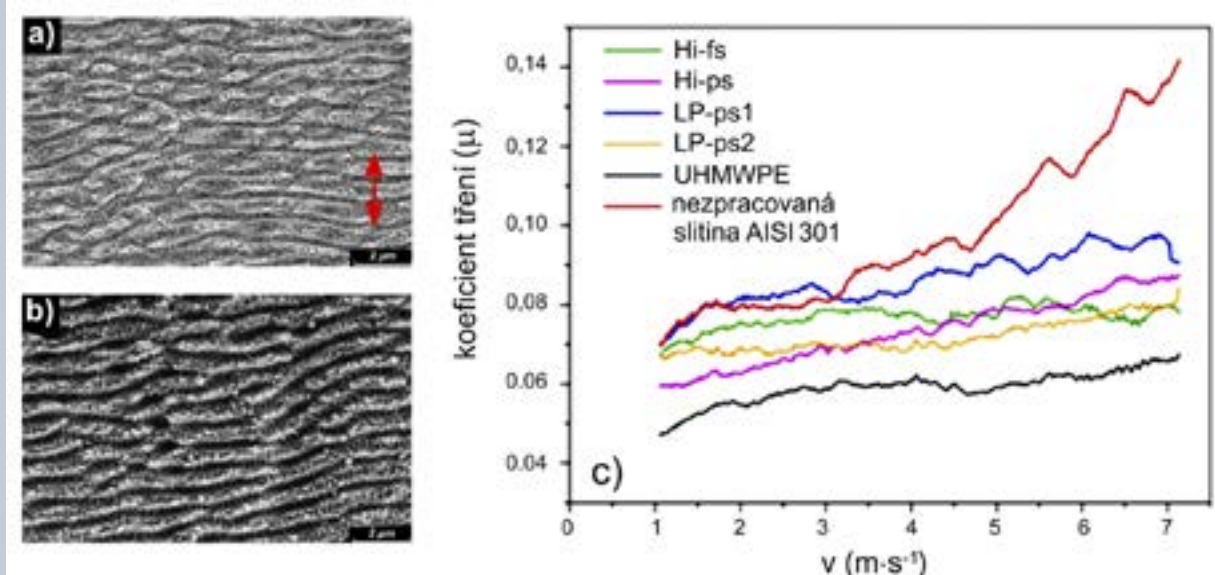
Oblastí aktivního zájmu jsou také laserové modifikace povrchů různých materiálů zlepšující jejich parametry. Uplatnění můžeme najít například i v lyžování. Výkon závodní lyže závisí na nízkém součiniteli smykového tření mezi povrchem skluznice a sněhem a na její odolnosti proti opotřebení od ztuhlé vrstvy sněhu. Skluznice špičkových lyží jsou obvykle pokryty polyethylenem s molekulami tvořenými velmi dlouhými uhlovodíkovými řetězci (UHMWPE), které snižují koeficient smykového tření na kompaktní sněhové vrstvě. Na druhou stranu je taková skluznice citlivá na opotřebení a nárazy. Naši vědci ukázali, že vytvořením laserem indukovaných periodických povrchových vrstev (LIPSS) na nerezavějící oceli AISI 301 (obr. 2.5.16 (a), (b)) vznikne povrch, který je dobrou alternativou k UHMWPE [15]. Povrchové struktury byly vytvořeny infračerveným femtosekundovým a pikosekundovým laserem. Vzniklé struktury zvyšují hydrofobicitu oceli a tím snižují součinitel smykového tření (obr. 2.5.16 (c)) a současně zvyšují odolnost povrchu a zajišťují stálost parametrů skluznice.

Další výhodou ultrarychlých laserů je jejich schopnost přizpůsobit se různým fázím materiálu. Dosáhli jsme selektivní krystalizace Ge v amorfních nanometrických vrstvách Si a Ge. Pomocí vlnové délky 1030 nm, kdy jsme využili HiLASE pikosekundového laseru Perla-B, jsme byli schopni zkrystalizovat nanovrstvy Ge při zachování křemíku v amorfním stavu (obr. 2.5.17) [16]. Vlnová délka a výkon laseru Perla-B hrají zásadní roli při krystalizaci. Germanium dobře absorbuje energii laseru Perly-B, zatímco křemík je pro ni trans-

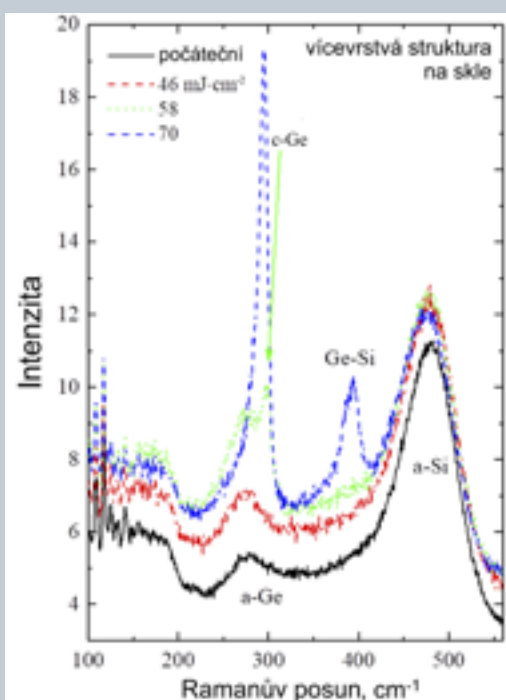
parentní. Pro vysoké laserové fluence Ramanova spektroskopie odhalila počátek degradace nanovrstev jako důsledek spojení Ge a Si. Teoretická analýza absorpce energie laseru potvrdila částečné roztavení germania až o 70 % dříve, než dojde k roztavení křemíku. Tato studie otevírá nové možnosti pro dosažení legování při submikrometrických rozměrech.

Rozvoj laserových technologií je příznivý i pro produkci nových nanomateriálů. Je známo, že technika laserové ablace je široce používána pro syntézu kovových nebo polovodičových nanostruktur. Nedávno se také ukázalo, že tato technika je jednoduchým způsobem sloučení kovových a polovodičových prvků, což umožňuje vyhnout se jakékoli chemické kontaminaci. V tomto ohledu je takový způsob produkce nanostruktur slibný pro návrh nových nanomateriálů s nízkou toxicitou pro implementaci v oblasti bionanomedicíny.

Naše nové poznatky [17] demonstrují snadnou kontrolu chemického složení nanomateriálů i plazmonických a magnetických vlastností (obr. 2.5.18). To otevírá nové možnosti pro využití těchto kompozitů jako multifunkčních nanoagentů v oblasti optických a/nebo magnetických biosenzorů, pro biovizualizace nebo při terapii rakoviny.

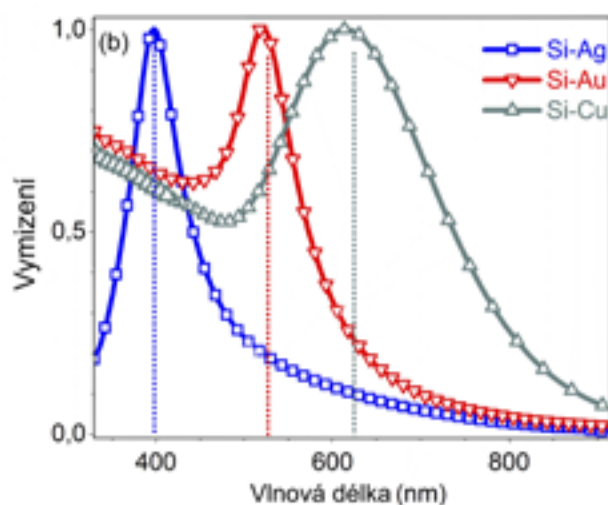
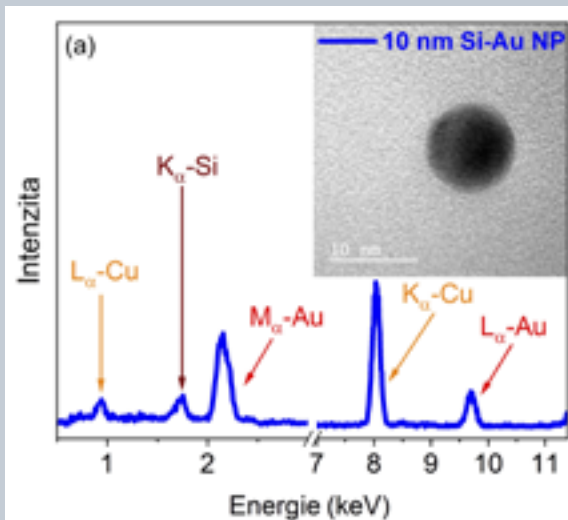


Obr. 2.5.16: (a), (b) Dva příklady LIPSS struktur vytvořených na nerezové oceli AISI 301 pomocí laserového systému Yb:YAG (vlnová délka 1030 nm) s délkou pulzu 247 fs (a) a 7 ps (b). Červená šipka ukazuje směr polarizace laserového pole. (c) Výsledky měření koeficientu tření jako funkce rychlosti lyžování na ztuhlé vrstvě sněhu pro různé LIPSS struktury vytvořené pomocí IČ laseru na nerezové oceli AISI 301. Texturované povrchy vykazují lepší tření (menší koeficient tření) než neošetřená nerezová ocel (červená křivka) a jsou poměrně dobře srovnatelné s UHMWPE (černá křivka), přičemž mají výrazně lepší odolnost proti opotřebení (nezobrazeno).



Obr. 2.5.17: Ramanova spektra vzorku před (černá křivka) a po ozáření laserem Perla-B při různých fluencích (červená, zelená a modrá křivka). Při 58 mJ·cm⁻² se objevuje pík krystalického Ge, zatímco pík amorfního křemíku zůstává stejný. Při 70 mJ·cm⁻² (modrá křivka) se pík c-Ge výrazně zvyšuje a objevuje se pík Ge-Si, což odhaluje počátek legování mezi Ge a Si.

Obr. 2.5.18: Chemické složení (a) a variabilní plazmonické vlastnosti (b) kompozitních nanočástic



Oddělení radiační a chemické fyziky – Centrum PALS

Oddělení odpovídá za zapojení Fyzikálního ústavu do činnosti Centra PALS – *Prague Asterix Laser System*, které provozuje jódový fotodisociační laserový systém poskytující impulsy o velmi vysokém obsahu energie (> 1 kJ v jednom 350-ps impulsu záření o fundamentální vlnové délce 1 315,2 nm) sčasovaně s Ti:safírovým systémem generujícím velmi krátké pulzy o energii převyšující 1 J.

Tyto a další pomocné lasery (fundamentální frekvence a jejich harmonické) pokrývají širokou spek-

trální oblast od střední ultrafialové po blízkou infračervenou. V krátkovlnném spektrálním oboru pracují výzkumníci oddělení jednak s kompaktním XUV kapilárním laserem umístěným v laboratoři XUViR, jednak na laserech s volnými elektrony v měkké rentgenové oblasti (FLASH – *Free-electron LASer in Hamburg*) a s tvrdším rtg zářením pak v European XFEL.

Diagnostika horkých elektronů je významná pro studium spontánních elektrických a magnetických polí, nestabilit vln v plazmatu a brzděného záření vznikajících při interakci intenzivního laserového záření s plazmatem. S pomocí nově vyvinutého elektronového spektrometru [18] lze rekonstruovat rozdělovací funk-

ce energií elektronů od 50 keV až po 50 MeV. V Centru PALS jsou tyto spektrometry užívány nejčastěji ve vícekanálové konfiguraci (obr. 2.5.19) umožňující získat prostorové charakteristiky emise horkých elektronů, stanovit konverzní účinnost a určit celkový náboj elektronů. Tyto výsledky jsou významné jak pro laserové urychlování nabitých částic, tak inerciální fúzi.

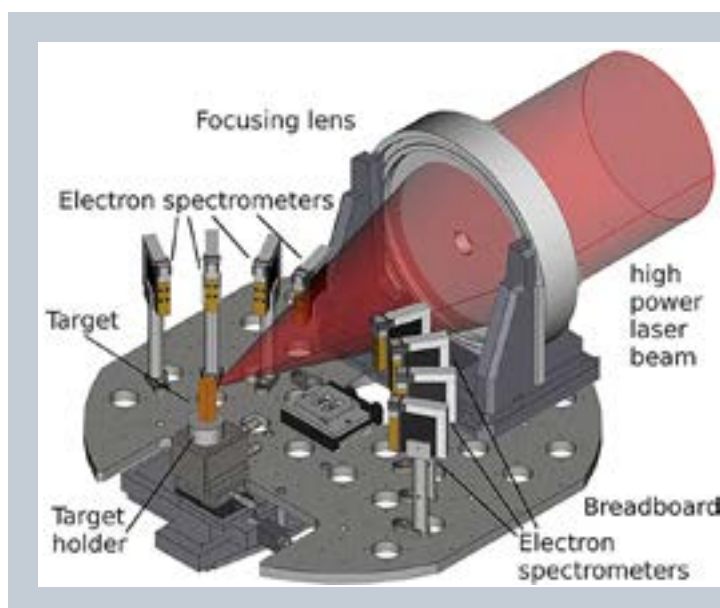
Supersonické jety a rázové vlny jsou častým astrofyzikálním jevem pozorovaným například u objektů Herbig-Haro nebo při interakci solárního větru s planetami. Vzhledem k obtížné generaci především supersonických jetů laserem je laboratorní studium těchto jevů velmi náročné. Laserový systém PALS je jednou z mála laboratoří, která studium těchto jevů umožňuje, a to díky unikátnímu profilu svazku jodového laseru, který je tzv. anulární. V letech 2020–2021 proběhly v Centru PALS dvě experimentální kampaně, zaměřené na studium interakce supersonických laserem generovaných jetů se sekundárním plynovým terčem. S využitím technik vícesnímkové interferometrie, stínografie a rtg diagnostik bylo možné detailně studovat strukturu a vývoj těchto unikátních entit [19].

Z experimentálních výsledků (obr. 2.5.20) byla zjištěna typická rychlost plazmového jetu, pohybující se v intervalu 400–700 km/s a rychlost rázové vlny v argonu, pohybující se mezi 300 a 500 km/s. Získané výsledky potvrdily, že struktura rázové vlny a její vývoj silně závisí na hustotě, resp. tlaku použitého neutrálního plynu. Současně byla stanovena elektronová teplota, jež se pohybovala od 50 do 150 eV v plazmovém jetu a až 150 eV v rázové vlně. V rámci výzkumu byla též provedena simulace interakce v radiačním hydrodynamickém kódu FLASH, která byla ve shodě s experimentálními výsledky. Získané informace tak mohou přispět k hlubšímu pochopení procesů, které probíhají v již zmíněných vesmírných objektech Herbig-Haro.

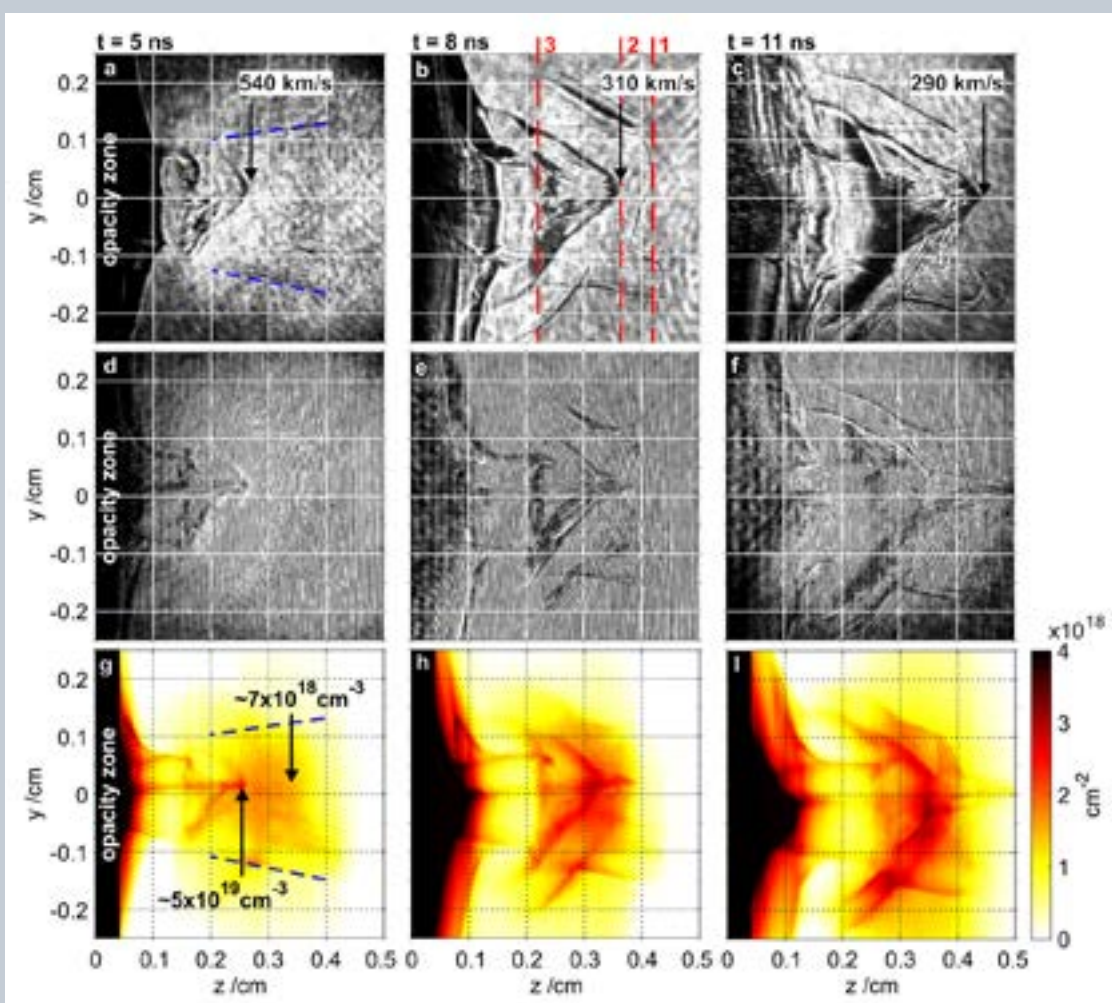
Pokročilé repetitivní nanosekundové laserové systémy, k nimž patří i 10Hz laserový systém Bivoj provozovaný v Centru HiLASE, jsou využívány pro různé

technologické aplikace. Mezi nimi nacházíme laserové iontové zdroje. V nich jsou ionty urychlovány elektrickým polem vznikajícím na okraji laserem generovaného plazmatu v důsledku snahy rychlých elektronů z něho uniknout. Následkem úniku elektronů je přebytek kladného náboje v plazmatu. Pokud je laserem ozařovaný terč uzemněný, tedy galvanicky spojený s kovovou interakční komorou, je kladný náboj terče neutralizován proudem elektronů ze země. V případě, že je terč izolován od komory, vzniká na něm napětí nepřímou úměrné jeho kapacitě. To zpětně ovlivňuje únik elektronů [20]. Při malých intenzitách laserového svazku ozařujícího izolovaný terč lze dobře sledovat vliv vznikajícího napětí na dobu trvání úniku elektronů z plazmatu (obr. 2.5.21) a také změny v emisi iontů. V tomto experimentu byla fluence svazku 4 J/cm² a laserový impuls byl 23 ns dlouhý. Napětí UT-1 bylo 340 mV.

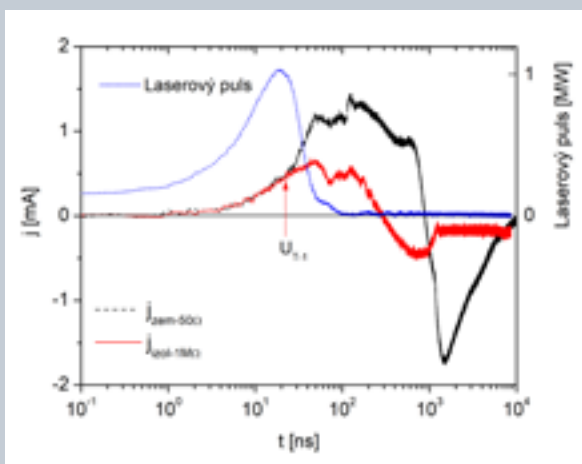
Únik elektronů z plazmatu se radikálně zvyšuje s rostoucí intenzitou laserového svazku. Ukázali jsme, že zvýšením intenzity ozařující terč o sedm řádů dojde ke zvýšení napětí na izolovaném terči až na úroveň desítek kilovoltů. Současně roste frekvence kmitajícího napětí, a to až na gigahertzovou úroveň. Díky tomu velmi vysokému napětí a jeho vysokým frekvencím nelze zcela uměle zamezit proudům, které vyvolávají elektrony unikající z plazmatu. Tyto proudy na úrovni kiloampérů generují intenzivní elektromagnetické impulsy (EMP), rovněž známé jako doprovodné jevy umělých i přírodních silnoproudých elektrických výbojů či jaderných explozí. Měření jejich charakteristik při laserových experimentech je obtížné, neboť probíhá v tzv. blízkém poli. Proto jsme při experimentech s laserovým systémem PALS měřili elektrickou složku EMP ve středu skleněného okna interakční komory, jímž EMP proniká do laboratoře. Jak ukazuje obr. 2.5.22, intenzita elektrického pole může dosahovat velmi vysokých hodnot, a to až 100 kV/m [21]. Je běžné, že při laserových experimentech intenzivní EMP



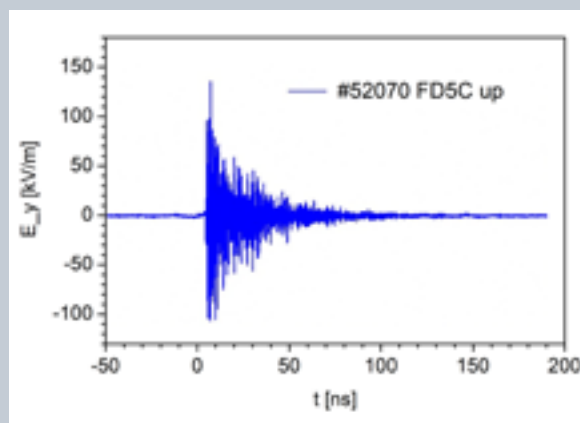
Obr. 2.5.19: Uspořádání nově vyvinutých elektronových spektrometrů uvnitř hlavní sférické interakční komory v Centru PALS



Obr. 2.5.20: Rázové vlny generované během interakce jetu (Cu terčik) v argonu, stínografie (a–c), interferometrie (d–f), analyzované výsledky v závislosti na elektronové hustotě (g–i) [19]



Obr. 2.5.21: Porovnání průběhu proudu j a proudícího mezi zemí a grafitovým terčem přes 50W odpor, aby neutralizoval kladný náboj terče, s průběhem proudu mezi izolovaným terčem a uhlíkovým plazmatem [20]



Obr. 2.5.22: Vertikální složka vektoru intenzity elektrického pole měřená v okně interakční komory jako funkce času. Laser PALS ozařoval Au fólii o tloušťce 60 nm intenzitou 10^{16} W/cm^2 . Převzato z [21].

negativně ovlivňuje používané elektronické přístroje. Je tedy nezbytné, aby byly před EMP dokonale odstíněny. Jedná se však také o unikátní zdroj EMP využitelný k různým aplikacím, např. testování odolnosti různých elektronických prvků a přístrojů a ověřování efektivity stínění.

Významných výsledků bylo dosaženo i v teorii a počítačových simulacích interakce laserového záření s hmotou a jejích následků. Jako typický příklad těchto studií zvolíme počítačový experiment významný pro strukturní dynamiku biomolekulárních struktur. V něm bylo modelováno zobrazování jednotlivých hydratovaných molekul (*single particle imaging* – SPI, viz obr. 2.5.23) vybraného proteinu (zde Fe-nitrogenázy) pokrytých vodními vrstvami různé tloušťky [22].

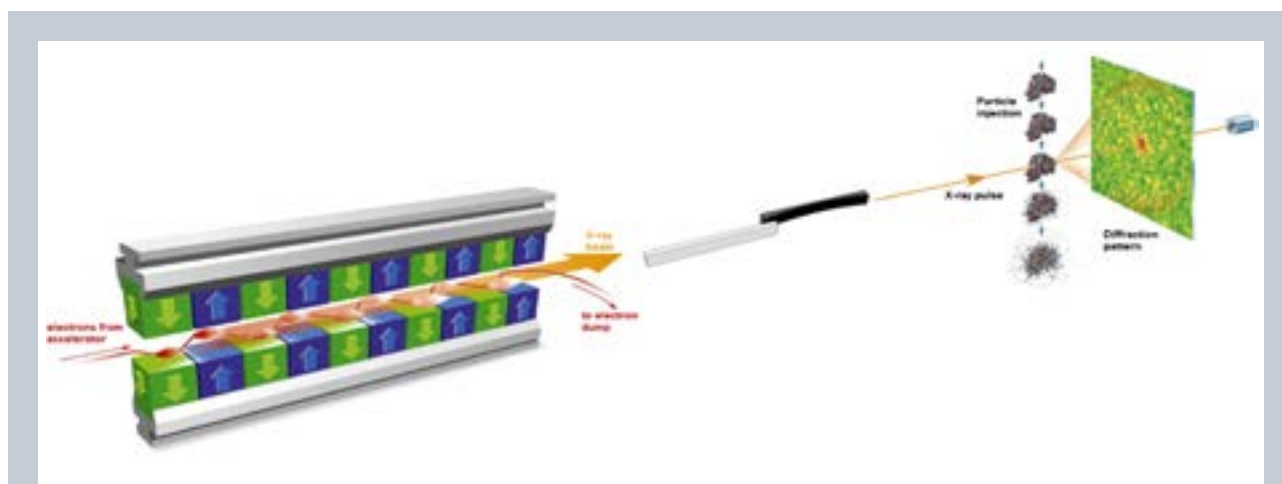
Vrstva vody na povrchu proteinu po ozáření rentgenovým laserem sice mírně zesílí ionizační poškození v proteinu kolizní ionizací sekundárními elektrony, ale toto poškození v bílkovině zrovnoměrní a tím i vylepší rozlišení (hlavně v oboru 10–50 Å). Bez vody je značná část uvolněných elektronů z povrchu a podpovrchové vrstvy emitována z proteinu bez možnosti návratu, zatímco uprostřed proteinové částice elektrony způsobují větší sekundární poškození. Vodní vrstva kompenzuje tyto uniklé elektrony a celkově je pak ionizační poškození rovnoměrnější.

Bohužel ovšem vrstva vody do difrakčních snímků přidává parazitický signál, jenž kvalitu zobrazení postupně zhoršuje. Na obr. 2.5.24 (a) se to projevuje zhoršenou kvalitou obzvláště pro velmi malé detaily pod 10 Å. Pro dosažení optimální kvality se jeví optimální vrstva vody s tloušťkou okolo 6 Å. Ukazuje se rovněž, že pro zvolené 9fs pulzy je poškození způsobené pohybem atomů, resp. iontů, minimální (menší než 0,25 Å pro nevodíkové atomy po většinu doby trvání FEL impulsu) a že v tomto režimu je primární degradace snímků způsobena ionizačním poškozením.

Na obr. 2.5.25 vidíme nerovnoměrné rozložení vázaných elektronů v proteinové částici. Vázané elektrony fungují jako centra rozptylu koherentního rentgenového záření. Zobrazena je analýza pro atomy uhlíku v proteinu. Ostatní majoritní prvky jako dusík a kyslík vykazují stejné chování. Nerovnoměrné rozložení ionizačního poškození způsobuje distorzi snímku a vodní vrstva, i když ionizační poškození zhoršuje, tuto nerovnoměrnost a z ní povstávající zkreslení odstraňuje. Výše popsaným přístupem byla zjištěna optimální tloušťka vodní vrstvy, při níž je efektivní rozlišení zobrazení hydratovaného proteinu výrazně vyšší než u nehydratovaného. Pokud je vodní vrstva příliš silná, rozlišení se opět zhoršuje. Tato zjištění lze zobecnit. Poslouží k plánování co nejefektivnějších zobrazování různých proteinů rtg lasery s volnými elektrony.

Cena Spojeného ústavu jaderných výzkumů (SÚJV) v Dubně pro kolegu Nikitu Medvedeva byla udělena za soubor prací věnovaných porozumění dějům probíhajícím při ozařování izolantů svazkem velmi rychlých těžkých iontů [23, 24]. V rámci spolupráce mezi Fyzikálním ústavem a Ústavu fyziky plazmatu AV ČR, Spojeného ústavu jaderných výzkumů (SÚJV) v Dubně, Kurčatovovým ústavem v Moskvě a Univerzitou Nelsona Mandely v Jižní Africe byly uskutečněny rozsáhlé počítačové simulace iontových srážek v látkovém prostředí, přičemž výsledky byly porovnány s experimentálními daty.

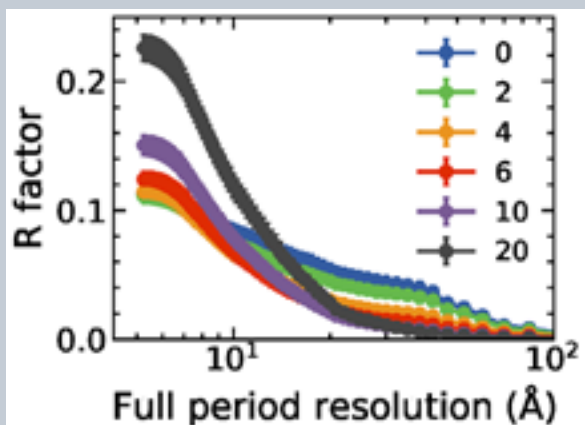
Kombinací detailní experimentální diagnostiky iontových stop, poskytující nanometrové rozlišení, s pokročilým počítačovým modelováním bylo možno porozumět evoluci elektronové a iontové kinetiky a řadě dalších efektů doprovázejících rychlou iontovou interakci s pevnou látkou. Bylo zjištěno, že i když rozhodující roli pro další vývoj iontové dynamiky hraje nerovnovážná elektronová kinetika, je konečný stav pozorovaných radiačních stop dán rekrytalizační schopností ozařovaného materiálu. Sama rekrys-



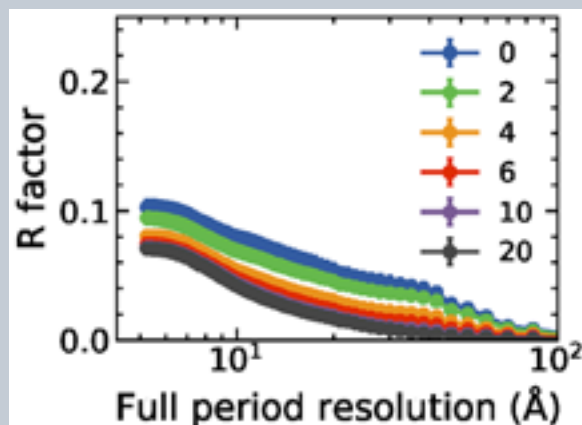
Obr. 2.5.23: Schéma typického experimentu zobrazování jednotlivých částic modelovaného na *start-to-end* simulační platformě. Rentgenové záření se šíří od zdroje ke vzorku optikou příslušné beamline, aby poté interagovalo s jednotlivými molekulami zájmové látky, zde proteinu. Prostorové rozložení záření rozptýleného při interakci je pak zachyceno zobrazovacím detektorem.

talizace je ale spojena s komplexním uspořádáním dané atomové struktury terčíku. Přechodně vytvořená oblast atomové neuspořádanosti v materiálech, které postrádají schopnost amorfizace, může být podstatně širší, než je konečná šířka stopy. Autoři navíc pozorovali podstatné rozdíly mezi prostorovými profily ukládání energie v okolní krystalové mříži a pozorovaným výsledným rozměrem stopy (obr. 2.5.26). Z publikova-

ného rozboru rovněž vyplynulo, že se oblast maximálního radiačního poškození nekryje s polohou Braggova píku – oblasti maximální absorpce energie rychlých těžkých iontů – což představuje zásadní zjištění pro praktické aplikace spojené s iontovým ozařováním, jako jsou nanotechnologie a terapie zhoubného bujení urychlenými ionty.

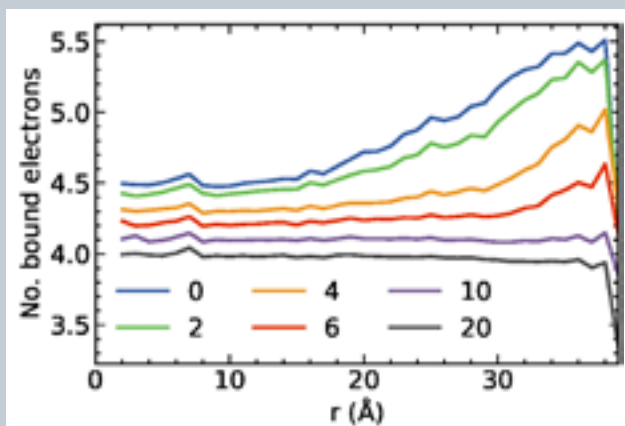


(a)



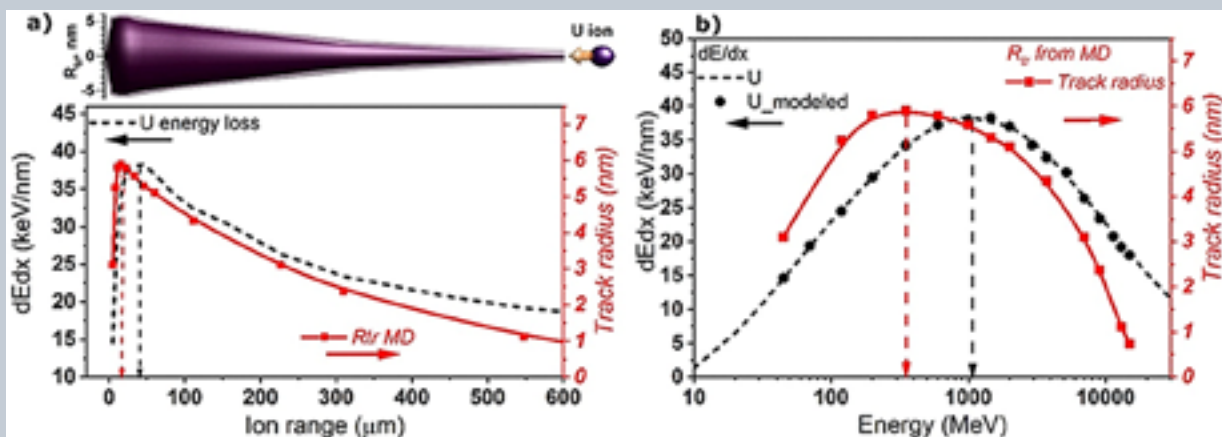
(b)

Obr. 2.5.24: Míra kvality difrakčního snímku – R faktor jako funkce rozlišení, vypočteno (a) včetně neelastického rozptylu z vodní vrstvy a proteinu, (b) pouze z elastického rozptylu z proteinu [22]. Křivky odpovídají různým tloušťkám vrstvy vody v jednotkách [Å].



Obr. 2.5.25: Radiální profil průměrného počtu vázaných elektronů na atom pro uhlíkové atomy v proteinu vypočítané v okamžiku středu pulzu [22]. Křivky odpovídají různým tloušťkám vrstvy vody v desetinách nanometru [Å].

Obr. 2.5.26: Průměry stop (*track*) a elektronové energetické ztráty U iontů v závislostech na dosahu iontů (a) a jejich energii (b). Svislé šipky označují maxima dotýčných křivek. Reprodukováno z [24].

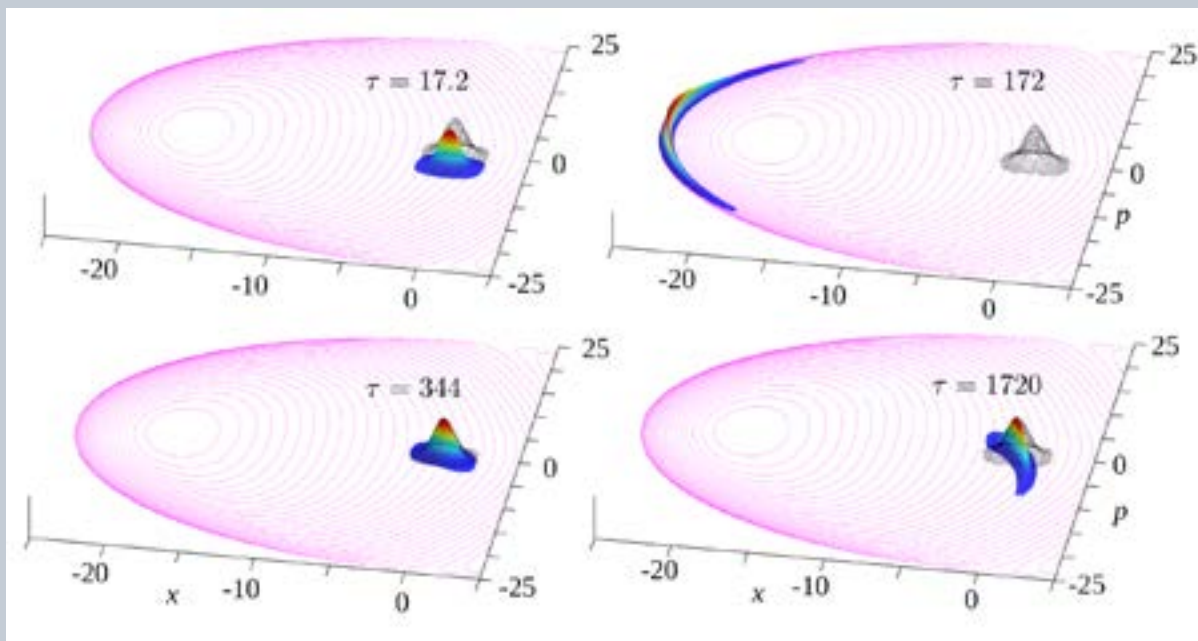


Naši teoretici také úspěšně studují i malé kvantové systémy. V článku [25] srovnávali kvantové vyhasínání pro dva protichůdné případy: pro regulární dynamiku a dynamiku poblíž kvantového fázového přechodu. V obou případech byla splněna podmínka klasické limity (efektivně malá hodnota Planckovy konstanty). Šlo zde o srovnání přesného kvantového výpočtu s přibližným kvaziklasickým výpočtem. Očekávala se dobrá shoda pro regulární dynamiku a nepříliš uspokojivá shoda pro dynamiku poblíž fázového přechodu. Na obr. 2.5.27 až 2.5.30 jsou výsledky těchto šetření.

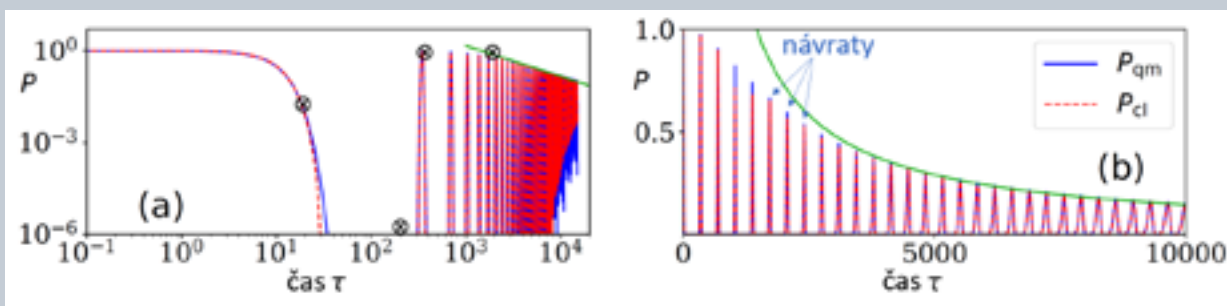
Práce [25] představuje kvaziklasickou studii osvětlující předpokládané spojení mezi dynamickým projevem kvantového fázového přechodu (tj. ztrátou jasné rozdělených návratů na funkci kvantového vyhasínání) a populací energetických hladin poblíž klasického sedlového bodu. V našem oboru poslouží k interpretaci různých *pump-and-probe* laserových experimentů.

LITERATURA

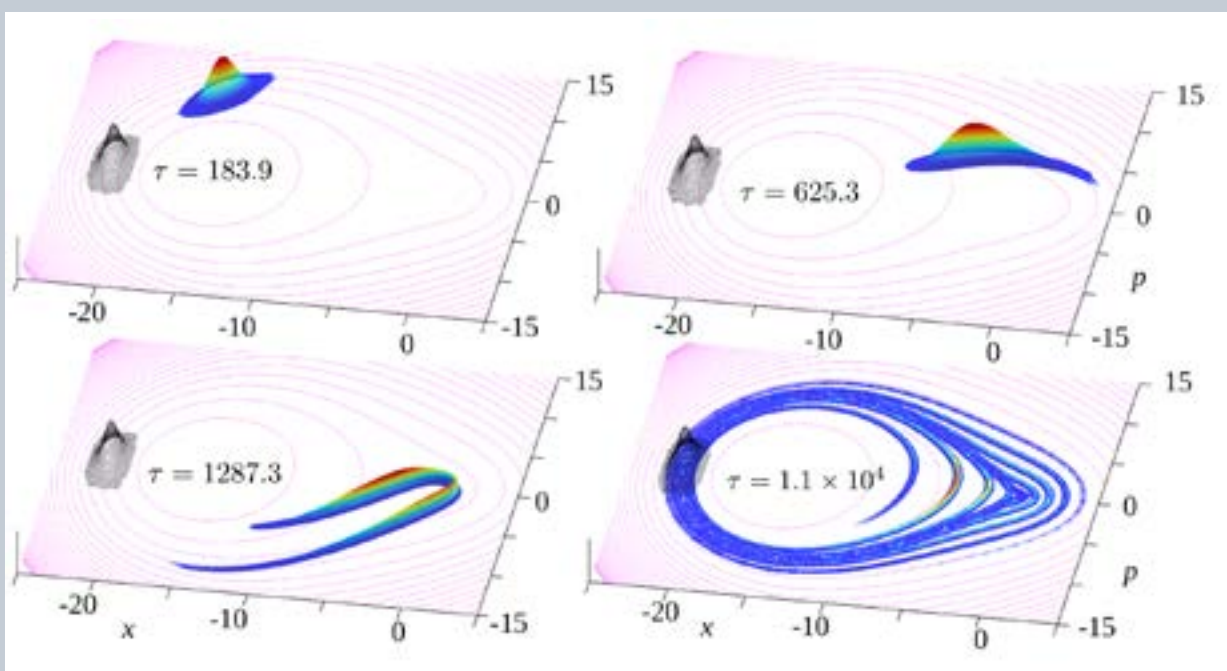
- [1] M. Smrž, J. Mužík, D. Štěpánková, H. Turčičová, O. Novák, M. Chyla, P. Hauschwitz, J. Brajer, J. Kubát, F. Todorov, T. Mocek, Picosecond thin-disk laser platform PERLA for multi-beam micromachining, *OSA Continuum* 4 (2021) 940–952.
doi.org/10.1364/OSAC.418293
- [2] H. Turčičová, O. Novák, J. Mužík, D. Štěpánková, M. Smrž, T. Mocek, Laser induced damage threshold (LIDT) of β -barium borate (BBO) and cesium lithium borate (CLBO) – Overview, *Optics and Laser Technology* 149 (2022) 1–7.
doi.org/10.1016/j.optlastec.2022.107876
- [3] B. Csanaková, O. Novák, M. Smrž, J. Huynh, H. Jelínková, A. Lucianetti, T. Mocek, Silicon Brewster plate wavelength separator for a mid-IR optical parametric source, *Applied Optics* 60 (2021) 281–290.
doi.org/10.1364/AO.411408
- [4] M. Cimrman, J. Cvrček, O. Foršt, M. Smrž, O. Novák, M. Jelínek, M. Chyla, and T. Mocek, Lasing performance of crystalline-coated Yb:YAG thin disks, in Laser Congress 2021 (ASSL, IAC), Optica Publishing Group (2021), paper JM3A.16.
doi.org/10.1364/ASSL.2021.JM3A.16
- [5] M. Divoký, J. Pilař, M. Hanuš, P. Navrátil, O. Denk, P. Severová, P. Mason, T. Butcher, S. Banerjee, M. De Vido, C. Edwards, J. Collier, M. Smrž, T. Mocek, 150 J DPSSL operating at 1.5 kW level, *Optics Letters* 46 (2021) 5771–5773.
doi.org/10.1364/OL.444902
- [6] F. Yue, V. Jambunathan, S.P. David, X. Mateos, J. Šulc, M. Smrž, T. Mocek, Diode-pumped master oscillator power amplifier system based on cryogenically cooled Tm:Y2O3 transparent ceramics, *Optical Materials Express* 11 (2021) 1489–1496.
doi.org/10.1364/OME.422603
- [7] J. Kaufman, Z. Špirit, V.K. Vasudevan, M.A. Steiner, S.R. Mannava, J. Brajer, L. Pína, and T. Mocek, Effect of Laser Shock Peening



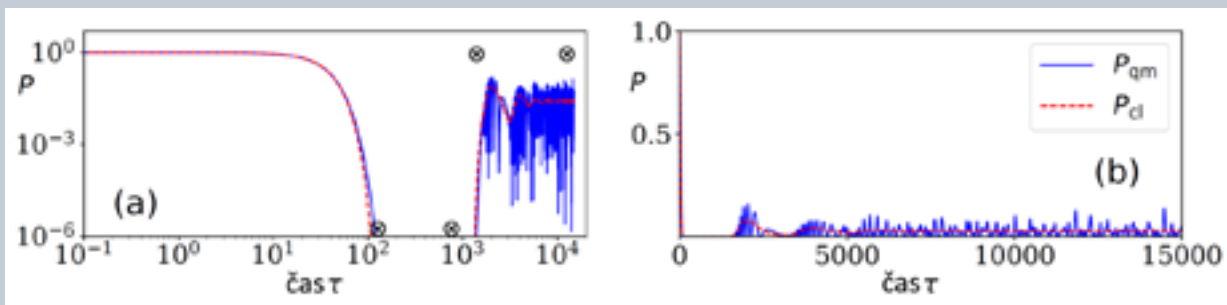
Obr. 2.5.27: Regulární dynamika: zobrazeny jsou vrstevnice klasické energie a pravděpodobnostní funkce vyvíjející se ve fázovém prostoru poloh a hybností podle zákonů klasické mechaniky, aniž by docházelo k jejímu větvení [25].



Obr. 2.5.28: Kvantové vyhasínání P pro regulární případ. Vidíme zde výbornou shodu mezi kvantovým a kvaziklasickým výpočtem této veličiny. Zákon o poklesu návratů s první mocninou času zde platí zcela přesně.



Obr. 2.5.29: Kvantový fázový přechod je kvantovým jevem v důsledku existence sedlového bodu na ploše klasické energie, jak jej vidíme na tomto obrázku [25]. Kvaziklasickou metodou bylo zjištěno, že klasické trajektorie se po dosažení sedlového bodu zastaví, což způsobí rozvětvení (bifurcation) pravděpodobnostní hustoty.



Obr. 2.5.30: V důsledku výše zmíněného větvení vzniká neklasický jev – kvantový fázový přechod – projevující se (mimo jiné) ztrátou existence jasně rozdělených kvantových návratů na kvantovém vyhasínání. Na tomto obrázku je dobře patrné, že tam, kde kvaziklasický popis (červená přerušovaná linie) vykazuje nivalizaci pravděpodobnosti návratu P , udává kvantový popis (modrá plná linie) silné oscilace [25].

- Parameters on Residual Stresses and Corrosion Fatigue of AA5083, *Metals* **11**, (2021) 1635.
doi.org/10.3390/met11101635
- [8] P. Hauschwitz, R. Bicištová, A. Brodsky, N. Kaplan, M. Cimrman, J. Huynh, J. Brajer, D. Rostohar, J. Kopeček, M. Smrž, and T. Mocek, Towards Rapid Fabrication of Superhydrophobic Surfaces by Multi-Beam Nanostructuring with 40,401 Beams, *Nanomaterials* **11** (2021) 1987.
doi.org/10.3390/nano11081987
- [9] P. Hauschwitz, J. Martan, R. Bičištová, C. Beltrami, D. Moskal, A. Brodsky, N. Kaplan, J. Mužík, D. Štěpánková, J. Brajer, D. Rostohar, J. Kopeček, L. Prokešová, M. Honner, V. Lang, M. Smrž & T. Mocek, LIPSS-based functional surfaces produced by multi-beam nanostructuring with 2601 beams and real-time thermal processes measurement, *Scientific Reports* **11** (2021) 22944.
doi.org/10.1038/s41598-021-02290-3
- [10] M.V. Shugaev, M. He, Y. Levy, A. Mazzi, A. Miotello, N.M. Bulgakova, L.V. Zhigilei, Laser-Induced Thermal Processes: Heat Transfer, Generation of Stresses, Melting and Solidification, Vaporization, and Phase Explosion, *Handbook of Laser Micro- and Nano-Engineering*, K. Sugioka (eds), Springer, Cham (2021).
doi.org/10.1007/978-3-319-69537-2_11-1
- [11] European patent (2021-01-27): EP3481583B1 METHOD AND SYSTEM OF ULTRAFAST LASER WRITING OF HIGHLY-REGULAR PERIODIC STRUCTURES; Authors: I. Gnitskyi, T.J.-Y. Derrien, N.M. Bulgakova, T. Mocek, L. Orazi,
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/059506029/publication/EP3481583B1?q=pn%3DEP3481583>
- [12] I. Mirza, H. Sopha, H. Turčičová, D. Pavlinak, O. Novák, J. Mužík, Y. G. Shukhov, S. V. Starinskiy, M. Smrž, J. Michalická, M. Krbal, J. Rodriguez-Pereira, L. Hromadko, E. Kolibalova, N. Goodfriend, A. V. Bulgakov, T. Mocek, J.M. Macak, N.M. Bulgakova, Laser Annealing of Anodic TiO₂ Nanotubes: Explosive Solid Phase Crystallization into Anatase, *Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO)*, OSA Technical Digest (Optica Publishing Group, 2021), paper SW4C.2.
doi.org/10.1364/CLEO_SI.2021.SW4C.2
- [13] T.J.-Y. Derrien, N. Tancogne-Dejean, V.P. Zhukov, H. Appel, A. Rubio, N. M. Bulgakova, Photoionization and transient Wannier-Stark ladder in silicon: First-principles simulations versus Keldysh theory, *Physical Review B* **104** (2021) L241201.
doi.org/10.1103/PhysRevB.104.L241201
- [14] A.A. Morozov, S.V. Starinskiy, A.V. Bulgakov, Pulsed laser ablation of binary compounds: effect of time delay in component evaporation on ablation plume expansion, *Journal of Physics D: Applied Physics* **54** (2021) 175203.
doi.org/10.1088/1361-6463/abdb6c
- [15] E. Maggiore, I. Mirza, D. Dellesega, M. Tommasini, Paolo M. Ossi, Sliding on snow of AISI 301 stainless steel surfaces treated with ultra-short laser pulses, *Applied Surface Science Advances* **7** (2022) 100194.
doi.org/10.1016/j.apsadv.2021.100194
- [16] V. A. Volodin, G. K. Krivyakin, A. V. Bulgakov, Y. Levy, J. Beránek, S. Nagisetty, Z. Bryknar, N. M. Bulgakova, P. V. Geydt, A. A. Popov, Picosecond infrared laser crystallization of Ge layers in Ge/Si multi-nanolayers for optoelectronic applications, *Proceedings SPIE* **12157**, International Conference on Micro- and Nano-Electronics (2021) 1215702.
doi.org/10.1117/12.2622731
- [17] M. Flimelova and Yu. V. Ryabchikov, A Facile Route of Manufacturing of silicon-based nanostructures with tuned plasmonic properties, *Journal of Physics: Conference Series* **2015** (2021) 012128.
doi.org/10.1088/1742-6596/2015/1/012128
- [18] M. Krupka, S. Singh, T. Pisarczyk, J. Dostal, M. Kalal, J. Krasa, R. Dudzak, T. Burian, S. Jelinek, T. Chodukowski, Z. Rusiniak, M. Krus, and L. Juha, Design of modular multi-channel electron spectrometers for application in laser matter interaction experiments at Prague Asterix Laser System, *Review of Scientific Instruments* **92** (2021) 023514.
doi.org/10.1063/5.0029849
- [19] H. Bohlin, F.-E. Brack, M. Cervenak, T. Chodukowski, J. Cikhardt, J. Dostal, R. Dudzak, J. Hubner, W. Huo, S. Jelinek, D. Klír, F. Kroll, M. Krupka, M. Krus, T. Pisarczyk, Z. Rusiniak, U. Schramm, T.-H. Nguyen-Bui, S. Weber, A. Zaras-Szydłowska, K. Zeil, D. Kumar, T. Schlegel and V. Tikhonchuk, Radiative characterization of supersonic jets and shocks in a laser-plasma experiment, *Plasma Physics and Controlled Fusion* **63** (2021) 045026.
doi.org/10.1088/1361-6587/abe526
- [20] J. Krása, V. Nassisi and D. Klír, Target holder as a specific sensor for laser-induced plasma ablation, *Physics Letters A* **385** (2021) 126980.
doi.org/10.1016/j.physleta.2020.126980
- [21] P. Rączka, J. Cikhardt, M. Pfeifer, J. Krása, M. Krupka, T. Burian, M. Krus, T. Pisarczyk, J. Dostál, R. Dudžák and J. Badziak, Measurement of strong electromagnetic pulses generated from solid targets at sub-ns kJ-class PALS laser facility, *Plasma Physics and Controlled Fusion* **63** (2021) 085015.
doi.org/10.1088/1361-6587/ac087f
- [22] E. Juncheng, M. Stransky, Z. Jurek, C. FortmannGrote, L. Juha, R. Santra, B. Ziaja, and A.P. Mancuso, Effects of radiation damage and inelastic scattering on singleparticle



- imaging of hydrated proteins with an X-ray Free-Electron Laser, *Scientific Reports* **11** (2021) 17976.
doi.org/10.1038/s41598-021-97142-5
- [23] R.A. Rymzhanov, J.H. O'Connell, A. Janse van Vuuren, V.A. Skuratov, N. Medvedev, and A.E. Volkov, Insight into picosecond kinetics of insulator surface under ionizing radiation, *Journal of Applied Physics* **127** (2020) 015901.
doi.org/10.1063/1.5109811
- [24] R.A. Rymzhanov, N. Medvedev, J.H. O'Connell, V.A. Skuratov, A. Janse van Vuuren, S.A. Gorbunov and A.E. Volkov, Insights into different stages of formation of swift heavy ion tracks, *Nuclear Instruments and Methods in Physical Research B* **473** (2020) 27.
doi.org/10.1016/j.nimb.2020.04.005
- [25] M. Kloc, D. Šimsa, F. Hanák, P. R. Kaprálová-Žďánská, P. Stránský, and P. Cejnar, Quasiclassical approach to quantum quench dynamics in the presence of an excited-state quantum phase transition, *Physical Review A* **103** (2021) 032213.
doi.org/10.1103/PhysRevA.103.032213

2.6 Sekce realizace projektu ELI Beamlines

120

„Blížící se plná integrace zařízení ELI Beamlines do ELI ERIC od 1. ledna 2023 představuje příležitost pro další zlepšení technických a organizačních podmínek dostupných pro externí uživatele a experimentální skupiny. Pracovní model předpokládá, že ELI Beamlines dosáhne plné kapacity poskytovaného času uživatelům do tří let.“

Ing. Roman Hvězda

V roce 2021 se ELI Beamlines Facility podařilo dosáhnout řady mimořádných úspěchů a splnit prioritní milníky.

Hlavními aktivitami ELI Beamlines Facility v tomto období bylo splnění těchto cílů:

- zlepšení schopností uživatelů na čtyřech experimentálních stanicích s laserovou podporou L1 v hale E1 se specifickým zaměřením na experimenty s vysokou intenzitou záření;
- kompletní uvedení ELIMAIA a P3 do provozu pomocí laseru L3 HAPLS a zpřístupnění této kapacity uživatelům;
- první fáze uvádění do provozu experimentálního řetězce pomocí kJ laseru L4n v experimentální komoře P3.

ELI Beamlines získala velké zkušenosti během několika předchozích uživatelských kampaní, které umožnily při uvedení do provozu lépe ověřit experimentální sestavy, transportní paprsky, DAQ, řídicí a bezpečnostní systém a také pomohly identifikovat problémy s předpulzy laseru L3 HAPLS.

Hlavním a dlouhodobým cílem projektu ELI Beamlines je poskytování světově unikátních experimentálních zařízení širokému okruhu vědců a dalších uživatelů z celého světa. V roce 2021 došlo k výraznému pokroku v naplňování tohoto poslání. Proběhlo několik uživatelských kampaní vzniklých z Výzvy 1 a pět

dalších kampaní z uživatelské Výzvy 2. Další uživatelé přihlášení v rámci Výzvy 2 budou provádět experimenty během roku 2022.

Kromě těchto experimentálních kampaní proběhla řada společných experimentů s externími uživateli v rámci výzkumných projektů, ve kterých participuje ELI Beamlines, jako ELIBIO, ADONIS a projekty GAČR. Uživatelské experimenty v roce 2021 probíhaly souběžně na několika zařízeních po dobu dohromady 87,6 týdne. Rozsah těchto uživatelských experimentů rovněž výrazně pomohl ELI Beamlines k lepšímu „odladění“ nedávno vybudovaných velmi náročných měřících systémů pro budoucí spolehlivější provoz.

Po organizační stránce byla zahájena integrace do nově vzniklé organizace ELI ERIC. S pomocí projektu IMPULSE byly nastartovány základní procesy pro podporu provozu ELI Beamlines v následujících letech prostřednictvím financování z ELI ERIC stejně jako spolupráce s dalšími ELI divizemi, ELI ALPS a ELI NP, v důležitých oblastech, kde je vyžadována standardizace postupů.

ELI Beamlines v roce 2021 provozovala čtyři experimentální stanice pro externí uživatele prostřednictvím otevřených výzev. Významných vědeckých a technologických úspěchů bylo dosaženo na vysokoenergetických stanicích používaných pro iontovou akceleraci a fyziku vysoké energetické hustoty. Tyto experimentální řetězce budou dále optimalizovány s přátelskými

uživatelé pro plné uvedení do rutinního uživatelského provozu v průběhu roku 2022.

V roce 2021 bylo rovněž dosaženo významného pokroku při vývoji a optimalizaci nástrojů pro získávání a správu dat podle principu FAIR nastaveného pro správu dat řízenou EOSC.

Všechny provozy infrastruktury ELI Beamlines byly vážně zasaženy pandemií covidu-19. To zpomalilo pokrok ve vývoji a zejména omezilo cestování uživatelů. Díky výborné spolupráci a nasazení celého týmu ELI Beamlines se podařilo minimalizovat negativní dopady pandemie na harmonogram uvádění technologií do provozu.

Vědecký tým udržoval vysoké publikační záznamy s více než 100 vysoce kvalitními články, které tvoří pevný základ pro vědecký dosah činností centra. Kvalita publikovaných výsledků je potvrzena tím, že většina prací je publikována ve vědeckých časopisech hodnocených jako nadprůměrných. Rovněž byla uzavřena řada nových mezinárodních spoluprací – včetně výzkumných institucí z USA, Tchaj-wanu, Japonska, Itálie, Švýcarska a Německa.

Významně se rozvinula spolupráce s maďarským pilířem ELI ALPS jako druhou částí ELI, který se stane v příštích letech nejpřirozenějším partnerem v rámci ELI ERIC.

Uspořádali jsme důležité osvětové akce pro široké publikum, jako například Talent Academy (studenti základních škol), Scientific Challenge (studenti středních škol), ELI Summer School (studenti vysokých škol), Internship program (studenti vysokých škol) a User Workshops a Annual User conference (juniorští a seniorní výzkumníci). ELI Beamlines se stalo významným centrem výchovy mladých vědeckých pracovníků. V roce 2021 se zde školilo více než 20 doktorandů.

ELI Beamlines Centre prošlo nedávno mezinárodním hodnocením organizovaným Akademií věd. Výsledky tohoto hodnocení byly v souladu s přezkumy poskytnutými Mezinárodním vědeckým poradním výborem, které zdůrazňovaly vysokou kvalitu výsledků výzkumu a velké výzkumné možnosti dostupné v rámci výzkumné infrastruktury. Cílem do příštích let je další posílení vazeb na vysoké školy.

Blížící se plná integrace zařízení ELI Beamlines do ELI ERIC od 1. ledna 2023 představuje příležitost pro další zlepšení technických a organizačních podmínek dostupných pro externí uživatele a experimentální skupiny. Pracovní model předpokládá, že ELI Beamlines dosáhne plné kapacity poskytovaného času uživatelům do tří let.

Souběžně s tímto nárůstem využívání infrastruktury uživateli budou realizovány významné investiční aktivity v rámci ELI Beamlines prostřednictvím projektů HIFI, ELIBIO a ADONIS, které umožní ELI Beamlines nabídnout další unikátní experimentální kapacitu vědecké obci.

Nový projekt Horizon 2020 IMPULSE podporuje vývoj klíčových technologií, které budou hrát zásadní roli ve fungování ELI Beamlines. Nové zařízení Coating umožní zabezpečit dodávky kritických optických

prvků pro lasery, rozvedy laserových paprsků a experimentální stanice. Nové speciálně vyvinuté targety umožní plné využití vysokorychlostních laserových zdrojů a také propojenou diagnostiku.

Kromě těchto činností a v souladu s plánem strategického rozvoje ELI Beamlines na období 2018–2024 se připravují dlouhodobé strategické investiční projekty, které mají posílit roli ELI Beamlines jako lídra v mezinárodním spektru laserových infrastruktur v příštích deseti letech. Existují čtyři hlavní směry tohoto rozvoje:

- použití laseru pro generování koherentních rentgenových paprsků. Tento vývoj je začleněn do nového infrastrukturního projektu ESFRI EuPRAXIA a kvalifikuje zařízení ELI Beamlines jako technologický inkubátor nebo případně jeden z budoucích pilířů tohoto nového projektu;
- kompaktní urychlovače částic založené na laserových systémech s vysokou frekvencí, zaměřené na lékařské a materiálové aplikace;
- experimenty s vysokou intenzitou energie v oblasti dosud neprozkoumaných fázových režimů nad 10^{24} W/cm² a
- další rozvoj technických parametrů důležitých pro biomolekulární vědy, které využívají kombinaci kHz laseru s infrastrukturou Cryo EM.

Do konce roku 2021 byly v provozu tři velké laserové zdroje, tři menší podpůrné lasery, rentgenový zdroj a jeden urychlovač částic stejně jako šest experimentálních stanic, které byly také k dispozici uživatelům k uskutečnění mnoha pokročilých experimentů.



Oddělení radiační fyziky a urychlování elektronů

Skupina rentgenových zdrojů v tomto roce pokračovala ve vývoji a přípravě uživatelského provozu tří typů laserem buzených zdrojů rentgenového záření.

Zdroj koherentních femtosekundových impulzů extrémně ultrafialového záření (HHG Beamline) jsme rozšířili o možnost generace vysokých harmonických frekvencí v krátkém hustém prostředí (vysokorepeticční vysokotlakou plynovou tryskou) a metodu přesného frekvenčního ladění. Tato technika byla použita v uživatelském experimentu studujícím rezonanci heliových nanokapiček.

Dále jsme zprovozničili 1kHz zdroj k-alfa záření pracující s terčem z měděné pásky a nainstalovali rentgenovou optiku pro difrakční experimenty. Zdroj je v současné době schopen vyzařovat 4×10^{11} fotonů o energii 8 keV do jednoho steradiánu za sekundu.

Zdroj rentgenového záření fungující na principu oscilací relativistických elektronů v plazmatu (Gammatron) byl připojen k distribuci svazku laseru L3 a připraven pro zprovoznění. Současně jsme vyvinuli interferometrickou metodu pro přesné určení hustotního profilu plynového terče [1] a sestavili automatizovanou stanici pro přesnou charakterizaci plynových trysek. Dále jsme připravili experimentální zařízení pro rentgenové sondování hustého plazmatu v hale E3 [2].

LITERATURA

- [1] S. Karatodorov, R. Lera, M. Raclavský, S. Lorenz, U. Chaulagain, and J. Nejd, Multi-pass probing for high-sensitivity tomographic interferometry, *Scientific Reports* 11, 15072 (2021).
- [2] M. Lamac, U. Chaulagain, M. Jurkovic, J. Nejd, and S. V. Bulanov, „Two-color nonlinear resonances in betatron oscillations of laser accelerated relativistic electrons“, *Phys. Rev. Research* 3, 033088 (2021)

Výzkumný program LUIS

Projekt ADONIS-LUIS v ELI Beamlines se zaměřuje na výzkum a vývoj kompaktního laseru na volných elektronech řízeného laserovým zářením, založeného na kombinaci pokročilých laserových technologií, nových metod urychlování částic, a na technologie kompaktních undulátorů. Tento vývoj staví na úspěchu experimentů, jehož bylo dosaženo v DESY (Hamburg, Německo) v rámci spolupráce mezi Univerzitou Hamburg a ELI Beamlines. Technologie LUIS jsou instalovány v experimentální hale E5 v ELI Beamlines a integrovány s transportem laserového paprsku L3-HAPLS včetně rotačního rozvodového zrcadla umístěného v experimentální hale E3.

Současně probíhá příprava experimentální soustavy pro zahájení experimentální aktivity ELI Beamlines v hale E5 s použitím vysoce výkonného laseru L3. Všechny klíčové součásti soustavy LUIS-Phase0 jsou

již nainstalovány, připojeny k podpůrným technologiím a předadjustovány (obr. 2.6.2).

Prvním cílem této aktivity je charakterizace laserem řízeného elektronového paprsku a optimalizace parametrů laseru a plazmatu za účelem vytvoření stabilního elektronového paprsku o energii v rozsahu 300–600 MeV pomocí oříznutého laserového paprsku L3-HAPLS. Nastavení laserové diagnostiky je integrováno do nastavení LUIS-Phase0 pro měření vstupních parametrů laseru.

Vývoj LUIS v ELI Beamlines se zaměřuje na nekoherentní extrémně ultrafialové záření pro koncové uživatele fotonových paprsků využívajících „vodního okna“. Parametry elektronového svazku se budou zlepšovat krok za krokem díky optimalizaci procesu interakce laser-plazmatu a také využití dalších složek vyhrazeného transportu elektronového svazku, který je nezbytný k dodání elektronového svazku do undulátoru s parametry vhodnými pro generování koherentního záření.

Cílem LUIS je vývoj extrémního ultrafialového laseru na volných elektronech založeného na laser-plazmovém kompaktním urychlovači. Činnost LUIS v ELI Beamlines je uznávána Evropskou komunitou prostřednictvím spolupráce EuPRAXIA [1], která byla nedávno přidělena jako strategická výzkumná činnost (ESFRI road map).

LITERATURA

- [1] EuPRAXIA Conceptual Design Report: The European Physical Journal Special Topics 229, 3675–4284 (2020): doi.org/10.1140/epjst/e2020-000127-8

Vědecký program ELBA:

V roce 2012 bylo plně optické zařízení ELBA pro srážky elektronů s laserovým impulsem napojeno na transportní linku L3-HAPLS PW laseru, umožňující vůbec poprvé přivést laserové impulsy do experimentální haly. Do laserového urychlovače byly instalovány optické prvky včetně 10 m off-axis paraboly. Jakmile bude systém ELBA uveden do provozu, umožní provádět srážky GeV elektronových svazků s úzce fokusovanými laserovými impulsy dosahujícími intenzity více než 10^{20} W/cm², a to vše při bezprecedentní opakovací frekvenci. Díky tomu bude možné experimentálně zkoumat základní fyzikální procesy, jako je například vznik Breit-Wheelerových elektron-pozitronových párů.

ELBA tým též nainstaloval a uvedl do provozu 1kHz laserový urychlovač / Beamline ALFA. První elektrony zde byly urychleny na energii v řádu MeV v únoru 2021, a to pomocí L1-Allegria 1kHz laseru. Urychlovač / Beamline ALFA je navržen tak, aby poskytoval stabilní elektronové svazky umožňující demonstrovat výhody laserového urychlování elektronů pro specifické lékařské a vesmírné aplikace.



Obr. 2.6.1 a, b: Transport laserového paprsku L3-HAPLS v experimentální hale E5 do technologií LUIS



Obr. 2.6.2 a, b, c: LUIS-Phase0 technologie v experimentální hale E5 v ELI Beamlines



Obr. 2.6.3: Experimentální hala E5 a laserový elektronový collider ELBA



Obr. 2.6.4: Celkový pohled na laserový elektronový collider ELBA



Obr. 2.6.5: Beamline ALFA a její první MeV elektronový paprsek

Výzkumný program FLAX: Laserem buzené zdroje rentgenového záření

V rámci tohoto programu probíhalo vylepšování a uživatelský provoz kHz XUV zdroje na principu generace vysokých harmonických frekvencí v plynném prostředí. Tento zdroj byl použit např. ke studiím ve vědách atomové, molekulární a optické fyziky nebo ke koherentnímu difrakčnímu zobrazování. Během výzkumu plazmových rentgenových laserů se pak ve spolupráci s francouzskou laboratoří LOA podařilo například demonstrovat dvoubarevné zesilování vysokých harmonických v kryptonovém plazmatu.

Dále probíhaly přípravy na zprovoznění laserových zdrojů tvrdého rentgenového záření, konkrétně plazmového zdroje s kHz opakovací frekvencí a zdroje založeného na záření relativistických elektronů (plazmový betatron) buzeného PW laserem L3 HAPLS.

Projekt HiFI: Výzkum velmi intenzivních polí

Projekt HiFI vznikl v roce 2017 a jeho hlavním tématem je výzkum velmi intenzivních elektromagnetických polí. Tvoří jej teoretická skupina, která poskytuje základ pro realizaci nových experimentů a současně buduje synergii mezi teorií a experimentem pomocí analytického modelování a rozsáhlých numerických simulací na vysokovýkonných počítačových klastrech.

Projekt HiFI si klade za cíl studium nových fyzikálních režimů, při nichž radiační reakční síla a kvantově-elektrodynamické procesy (např. tvorba elektron-pozitronových párů či polarizace vakua) hrají

nezanedbatelnou roli, a dále také výzkum týkající se např. laboratorní astrofyziky. Nové poznatky aktivně využívá pro rozvoj fyziky v oblastech urychlování nabitých částic a produkce vysokoenergetických fotonů.

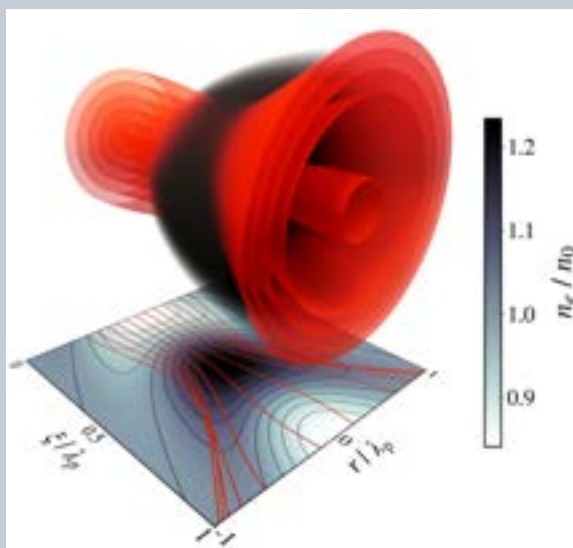
Členové projektu HiFI během roku 2021 vyprodukovali celkem 41 publikací v mezinárodních impaktovaných žurnálech.

Urychlování nabitých částic (elektronů a iontů):

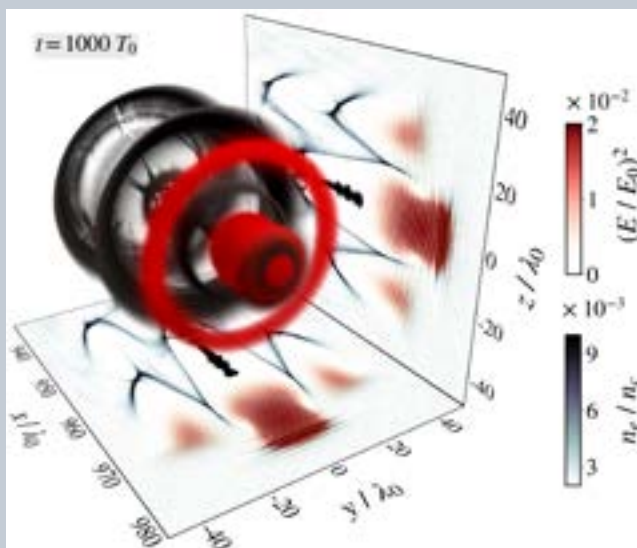
Publikace [1] studuje vývoj radiálního profilu vysoko-výkonného laserového svazku interagujícího s podkritickým plazmatem, zejména pak popisuje příčné elektromagnetické prstence, které vznikají v důsledku defokusace laserového záření indukované vybuzením Langmuirových vln. Práce analyticky ilustruje fyzikální procesy spojené s tvorbou těchto struktur a dále využívá 3D počítačové simulace k odhalení vztahů mezi vlastnostmi elektromagnetických prstenců a parametry laseru a plazmatu.

V rámci studovaného rozsahu parametrů bylo zjištěno, že až 70 % z celkové počáteční energie impulsu může být obsaženo v elektromagnetických prstencích, které se šíří pod úhly 45–115 mrad. Dále je ukázáno, že elektromagnetické prstence mohou být zdrojem vysokoenergetických elektronových svazků.

Disipativní výboje v kapilárách vytváří plazmové kanály, které umožňují vést vysokovýkonné laserové impulsy pro účinné urychlování elektronů pomocí mechanismu brázdového pole. Při nízkých hustotách plazmatu, které jsou nutné pro urychlení elektronů na vysoké energie, je však zapotřebí vyvinout silnější



Obr. 2.6.6a (vlevo): Numerické řešení systému rovnic modelujícího změny v rozdělení fotonů (červeně) během jejich interakce s Langmuirovou vlnou (černě). Fotony, mající různou počáteční polohu na radiální ose, se šíří rovnoběžně ke směru šíření Langmuirové vlny (zleva doprava). Projekce zobrazuje trajektorie fotonů a hustotu elektronů.



Obr. 2.6.6b (vpravo): 3D reprezentace intenzity laserového impulsu (červeně) a normalizované hustoty elektronů (černě) získaných z PIC simulace. Projekce zobrazují řezy obou veličin v rovinách xy a xz.

příčné udržení laserového impulsu, než lze dosáhnout pouze ohmickým ohřevem. V opačném případě může dojít k poškození stěn kapiláry. Zavedení pomocného laserového impulsu pro ohřev plazmatu vede k hlubším a užším plazmovým kanálům. Publikace [2] se zabývá formováním laserem ohřívaných osově homogenních plazmových kanálů. Je ukázáno, že vysokého stupně stejnorodosti v podélném směru lze dosáhnout i přes významný vývoj zahřívacího laseru během jeho šíření kanálem.

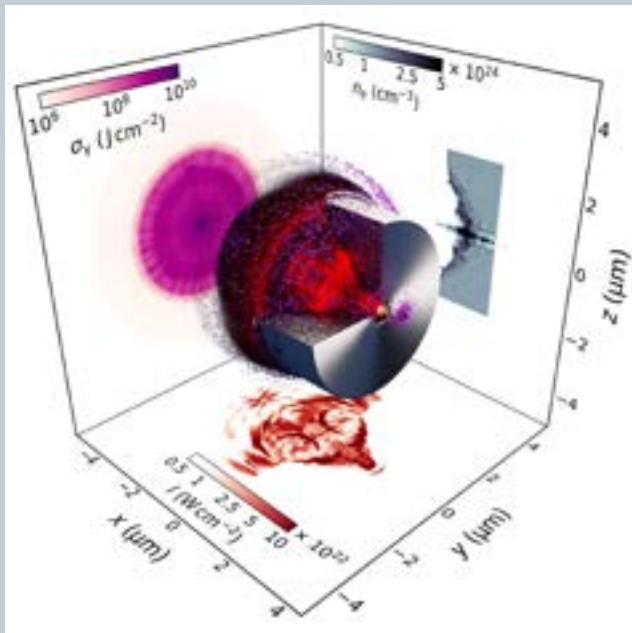
LITERATURA

- [1] P. Valenta, G. M. Grittani, C. M. Lazzarini, O. Klimo, and S. V. Bulanov, On the electromagnetic-electron rings originating from the interaction of high-power short-pulse laser and underdense plasma, *Phys. Plasmas* 28, 122104 (2021), doi.org/10.1063/5.0065167
- [2] G. A. Bagdasarov, N. A. Bobrova, O. G. Olkhovskaya, V. A. Gasilov, C. Benedetti, S. S. Bulanov, A. J. Gonsalves, C. V. Pieronek, J. van Tilborg, C. G. R. Geddes, C. B. Schroeder, P. V. Satorov, S. V. Bulanov, G. Korn, and E. Esarey, Creation of an axially uniform plasma channel in a laser-assisted capillary discharge, *Phys. Plasmas* 28, 053104 (2021), doi.org/10.1063/5.0046428

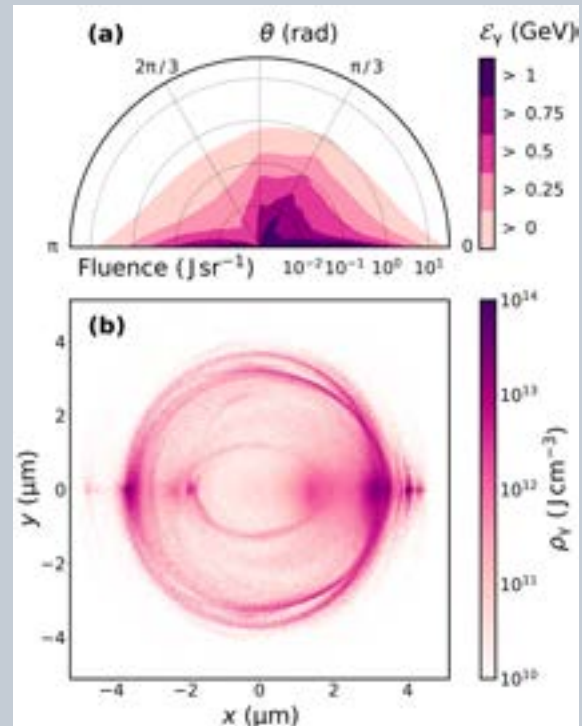
Produkce vysokoenergetických fotonů:

Publikace [3] popisuje režim interakce velmi intenzivního laserového impulsu s fóliovým terčem, při kterém dochází ke vzniku gama záření s vysokou účinností konverze. Tyto poznatky byly získané pomocí 3D kvantově elektrodynamických PIC simulací. Simulace využívají radiálně polarizovaný laserový impuls o délce jedné periody v podmínkách úzké fokuse k dosažení režimu λ^3 . Radiální polarizace je zvolena z důvodu vyšší účinnosti konverze energie laserového záření do záření gama v porovnání s polarizací lineární či azimutální. Významná část energie laserového záření je dále předána pozitronům, zbytek uniká z interakční oblasti ve formě attosekundových impulsů.

Zásadní význam má otázka zesílení elektromagnetického pole k hodnotám typickým pro kvantovou elektrodynamiku silného pole. Jedno z nejslibnějších schémat v tomto kontextu je založeno na metodě relativisticky letícího zrcadla. Tato metoda ukazuje, že dochází ke zvýšení frekvence elektromagnetického záření odraženého zrcadlem. Relativistické zrcadlo lze realizovat pomocí interakce laseru s plazmatem, takové zrcadlo se pak pohybuje s relativistickými rychlostmi a má typicky parabolický tvar, což je výhodné pro fokusaci a zesílení odraženého záření. Ohnisko odraženého záření se taktéž pohybuje s relativistickými rychlostmi, což činí matematický popis rozložení elektrických a magnetických polí velmi komplikovaným. Publikace [4] prezentuje analytický popis rozlo-



Obr. 2.6.7a (vlevo): Intenzita laseru (červeně), hustota elektronů (šedě) a fotony s energiemi v gama oblasti elektromagnetického spektra (fialově). Projekce v rovinách xy a xz zobrazují řezy intenzity laseru a hustoty elektronů, projekce v rovině yz plošnou hustotu energie gama fotonů.



Obr. 2.6.7b (vpravo): (a) Úhlové rozdělení fluence gama fotonů a (b) hustota energie gama fotonů v rovině xy pro $z = 0$.



žení elektromagnetických polí vytvořených ideálním relativisticky letícím zrcadlem, které má dokonalou odrazivost po celém svém povrchu nezávisle na vlnové délce dopadajícího záření. Tento popis je pak využit k výpočtu produkce párů elektronů a pozitronů.

LITERATURA

- [3] P. Hadjisolomou, T. M. Jeong, P. Valenta, G. Korn, and S. V. Bulanov, Gamma-ray flash generation in irradiating a thin foil target by a single-cycle tightly focused extreme power laser pulse, *Phys. Rev. E* 104, 015203 (2021), doi.org/10.1103/PhysRevE.104.015203
- [4] T. M. Jeong, S. V. Bulanov, P. Valenta, G. Korn, T. Zh. Esirkepov, J. K. Koga, A. S. Pirozhkov, M. Kando, and S. S. Bulanov, Relativistic flying laser focus by a laser-produced parabolic plasma mirror, *Phys. Rev. A* 103, 00350 (2021), doi.org/10.1103/PhysRevA.104.053533

Laboratorní astrofyzika – Magnetická rekonekce v laserovém plazmatu

Magnetická rekonekce řízená interakcí laseru s plazmatem přitahuje v posledních desetiletích velký zájem. Velmi silná magnetická pole generovaná laserem urychlenými elektrony totiž poskytují jedinečné prostředí pro zkoumání anihilací a rekonekcí relativistických magnetických polí a dále otevírá nové cesty k pochopení relativistických režimů rychlé disipace magnetického pole, zejména pak ve vesmírném plazmatu, kde se velké množství energie magnetického pole přeměňuje na energii nabitých částic. V publikaci [5] jsou shrnuty aktuální výsledky bádání v oblasti relativistické magnetické rekonekce založené na interakcích laseru a bezesrážkového plazmatu. Dále jsou diskutovány základní mechanismy, teoretické modely a několik experimentálních sestav pro výzkum relativistické rekonekce.

LITERATURA

- [5] [5] Y. J. Gu and S. V. Bulanov, Magnetic field annihilation and charged particle acceleration in ultra-relativistic laser plasmas, *High Power Laser Science and Engineering*, 9, e2 (2021), doi.org/10.1017/hpl.2020.45

Výzkum procesů kvantové elektrodynamiky:

Generování vysokých harmonických pomocí interakce extrémně intenzivních elektromagnetických vln v kvantovém vakuu je zkoumáno v rámci Heisenberg-Eulerova formalismu [6]. V případě obecných polarizací jsou uvažovány dvě protínající se rovinné vlny s konečnou délkou. Podrobné výrazy jsou získány pro případ, kdy nezmizí pouze první Poincarého invariant. Výtěžky vysokých harmonických mají v tomto případě nejvyšší účinnost.

V publikaci [7] je využit elektromagnetický lagrangián konstruovaný takovým způsobem, aby zahrnoval disperzní efekty v popisu elektromagnetické vlny šířící se v kvantovém elektrodynamickém vakuu. Tento lagrangián je lorentzovsky invariantní, zahrnuje příspěvky až šesti mocnin v elektromagnetických polích a dále zahrnuje obě pole a jejich první derivace. Jsou diskutována koncepční omezení spojená s použitím tohoto přístupu a dále jsou získána přesná analytická řešení v jednorozměrné prostorové limitě v podobě periodických vln a solitonů typu Korteweg-de Vries.

Otázka, zda se elektron, vyzařující svou energii během interakce s laserem, může dostat až do regionu o nejvyšší intenzitě laseru s energií dostatečně vysokou na to, aby bylo možné pozorovat řadu různých fyzikálních jevů, je jednou z nejstudovanějších a nejdůležitějších oblastí v kvantové elektrodynamice silného pole. V publikaci [8] je navržen analytický odhad průměrného vývoje energie elektronů a je pak porovnán s PIC simulacemi. Kromě toho jsou získané výsledky využity k odhadu vlastností elektronů a laserového impulsu potřebných k tomu, aby byla Čerenkovova emise ve vakuu pozorovatelná.

LITERATURA

- [6] P. Sasorov, F. Pegoraro, T. Esirkepov, S. V. Bulanov, Generation of High Order Harmonics in Heisenberg-Euler Electrodynamics, *New Journal of Physics* 23, 105003 (2021), doi.org/10.1088/1367-2630/ac28cb
- [7] F. Pegoraro and S. V. Bulanov, Nonlinear waves in a dispersive vacuum described with a high order derivative electromagnetic Lagrangian, *Phys. Rev. D* 103, 096012 (2021), doi.org/10.1103/PhysRevD.103.096012
- [8] M. Jirka, P. Sasorov, S. S. Bulanov, G. Korn, B. Rus, and S. V. Bulanov, Reaching high laser intensity by a radiating electron, *Phys. Rev. A* 103, 053114 (2021), doi.org/10.1103/PhysRevA.103.053114

Oddělení urychlování iontů a aplikací vysokoenergetických částic

Uvedení do provozu části beamliny ELIMAIA (sekce urychlování iontů z laserového plazmatu)

V roce 2021 byl úspěšně uveden do základního provozu urychlovač iontů z laserového plazmatu (jeden ze dvou hlavních částí beamliny ELIMAIA). Jednalo se o klíčovou fázi, která umožnila vylepšit vlastnosti laseru L3-HAPLS na terči (z hlediska předpulzů a fokusovatelnosti) pro následující zprovoznění dalších terčových oblastí v ELI Beamlines (a v nich prováděných uživatelských experimentech).

Urychlovač iontů z laserového plazmatu ELIMAIA vyprodukoval protonové svazky s limitními energiemi mezi 15 a 20 MeV s maximální opakovací frekvencí 1 Hz. Navíc byla prokázána schopnost vygenerovat mnoho výstřelů za den (až 500 výstřelů v řadě) včetně automatického umísťování nových terčů, automatického ukládání dat a jejich analýzy (obr. 2.6.9) s frekvencí 1 Hz.

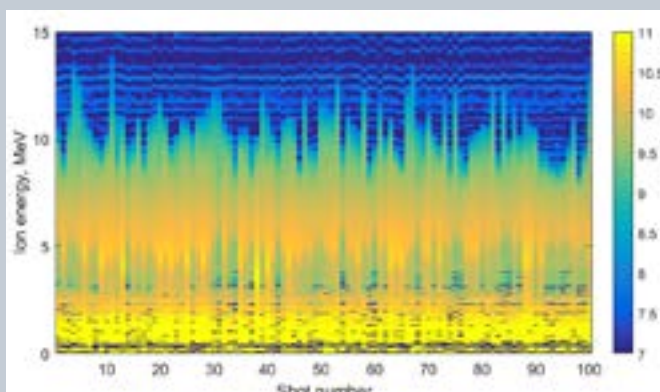
Urychlování iontů z kryogenních terčů (bez úlomků z interakce) laserem L3-HAPLS s frekvencí 3 Hz

Oddělení vyvinulo laserem řízený obnovitelný zdroj čistých protonových svazků, založený na kontinuálně produkovaném terči ve formě stužky z vodíku v pevném stavu, generovaných fokusací laseru L3-HAPLS na terč při dosažení relativistických intenzit záření 10^{19} W/cm² a opakovací frekvence 0,1 Hz. Pomocí vodíkové stužky silné 100 μ m byly urychleny protony s maximální energií 1,5 MeV dokazující potenciál metody. Byla otestována stabilita vodíkové stužky vzhledem k laserovému fokusu stejně jako vzhledem k maximální opakovací frekvenci laseru až do hodnoty 3,3 Hz (obr. 2.6.10).

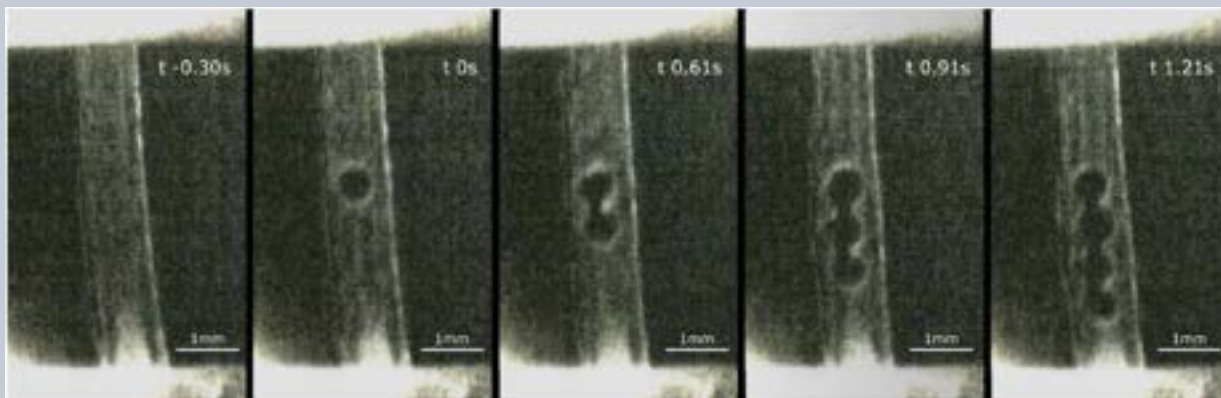
Reference: Chagovets T, Viswanathan J, Tryus M, Grepl F, Velyhan A, Stancek S, Giuffrida L, Schillaci F, Cupal J, Koubikova L, Garcia D, Manzagol J, Bonnay P, Souris F, Chatain D, Girard A and Margarone D (2022) A Cryogenic Hydrogen Ribbon for Laser Driven Proton Acceleration at Hz-Level Repetition Rate. *Front. Phys.* 9:754423. doi: 10.3389/fphy.2021.754423.



Obr. 2.6.8: Snímek interakční oblasti laseru s plazmatem ve vakuové komoře ELIMAIA



Obr. 2.6.9: Analýza signálu iontů z diagnostiky Time-Of-Flight v reálném čase (s frekvencí 0,5 Hz) během sekvence výstřelů (100 výstřelů v řadě). Barevná škála odpovídá toku protonů (částice/sr*MeV) v logaritmickém měřítku.



Obr. 2.6.10: Obrázky extruze vodíkové stužky během sekvence čtyř výstřelů při intenzitě $\sim 1,5 \cdot 10^{19}$ W/cm² s opakovací frekvencí 3,3 Hz. Vlevo: stav stužky před prvním výstřelem. Následující snímky byly zaznamenány vždy 10 ms po výstřelu.

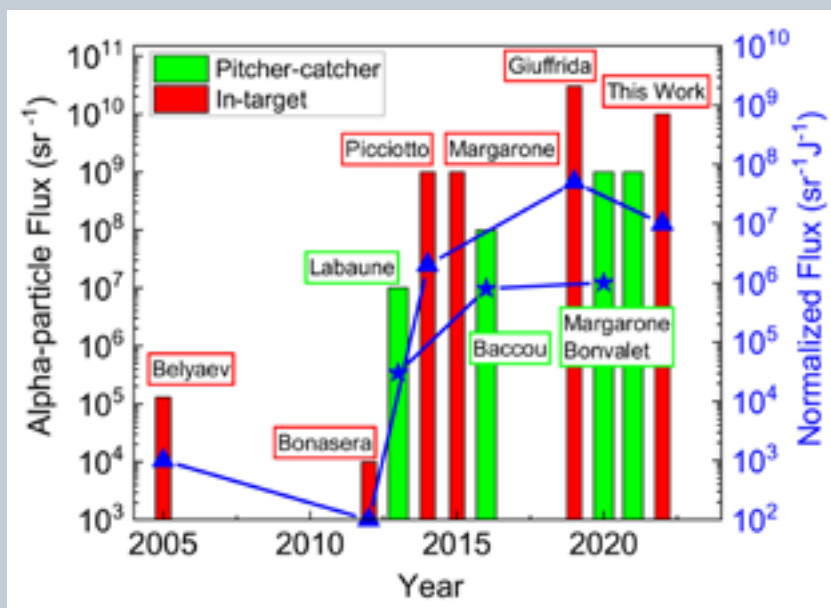
Proton-borová fúze s použitím laseru LFEX PW a uspořádání tzv. v terči

Oddělení provedlo experiment prokazující využití metody efektivního generování částic alfa (tok $\sim 10^{10}/\text{sr}$) z fúzní reakce p-B pomocí petawatového laseru LFEX (Osaka, Japan) poprvé v uspořádání „v terči“.

Jaderná reakce protonů a jader ^{11}B (p-B fúze), která byla využita k produkci energetických částic alfa, byla indukována v plazmatu generovaném interakcí laseru LFEX operujícího na relativistických hodnotách in-

tenzity ($\sim 3 \times 10^{19} \text{ W/cm}^2$) s terčem z nitridu boritého (BN) silného 0,2 mm. Vysoká četnost reakcí p-B, a tudíž i vysoký zisk částic alfa byly získány (a změřeny) díky toku protonů urychlených na přední straně terče.

Reference: Margarone, D.; Bonvalet, J.; Giuffrida, L.; Morace, A.; Kantarelou, V.; Tosca, M.; Raffestin, D.; Nicolai, P.; Picciotto, A.; Abe, Y.; et al. In-Target Proton-Boron Nuclear Fusion Using a PW-Class Laser. Appl. Sci. 2022, 12, 1444. <https://doi.org/10.3390/app12031444>



Obr. 2.6.11: Experimentální pokrok v proton-borové fúzi v měřítku produkce částic alfa v geometriích „v terči“ a „pitcher-catcher“. Osa na levé straně zobrazuje absolutní tok částic alfa (částice/sr), zatímco osa na pravé straně zobrazuje normalizovaný tok k laserové energii na terči.

Mezinárodní spolupráce, důležité události a významné ceny zaměstnanců oddělení

Oddělení spolupracuje s několika mezinárodními institucemi:

- Queen's University Belfast (Velká Británie);
- National Institute of Nuclear Physics (Itálie);
- Commissioner of Atomic Energy (Francie);
- Centre Laser and Applications / University of Bordeaux (Francie);
- Institute of Laser Engineering / Osaka University (Japonsko);
- Fondazione Bruno Kessler (Itálie).

V říjnu 2021 uspořádalo oddělení workshop uživatelů ELIMAIA s cílem probrat možné experimenty s potenciálními uživateli.

V rámci letní školy ELI Summer School získali studenti oddělení první (Arsenios Hadjikyriacou, magisterský student ČVUT) a třetí místo (Valerii Istoksaia, doktorandka ČVUT) v soutěži o nejlepší poster.

Vedoucí oddělení Daniele Margarone získal od prezidenta Itálie významné ocenění a stal se Knight of the Order of the Star of Italy za své vynikající příspěvky k věhlasu Itálie v zahraničí díky své vedoucí pozici v rozvoji zařízení ELI Beamlines.

Úřad průmyslového vlastnictví udělil FZÚ a oddělení 87 patent Segmentovaný kalorimetr a způsob detekce ionizujícího záření pomocí tohoto kalorimetru.

Urychlování iontů z laserového plazmatu

Podle posledních experimentů v oblasti laserového urychlování iontů dosahují protony maximální energie přibližně 100 MeV s relativně vysokým počtem částic v jednom impulsu (10^{10} – 10^{12} protonů/impuls). Laserem řízené iontové svazky nicméně stále nejsou dostatečné pro mnoho aplikací vyžadujících dodatečné parametry, jako jsou nižší divergence, zúžení šířky energetického spektra, homogenita prostorového profilu svazku nebo stabilita mezi jednotlivými výstřely. Nové laserové technologie, jako např. ty dostupné v ELI Beamlines, umožní vědecké komunitě zkoumat inovativní urychlovací mechanismy, které jsou velmi slibné z hlediska budoucího využití laserem řízených iontových svazků v mezioborových aplikacích.

Obecně jsou vysokoenergetické iontové svazky produkovány pomocí silného elektrického pole v tenkých pevnolátkových terčích. Toto pole vzniká kolektivním přemístěním elektronů v důsledku interakce s laserovým impulsem, čímž dochází k urychlení protonů a těžších iontů společně s elektrony, dokud

není znovuobnovena nábojová neutralita. Až doposud byla převážná většina experimentů prováděna v režimu známém jako Target Normal Sheath Acceleration (TNSA), což je urychlovací mechanismus založený na generaci pole pocházejícího z prostorového náboje na zadní straně pevného terče o tloušťce několika mikrometrů. Toto kvazi elektrostatické pole je generováno vysokoenergetickými elektrony známými jako „horké“, které jsou urychleny vysoce intenzivním laserovým impulsem zafokusem na přední stranu terče. Horké elektrony pak prochází materiálem fólie až na zadní stranu (případně terčem recirkulují), kde unikají do vakua. Díky vyšším laserovým intenzitám, které budou dostupné s nově instalovanými laserovými systémy a také díky použití speciálně vyrobených terčů, momentálně vyvstávají nové urychlovací mechanismy. Protony tak mohou být urychleny nejen podélným elektrickým polem (díky separaci náboje), ale také tlakem záření, rázovou vlnou v plazmatu nebo díky relativisticky indukované transparenici a dalším jevům.

Oddělení pracuje rovněž na několika aplikačních projektech:

ELIMED a laserem řízená hadronová terapie

Hlavním cílem beamliny ELI-MED je vyprodukovat stabilní, plně charakterizované a laditelné iontové svazky urychlované laserem na úrovni výkonu 1 PW a poskytnout je široké lokální a mezinárodní komunitě uživatelů na různé mezidisciplinární aplikace a základní výzkum. Velký zájem je zejména o budoucí klinické aplikace laserem řízených iontů v oblasti hadronové terapie, což vedlo k založení mezinárodní kolaborace ELIMED (ELI MEDical applications).

Oddělení strukturní dynamiky

Cílem oddělení bylo v roce 2021 provozovat a dále rozvíjet uživatelské stanice pro výzkum struktury, dynamiky a funkce vzorků – od izolovaných atomů až po složité biologické vzorky a pevnou látku. K tomuto účelu se využívají ultrakrátké impulsy s laserem řízených zdrojů XUV a rentgenového záření, jakož i impulsy z primárních infračervených laserů. Ústřední experimentální technologie zahrnují časově rozlišené difrakční a rozptylové a zobrazovací techniky, optikou (IR až DUV), XUV a rentgenovou spektroskopií, jakož i iontovou a elektronovou spektroskopií.

Uživatelské operace s otevřeným přístupem a vlastní výzkum a vývoj

Uživatelský provoz s otevřeným přístupem je hlavním úkolem oddělení. V roce 2021 se uživatelský provoz zaměřil na podporu 22 uživatelských aplikací získaných z výzvy 2021 EXPERIMENTY v oblasti AMO vědy, ultrarychlé optické spektroskopie a rentgenové difrakce vyhlášené v roce 2020. Ústředními oblastmi

Proton-borová fúze a její aplikace

Inovační metoda nazývaná se PBCT (Proton Boron Capture Therapy) byla nedávno prokázána experimentálně pomocí molekul obsahujících jádra boru ^{11}B absorbovaných rakovinnými buňkami. Tato metoda spočívá v tom, že takové molekuly mohou být zavedeny i do hluboko umístěných nádorů a následně mohou být ostřelovány typickými protonovými svazky, což může s vysokou pravděpodobností vyvolat bezneutronovou proton-borovou fúzi. Produktem fúzní reakce protonů s jádrem boru ^{11}B jsou částice alfa o energiích kolem 4 MeV, které jsou zcela zastaveny uvnitř nádoru a tím pádem deponují svoji energii do rakovinných buněk. V důsledku takové interakce je nádor poškozen mnohem silněji než v případě ozařování pouze urychlenými protony. Další výhodou je přesné ozaření nádoru redukcí poškození okolní zdravé tkáně.

Nedestruktivní testování památek

Oddělení vyvíjí inovační technologická řešení na bázi metod PIXE (Proton Induced X-ray Emission = protony vyvolaná emise rentgenového záření) a DPAA (Deep Proton Activation Analysis = hloubková protonová aktivizační analýza) využívající výhod kompaktního a flexibilního urychlování částic z laserového plazmatu. Kombinací obou metod je možné získat důležité informace o atomárním složení vzorku nebo památky, a to jak na povrchu, tak i v hlubších vrstvách (např. pod zoxidovanou vrstvou na povrchu).

uživatelských experimentů byly atomová, molekulární a optická věda (AMO), vývoj XUV a rentgenových zdrojů. Časově rozlišená spektroskopická elipsometrie, tranzientní optická absorpce a femtosekundová stimulovaná Ramanova spektroskopie. Kromě toho byl prováděn vlastní výzkum a vývoj v souvislosti s nezávislými národními a mezinárodními projekty.

Program ELIBIO

Program ELIBIO zkoumá nové hranice v oblasti světla a optiky s cílem dosáhnout průlomových vědeckých poznatků v biologii, chemii a fyzice. Klíčovým úspěchem projektu je zřízení nového interdisciplinárního centra excelence v oblasti věd o živé přírodě ELI Beamlines, včetně nové biologické laboratoře, která umožňuje práci s vysoce rizikovými biologickými činiteli, včetně buněk, bakterií, virů a toxinů. Biologická laboratoř je plně funkční do roku 2021. Kapacity zahrnují prostory laboratoří pro mokrou laboratorní práci, prostory chladných laboratoří, prostory laboratoří BSL2(3),



aerosolovou laboratoř, ultracentrifugy, optické mikroskopy, environmentální rastrovací elektronový mikroskop s kryogenním vybavením a pokročilou optickou laserovou laboratoř, která je v provozu na špičkové mezinárodní úrovni [1].

Vědecký výstup oddělení

Výsledkem vědecké práce je 17 publikací v recenzovaných časopisech v roce 2021. Níže jsou uvedeny vybrané publikace popisující nové vědecké přístroje a také první vědecké práce publikované v roce 2021, které byly s nimi provedeny.

Víceúčelová koncová stanice pro atomové, molekulární a optické vědy a koherentní difrakční zobrazování na ELI Beamlines

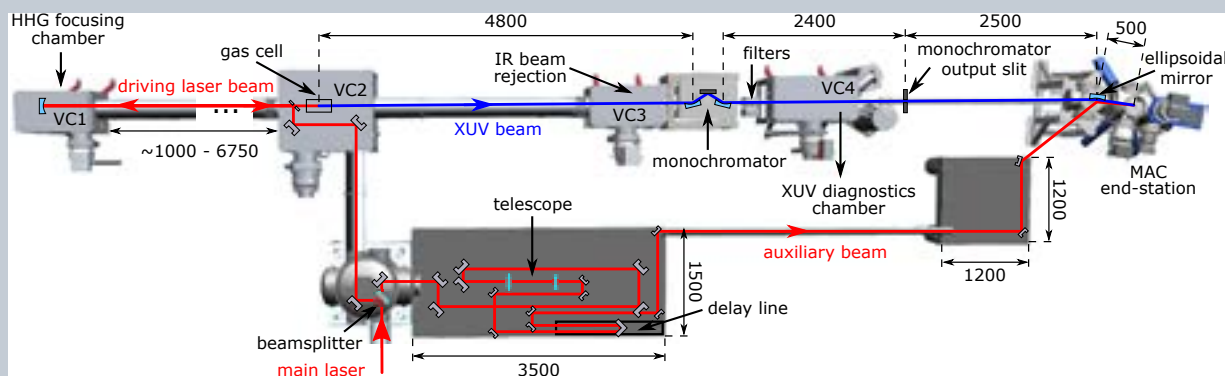
Tato publikace informuje o stavu uživatelské koncové stanice MAC: víceúčelové stanice pro atomové, molekulární a optické (AMO) vědy a koherentní difrakční zobrazování (CDI), určené pro studium struktury a dynamiky hmoty ve femtosekundové časové oblasti. MAC se nachází v experimentální hale E1 na beamline pro generaci vysokých harmonických frekvencí (HHG) střediska ELI Beamlines [2]. Příklad vědeckých výsledků z této stanice je uveden v [3].

Širokopásmová femtosekundová spektroskopická elipsometrie

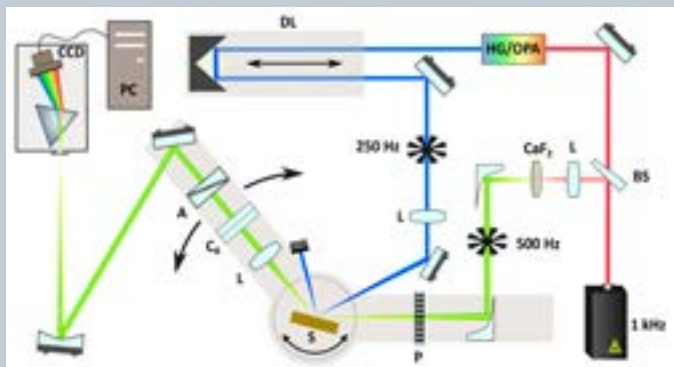
V experimentálním sále E1 je umístěno zařízení pro měření časově rozlišené spektroskopické elipsometrie ve schématu pump-probe s využitím femtosekundových laserových impulsů. Sestava je schopna provádět časově rozlišené spektroskopické elipsometrické měření od blízké infračervené oblasti (NIR) přes viditelnou oblast (VIS) až po blízkou ultrafialovou oblast (NUV) ve spektrálním rozsahu 1,3–3,6 eV. Časové rozlišení je řádově 100 fs v rozsahu zpoždění více než 5 ns [4]. Příklad vědeckých výsledků z této stanice je uveden v [5].

Literatura

- [1] Pu Qian, Alastair T. Gardiner, Ivana Šimová, Katerina Naydenova, Tristan I. Croll, Philip J. Jackson, Nupur, Miroslav Kloz, Petra Čubáková, Marek Kuzma, Yonghui Zeng, Pablo Castro-Hartmann, Bart van Knippenberg, Kenneth N. Goldie, David Kaftan, Pavel Hrouze, Jan Hájek, Jon Agirre, C. Alistair Siebert, David Bina, Kasim Sader, Henning Stahlberg, Roman Sobotka, Christopher J. Russo, Tomáš Polívka, C. Neil Hunter, Michal Koblížek, *2.4-Å structure of the double-ring Gemmatimonas phototrophica*



Obr. 2.6.12: Dispozice beamline HHG a koncové stanice MAC. Hlavní laser se šíří ve vakuu distribučního systému zleva dole. 10 % svazku se odděluje a směřuje mimo vakuový systém. Zbývajících 90 % je použito pro zdroj vysokých harmonických frekvencí. Oba paprsky se rekombinují v koncové stanici MAC. Rozměry jsou uvedeny v milimetrech. Vzdálenost mezi komorami HHG VC1 a VC2 lze upravit tak, aby se přizpůsobila různým ohniskovým vzdálenostem fokusačního zrcadla HHG.



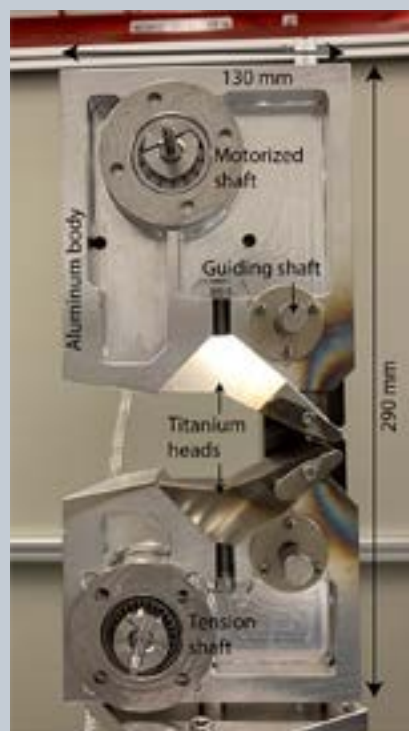
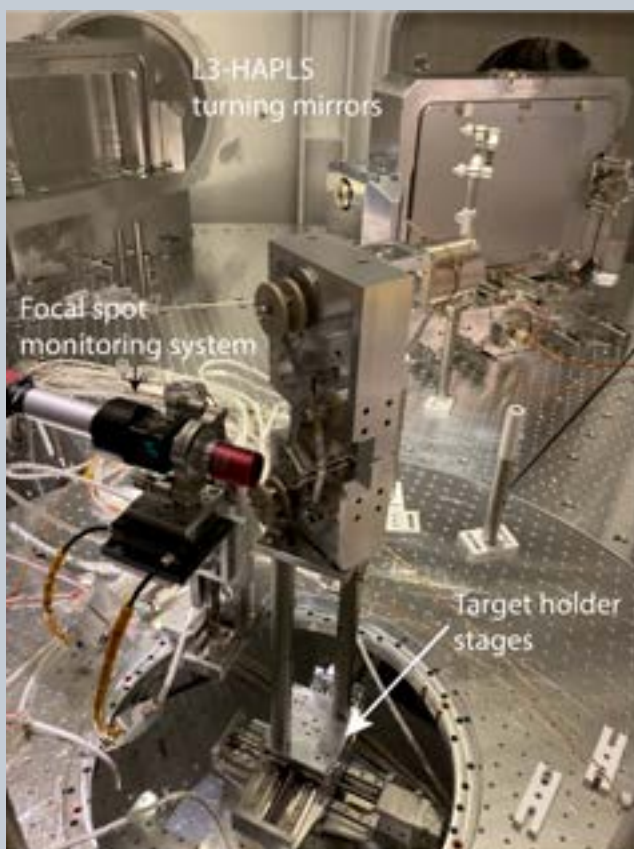
Obr. 2.6.13: Schematický pohled na stanici pro časově rozlišenou elipsometrii

- photosystem*, Science Advances 16 Feb 2022, Vol 8, Issue 7, DOI: [10.1126/sciadv.abk3139](https://doi.org/10.1126/sciadv.abk3139)
- [2] Eva Klimešová, Olena Kulyk, Ziaul Hoque, Andreas Hult Roos, Krishna P. Khakurel, Mateusz Rebarz, Matej Jurkovič, Martin Albrecht, Ondřej Finke, Roberto Lera, Ondřej Hort, Dong-Du Mai, Jaroslav Nejd, Martin Sokol, Rasmus Burlund Fink, Ltaief Ben Ltaief, Daniel Westphal, Adam Wolf, Tomáš Laštovička, Fabio Frassetto, Luca Poletto, Jakob Andreasson, and Maria Krikunova, A Multipurpose End-Station for Atomic, Molecular and Optical Sciences and Coherent Diffractive Imaging at ELI Beamlines, Eur. Phys. J. Spec. Top. 1–12 (2021), doi.org/10.1140/epjs/s11734-021-00192-z
- [3] Eva Klimešová, Olena Kulyk, Laura Dittrich, Jakob Andreasson, and Maria Krikunova, Nanoparticle-assisted acceleration of laser-irradiated low-density He ions, Physical Review A 104 (6), L061101 (2021), DOI: 10.1103/PhysRevA.104.L061101, doi.org/10.1103/PhysRevA.104.L061101
- [4] Steffen Richter, Mateusz Rebarz, Oliver Herrfurth, Shirley Espinoza, Rüdiger Schmidt-Grund, and Jakob Andreasson, *Broadband femtosecond spectroscopic ellipsometry*, Review of Scientific Instruments (Vol.92, Issue 3), 03-04-2021, doi.org/10.1063/5.0027219
- [5] Herrfurth O., Richter S., Rebarz M., Espinoza S., Zúñiga-Pérez J., Deparis C., Leveille J., Schleife A., Grundmann M., Andreasson J. and Schmidt-Grund R., *Transient birefringence and dichroism in ZnO studied with fs-time-resolved spectroscopic ellipsometry*, Phys. Rev. Research 3, 013246 – Published 16 March 2021, doi.org/10.1103/PhysRevResearch.3.013246

Oddělení fyziky plazmatu a interakcí s ultravysokou intenzitou

Hlavní činností oddělení bylo v roce 2021 připojení laseru L3 (HAPLS) pro umožnění experimentů v komoře P3 (obr. 2.6.14). Laser L3 (HAPLS) byl úspěšně spuštěn až do nejvyšších úrovní energií 12 J a maximální

opakovací frekvence 3,3 Hz. Speciálně vyvinutý systém pevného targetu pro vyšší frekvence byl použit pro experimenty generující velmi tvrdé X-paprsky.



Obr. 2.6.14 a, b: Uspořádání v komoře P3 během testování vysokonoenergetického provozu. Vlevo: Uspořádání uvnitř P3. Vpravo: Systém targetů užívaný při experimentech.

Souběžně byla sestavena kilojoulová nanosekundová beamlina do P3 (obr. 2.6.15), která je nyní připravena pro plné uvedení do provozu v průběhu roku 2022. Bude se jednat o světově první laser v této výkonové kategorii s minutovým opakovacím cyklem. Díky tomu poskytne unikátní možnosti studia laserové plazmy s vysokou hustotou energie s relevancí pro inertní fúzi a studium astrofyzikálních a geofyzikálních jevů.

Dále byla zahájena slibná a zajímavá spolupráce s Ústavem fotoniky a elektroniky AV ČR s cílem 3D tisku pěnových targetů pro základní studie interakcí mezi laserem a plazmou v kontextu inertní fúze (obr. 2.6.16).

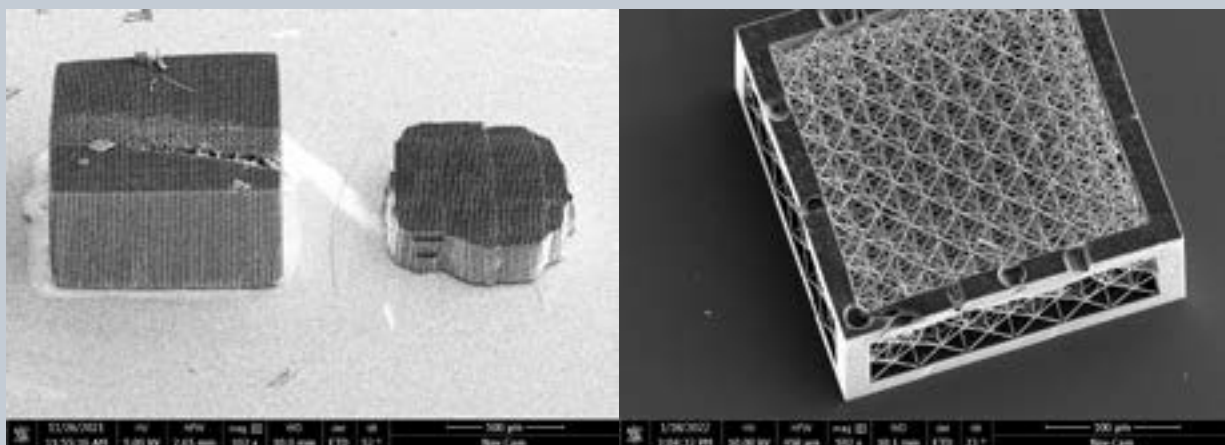
Technologický postup při budování systémů v hale E3 byl detailně dokumentován a publikován v průběhu roku 2021 v několika článcích v prestižních časopisech [1, 2, 3].

LITERATURA

- [1] S. Borneis et al., *Design, installation and commissioning of the ELI Beamlines high-power, high-repetition rate HAPLS laser beam transport system to P3*, High Power Laser Sci. Eng. **9**, e30 (2021).
- [2] M. Jourdain et al., *The L4n laser beamline of the P3 installation: Towards high-repetition rate high-energy density physics at ELI Beamlines*, Matter Radiat. Extremes **6**, 015401 (2021).
- [3] F. Condamine et al., *High-repetition rate solid target delivery system for PW-class laser-matter interaction at ELI Beamlines*, Rev. Sci. Instrum. **92**, 063504 (2021).



Obr. 2.6.15: Uspořádání L4n beamliny v experimentální hale E3. Vlevo: Beamlina se vstřikovacím bodem na zelené věži. Vpravo: Skříň obsahující finální optický systém pro záření L4n laseru do P3.



Obr. 2.6.16 a, b: Nedávný příklad 3D tištěných pěnových targetů (s laskavostí Ústavu fotoniky a elektroniky, AV ČR)

Oddělení laserových systémů

Oddělení vyvíjí technologie výkonových laserů a provozuje laserové systémy v centru ELI Beamlines. Strukturováno je do čtyř hlavních skupin souvisejících s jednotlivými laserovými systémy (L1, L2, L3 a L4) a do dvou specializovaných podpůrných skupin (Elektronické řídicí systémy a Laserová optika). Laserové systémy ELI Beamlines široce využívají novou technologii diodově čerpaných pevnolátkových laserů, která představuje změnu paradigmatu při stavbě laserů s vysokým pulzním výkonem. Tato technologie umožňuje generovat laserové pulzy s mnohem vyšší opakovací frekvencí než stávající systémy a také dosáhnout vyšší stability parametrů laserových pulzů, poskytuje vyšší robustnost, jednodušší údržbu, vyšší úroveň automatizace a možnost rozšíření směrem k vyšším špičkovým výkonům a opakovací frekvenci.

Laserový systém L1 Allegra / F-SYNC

Týmu L1 Allegra se podařilo vyvinout a implementovat několik vylepšení čerpacích laserů systému, umožňujících dosáhnout vyšší účinnosti generace pulzů na druhé harmonické vlnové délce 515 nm a tím i vyšší výstupní energie celého laserového systému. Výsledkem tohoto úsilí je přepracované uspořádání systému pro distribuci vstupních pulzů pro všechny regenerativní zesilovače, tvořící hlavní část zmíněných čerpacích laserů. Součástí tohoto schématu jsou individuální prodlužovače pulzů pro každý z čerpacích laserů a rovněž nový vláknový oscilátor.

S využitím systému L1 Allegra bylo v roce 2021 realizováno devět experimentálních kampaní v celkové délce 18 týdnů. Výstupní svazek laseru L1 Allegra byl experimentálními projekty využíván po dobu 350 h na úrovni výstupní energie 15 mJ a po dobu 40 h s výstupní energií 30 mJ. Oproti roku 2020 je to dvojnásobný nárůst počtu hodin provozu pro experimentální projekty.

Během roku 2021 pokračoval také vývoj přídatného svazku F-SYNC v rámci projektu Adonis, který má za cíl významně rozšířit potenciál laserového systému L1 Allegra o druhý nezávislý zdroj ultrakrátkých pulzů s energií 15 mJ a opakovací frekvencí 1 kHz, synchronizovaný s femtosekundovou přesností s hlavním svazkem L1. Oba pulzy lze navíc vzájemně libovolně zpožďovat, což otevírá nové možnosti pro realizaci komplexních experimentů typu pump-probe.

Dokončen byl vývoj hlavního tenkodiskového regenerativního zesilovače EMILKA se separátorem pulzů a mřížkovým kompresorem. Výstupem tohoto laseru jsou dva prostorově oddělené pulzy zkomprimované v jednom kompresoru na délku několika pikosekund. Zesilovač dosahuje celkového výkonu 110 W ve dvou svazcích se stabilitou $< 0,8\%$, které jsou konvertovány na druhou harmonickou (515 nm) s účinností 70 %.

První svazek slouží k čerpání prvních dvou stupňů OPCPA a druhý pro čerpání třetího stupně. Malá část energie je rovněž využita pro generaci tzv. super-



Obr. 2.6.18: Parametrický OPCPA zesilovač F-SYNC s výstupní energií pulzů 16 mJ a opakovací frekvencí 1 kHz



Obr. 2.6.17: Laserový systém L1 Allegra s opakovací frekvencí 1 kHz a výstupní délkou impulsu 15 fs

kontinua (širokospektrální fázově synchronizované optické kontinuum) v tyčce krystalu YAG. Tím vzniká vysoce stabilní a plně synchronní zdroj širokospektrálních pulzů, které jsou zesilovány ve třech stupních OPCPA. Toto nové uspořádání tak zcela eliminuje potřebu nákladného Ti:safírového oscilátoru a zároveň umožňuje zesilování v pikosekundovém OPCPA bez potřeby aktivní synchronizace čerpacích a signálových impulsů. Všechny tři stupně OPCPA byly zprovozněny s výstupní energií 16 mJ komprimovatelných na délku pulzu kratší než 20 fs. Celý systém je vybaven nejmodernější řídicí elektronikou a diagnostikou a několika systémy pro stabilizaci svazku, které umožňují automatický chod celého laseru.

Laserový systém L2-DUHA

V uplynulém období pokračoval vývoj a stavba laseru L2-DUHA (Dual-beam Ultra-fast High energy OPCPA Amplifier), jehož cílem je vybudování vysokorepeticčního (50Hz) zdroje se špičkovým pulzním výkonem přesahujícím 100 TW (energie výstupních pulzů cca 3 J při délce pulzu méně než 30 fs), určeného zejména pro aplikace laserového urychlování elektronů (LWFA – Laser Wakefield Accelerator). Zesilující řetězec systému L2-DUHA využívá diodově čerpané pevnolátkové laseru (DPSSL – Diode Pumped Solid State Laser), které budí širokospektrální optické parametrické zesilovače

(OPCPA) generující svazek na vlnové délce cca 820 nm. Laserový systém L2-DUHA bude mít rovněž přídavný svazek ve střední, tzv. mid-IR oblasti (vlnová délka cca 2 μm), poskytující pulzy s energií 5 mJ a délkou 50 fs s repeticí 2 kHz. Celý laser L2-DUHA je vyvíjen interně v Oddělení laserových systémů.

V roce 2021 bylo dosaženo významného pokroku, především při kompletaci a testování čela krátkopulzního řetězce (front-end) hlavního svazku, přídavného svazku ve střední infračervené oblasti (mid-IR) a rovněž části čerpacího DPSSL laseru.

Pulzy mid-IR jsou generovány z pikosekundových pulzů na vlnové délce 1030 nm s využitím tzv. optického superkontinua. Přídavný svazek na vlnových délkách v okolí 2 μm je vytvářen prostřednictvím nelineárního procesu DFG (Difference Frequency Generation) mezi širokopásmovým pulzem optického superkontinua a jeho 1030nm budícím pulzem. Tato metoda generování mid-IR pulzů navíc zajišťuje pasivně stabilní fázi optických frekvencí vůči časovému profilu výsledných pulzů (tzv. CEP, Carrier Envelope Phase). Pulzy jsou následně zesíleny v OPCPA zesilovačích.

V roce 2021 bylo demonstrováno zesílení v první části OPCPA řetězce na úroveň mJ a generovaný svazek byl komprimován na délku kratší než 50 fs. Generované spektrum a délka pulzu jsou znázorněny na obr. 2.6.20.



Obr. 2.6.19: Budovaný laserový systém L2-DUHA s prvním stupněm širokopásmového zesilovače v popředí

Zárodečné pulzy hlavního svazku laseru L2-DUHA (vlnová délka 820 nm) jsou rovněž generovány z optického superkontinua a jsou následně zesíleny v kaskádě OPCPA zesilovačů, buzených pikosekundovými pulzy na vlnové délce 515 nm (druhá harmonická základní vlnové délky 1030 nm). V roce 2021 byl sestaven a odzkoušen mřížkový spektrální rozmítač pulzů (stretcher) prodlužující původně ultrakrátký pulz na délku 1,5 ns, který je zesílen v OPCPA zesilovačích.

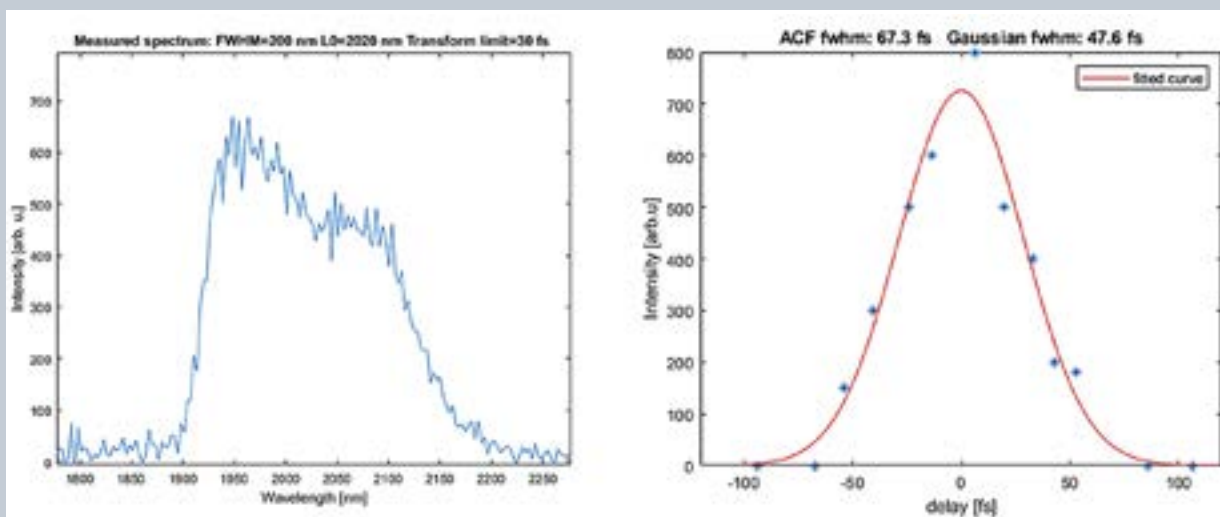
V roce 2021 byl také dokončen vývoj a testování regenerativního zesilovače jako základní součásti čela hlavního čerpacího laseru (obr. 2.6.21) pro buzení OPCPA zesilovačů. Byl tak uveden do provozu zesilovač na bázi Yb:YAG, který zesiluje nanosekundové pulzy z interně vyvinutým vláknovým front-endem. Tento vláknový front-end je navržen tak, aby umožňoval časové tvarování zárodečného pulzu čerpacího laseru

pro zajištění rovnoměrného buzení všech spektrálních složek při OPCPA generaci. Pro tento účel jsme vyvinuli vlastní vláknové zesilovače a implementovali propojení jednotlivých stupňů čela čerpacího laseru zahrnující řízený tvarovač pulzů.

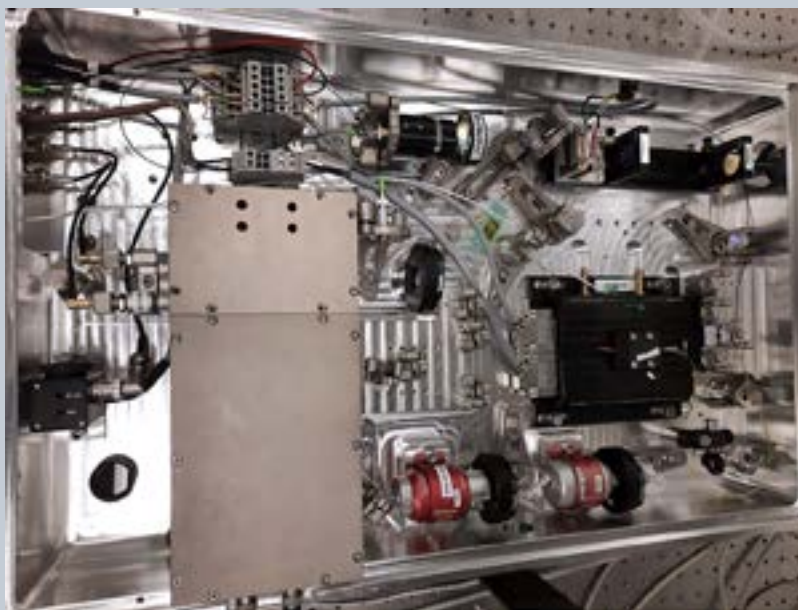
V roce 2022 bude zprovozněno modernizované kryogenní chlazení pro laserovou hlavu čerpadla 10 J DPSSL a s tím i vysokoenergetický provoz systému L2-DUHA.

Laserový systém L3-HAPLS

V roce 2021 se naplno rozběhl výkonový provoz laseru L3-HAPLS (High Repetition Rate Advanced Petawatt Laser System) v režimu vysokých energií a tím rovněž i experimenty, využívající tento laser v experimentálních stanicích v halách E3 a E4 centra ELI Beamlines.



Obr. 2.6.20: Širokopásmové spektrum IR pulzů pokrývající interval 1,9 až 2,2 μm (vlevo); naměřená autokorelační křivka na výstupu OPCPA zesilovače demonstrující délku komprimovaného pulzu < 50 fs (vpravo)



Obr. 2.6.21: Regenerativní zesilovač čela diodově čerpaného laserového řetězce systému L2-DUHA; zesilovač byl kompletně navržen a zprovozněn vývojovým týmem odd. 91

Laser L3-HAPLS využívá technologii plně polovodičového buzení (na bázi výkonových laserových diod) aktivního prostředí a je navržen pro nepřetržitý provoz na úrovni špičkového výkonu 1 PW s opakovací frekvencí 10 Hz.

Hlavními částmi celého systému jsou čerpací laser na bázi Nd dopovaného skla, jehož svazek je konvertován do druhé harmonické (vlnová délka 527 nm) a využit k buzení Ti:safírového výkonového zesilovače, navrženého pro generaci pulzů s energií až 45 J (s centrální vlnovou délkou 810 nm). Generované pulzy jsou poté komprimovány ve vakuovém mřížkovém kompresoru na délku < 30 fs. Laserový svazek na výstupu kompresoru má rozměr 214×214 mm. Laser L3-HAPLS byl vyvinut v Lawrence Livermore National Laboratory za aktivní účasti našeho laserového týmu, který byl zodpovědný za stavbu vybraných subsystémů, zejména výstupního kompresoru PW pulzů.

V současné době je systém L3-HAPLS provozován na úrovni 0,5 PW pro experimentální projekty a současně byl ve spolupráci s Lawrence Livermore National Laboratory zahájen program dosažení plného projektovaného výkonu, tj. generace pulzů 1 PW na opako-

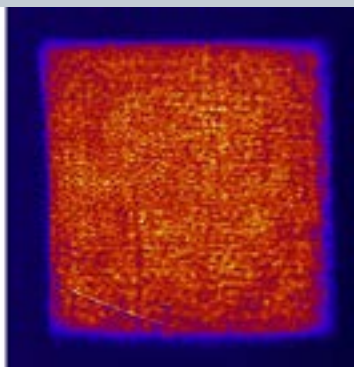
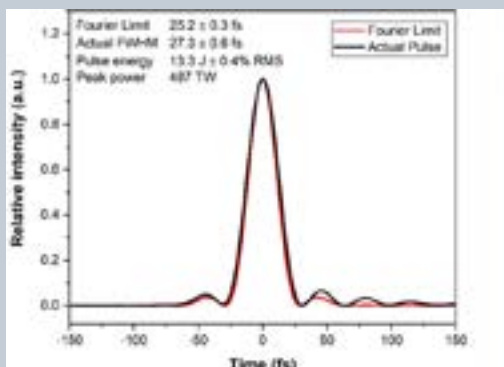
vací frekvenci 10 Hz. Jednou z prvních aktivit tohoto programu bude zvýšení výstupní energie čerpacího laseru ze současné úrovně 101 J (na vlnové délce 1054 nm) na cca 180 J a implementace plynem chlazeného Faradayova rotátoru do tohoto systému.

Parametry pulzů generovaných v současné fázi na výstupu vakuového mřížkového kompresoru a prostorový profil svazku jsou uvedeny na obr. 23. Pro experimentální provoz je laser L3-HAPLS schopen poskytovat pulzy v několika konfiguracích, zahrnujících kromě nominální repetice 3,3 Hz i jednotlivé pulzy a sérii (dávku) pulzů časově separovaných 0,3 ms.

V průběhu roku 2021 byl laser L3-HAPLS provozován pro experimentální aktivity celkem 20 týdnů, jak ukazuje níže uvedená tabulka. Kromě ověřování integrovaného provozu soustavy laserový systém / distribuce svazku / experimentální stanice bylo cílem těchto experimentů testování diagnostiky plazmatu, vylepšování časového kontrastu laserových pulzů a pilotní studie laserové generace protonového svazku; při posledně jmenovaných experimentech prováděných při repetici pulzů 1 Hz bylo demonstrováno rutinní vytváření protonových svazků s energií 10 MeV.



Obr. 2.6.22: Hlavní část laserového řetězce systému L3-HAPLS; v popředí je viditelná výkonová sekce čerpacího laserového subsystému



Obr. 2.6.23: Časový průběh komprimovaného pulzu laseru L3-HAPLS na úrovni 0,5 PW (energie 13,3 J, délka pulzu 27,3 fs, repetice 3,33 Hz) a prostorový profil komprimovaného svazku, měřené na výstupu vakuového mřížkového kompresoru. Energie pulzů na výstupu laseru před finální kompresí je 17,7 J.

Provoz laseru L3-HAPLS pro experimenty v roce 2021	Hala E3 (Rentgenová spektroskopie)	Hala E4 (Urychlování protonů)
Celková délka experimentů 7 týdnů 13 týdnů		
Experimentální dny s využitím laseru	21 dní	43 dní
Běh laseru v režimu nízké energie ($< 0,5 \text{ J}$)	6 dní	20 dní
Běh laseru v režimu nízké energie (typicky $> 10 \text{ J} / 0,5 \text{ PW}$)	15 dní	23 dní

Laserový systém L4-ATON

Laser L4-ATON, který bude poskytovat nejvyšší energii a nejvyšší špičkový optický výkon v centru ELI Beamlines, je ve finální fázi uvádění do provozu. Hlavními subsystémy laseru jsou výkonový širokopásmový předzesilovací řetězec OPCPA (Optical Parametric Chirped Pulse Amplification – optické parametrické zesílení spektrálně rozšířeného pulzu), schopný generovat pulzy s energií až 5 J a dva velké zesilovače na bázi neodymem dopovaného skla s optickými aperturami 18 a 30 cm, poskytující výstupní energii přesahující 1,5 kJ na vlnové délce 1,06 μm . Tyto zesilovače využívají inovativní a unikátní technologii kapalinového chlazení, která umožňuje četnost výstřelů na plné energii až jedenkrát za minutu. Laserový systém L4-ATON byl vyvinut ve spolupráci s konsorciem firem National Energetics a EKSPLA.

Díky využití kombinace dvou typů neodymem dopovaných laserových skel ve výkonových zesilovačích mají výstupní $> 1,5 \text{ kJ}$ pulzy spektrální šířku $> 13 \text{ nm}$, což umožňuje jejich komprimovatelnost na

délku cca 150 fs a tím generaci špičkového výkonu 10 PW. Výstupní pulzy budou komprimovány v obřím vakuovém kompresoru využívajícím difrakční mřížky o rozměrech 850 $\times$ 700 mm. Velikost laserového svazku v kompresoru bude cca 620 $\times$ 620 mm. V roce 2021 byla dokončena stavba systému optického přenosu svazku z výstupu laseru do kompresoru a pokračovaly práce na sestavování, testování a vakuovém čištění komponent kompresoru 10 PW, zahrnujících zejména optomechanické systémy optického přenosového teleskopu, systémy ultrapřesného polohování mřížek a justážní systémy.

Vedle generace komprimovaných 150 fs pulzů je laser L4-ATON schopen poskytovat kJ nanosekundové pulzy s nastavitelnou délkou (v rozmezí 0,2–10 ns) a nastavitelným časovým profilem (v kroku 125 ps) pro experimenty zaměřené např. na laboratorní astrofyziku, výzkum horké husté hmoty, problematiku termojaderné syntézy atd. V roce 2021 byla dokončena optická přenosová soustava a transport kJ laserového svazku do experimentální haly E3, kde s tímto svazkem proběhnou v roce 2022 první experimenty.



Obr. 2.6.24: Laserový systém L4-ATON, poskytující spektrálně širokopásmové ns pulzy s energií 1,5 kJ. V popředí je oscilátor a první stupně výkonového předzesilovacího řetězce na bázi OPCPA.



LITERATURA

- [1] Hubka, Z. et al., „120 mJ, 1 kHz, picosecond laser at 515 nm,“ *Opt. Lett.*, **46** (2021) 5655 5658



Obr. 2.6.25: 10 PW vakuový kompresor systému L4-ATON o délce 18 m a výšce 4 m, který se nachází ve finální fázi sestavování. Velikost výstupního svazku je 620 × 620 mm.

138

Skupina bezpečnosti a radiační ochrany

V roce 2021 poskytoval tým podporu a odbornou expertizu pro činnost výzkumných a realizačních týmů a pracoval na vytváření vnitřních standardů a postupů pro zajištění dlouhodobého bezpečného a hladkého provozu centra se zaměřením nejen na zaměstnance, ale také na externí uživatele. Tým se aktivně podílel na denním provozu pravidelnými kontrolami laboratoří, návrhem bezpečnostních prvků, zajištěním služeb zabezpečení, poskytováním odborných školení, kontrolou vlivu provozu na životní prostředí, poskytováním podpory uživatelským experimentům a koordinací dodavatelů v oblasti bezpečnosti. Velký důraz byl kladen nejen na preventivní, ale také na represivní opatření a připravenost v případě nouzových/krizových situací.

Nainstalován byl systém kontinuálního monitoringu dávkových příkonů a koncentrací technických plynů, poskytující data v reálném čase v laserových a experimentálních halách. V rámci uvádění do provozu zdroje P3 a ELIMAIA proběhlo úspěšně také jeho testování a studium generovaných radiačních polí.

Významné výsledky

Bylo uzavřeno MoU mezi FZÚ a CERN o spolupráci na vývoji výpočetního Monte Carlo kódu pro transport záření FLUKA.CERN. FZÚ (ELI Beamlines) se tak stal spoluzakládajícím členem nově vznikající kolaborace. Členové týmu jsou součástí vědeckého a řídicího výboru, vedou některé pracovní skupiny a aktivně se podílejí na vývoji tohoto kódu.

Pokračovalo také aktivní zapojení do aktivit Evropské dozimetrické společnosti EURADOS sdružující 80 výzkumných organizací v oboru dozimetrie, kde je vedoucím týmu od roku 2019 členkou řídicího výboru.

V roce 2021 úspěšně pokračoval mezinárodní projekt UHDPulse zabývající se metrologií pro pokročilou radioterapii pomocí částicových paprsků s vysokou dávkou v pulzu a zahájen byl mezinárodní projekt RADNEXT, zaměřený na vytvoření infrastruktury pro vědu a průmysl, poskytující technologii pro studium radiačního poškození elektroniky.

Ve spolupráci s Oddělením urychlování iontů a aplikací vysokoenergetických částic byl na základě společného vývoje získán užitečný vzor pro detektor ionizujícího záření, segmentovaný kalorimetr.

Skupina dále prováděla simulace možné aktivace materiálů, fyzikální design stínících prvků a simulace a výpočty pro efektivnější průběh experimentů výzkumných skupin a teoretické zdůvodnění jimi získaných výsledků.

Významné výsledky skupiny BOZP

Náročným úkolem byla příprava nové laboratoře pro práce s biologickými činiteli skupiny 2 a 3, a to jak po stránce administrativní, tak po stránce technické a legální. Podařilo se získat všechna potřebná povolení pro zahájení jejího provozu. Dále pokračovaly práce na integrovaném bezpečnostním systému PSI (Personal Safety Interlock) pro haly E2 a E5.

Oddělení konstrukční a projekční podpory

V roce 2021 oddělení poskytovalo technickou podporu výzkumným a realizačním týmům a podílelo se na dosažení významných výsledků a splnění hlavních milníků laserového centra. Pro plánování nových experimentů i pro provoz stávajících systémů se tvoří přesný 3D model laserové budovy a výzkumných technologií. Byly dokončeny „as built“ 3D modely všech hal laserové budovy a laserových systémů v hale L1, transportu laserových svazků L1 a L3 a dále experimentálních systémů v halách E1, E2, E3 a E4 (viz obr. 2.6.26).

Skupina mechanika a optomechanika

Konstruují zpracovali přes 110 požadavků. Součástí návrhů jsou FEM výpočty a simulace pro optimalizaci z hlediska tuhosti, tvarové a vibrační stability a pro posouzení pevnosti a bezpečnosti.

Pro systém L1 byla navržena distribuce seedového a FSYNC svazku a dále optomechanika pro transport svazku. Pokročily práce na konceptu distribuce svazku L4 10 PW. Pro laserové systémy L1, L2 a L4 se upravovaly existující a vyvíjely nové návrhy beam dumpů. Byly připraveny koncepty různých experimentálních

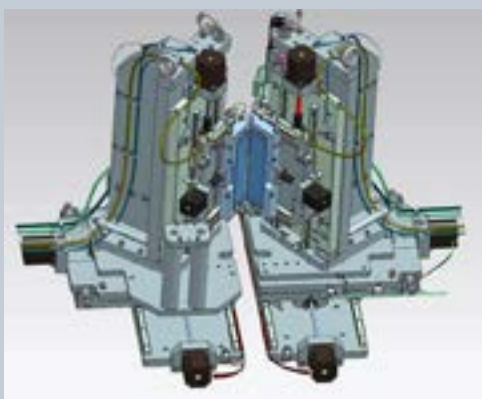
sestav v komorách v hale E2 včetně konstrukce beam dumpů. Pro systém LUIS v hale E5 se tvořila technická dokumentace „as built“ a prováděly kontrolní FEM výpočty. Pro systém L4 byl připraven manipulátor APA1 pro kompresor a dále manipulátor se sedmi stupni volnosti pro sestavu dvou optických hranolů. Dokončen byl návrh zbývajících optomechanik pro L4n svazek. Pro systém L2 byly navrženy sestavy optomechaniky, zejména manipulátory zrcadel a optické teleskopy. Byla dokončena konstrukce sestavy plazmových zrcadel pro experiment ELIMAIA (obr. 2.6.27).

Skupina vakuum a kryogenika

V roce 2021 inženýři a technici nainstalovali centrální rozvod vakua pro transport laserového svazku L3 do experimentálních hal E2 a E5 o celkové délce přes 150 m. Skupina se významně podílela také na instalaci a testování samotného transportu laserového svazku L3 v halách E2 a E5 (obr. 2.6.28). Byl navržen a nainstalován nový centrální rozvod vakua v experimentální hale E1 pro experimentální systémy MAC a HHG.



Obr. 2.6.26: 3D model experimentální haly E1 (pohled z lávky)



Obr. 2.6.27: Plazma mirror



Obr. 2.6.28: Vakuové potrubí transportu laserového svazku L3 v hale E5



V laserové hale L2 byl nainstalován páteří rozvod vakua pro předčerpání vakuových recipientů a podporu turbomolekulárních vývěv. Pro laserový systém L2 byly navrženy komory relay teleskopů. Pro potřeby experimentálních týmů byly navrženy různé části vakuových systémů, například vakuová komora s kryostatem pro generování vodíkového terče.

V rámci rozvoje spolupráce s průmyslem byly podepsány smlouvy na dodávku vakuových komponent pro laserové a experimentální systémy. Skupina dále zajišťovala servis vakuových zařízení a systémů, zejména servis vývěv, ventilů, kalibrace měrek a hledání netěsností systémů.

Skupina elektrotechnika a EMP

V roce 2021 pokračovala spolupráce s oddělením řídicích systémů na instalaci interlockového systému v laserové hale L2 (obr. 2.6.29). V halách L4b a L4c bylo dokončeno napojení rozvaděčů pro laserové technologie a interlockový systém. V experimentálních halách E2 a E5 pokračovaly práce na úpravě a napojení

rozvaděčů monitorovacího systému a instalace kabelových tras. Byl nainstalován provizorní interlockový systém pro halu E5. Skupina vyrobila řadu signálových a napájecích kabelů, především pro experimenty LUIS a ELIMAIA. Nainstalován byl systém Tracetek pro detekci úniku vody ve strojovnách 2.PP, 0.NP a 2.NP. Byl vyvinut tester pro kontrolu správného zapojení konektorů vakuových měrek a budič piezoměrů pro experiment X-RAY.

Skupina zajišťovala servisní práce pro laserové a experimentální týmy a průběžně prováděla evidence a elektro revize nových a periodické revize stávajících elektrických zařízení a kontrola elektrických rozvaděčů v laserové budově.

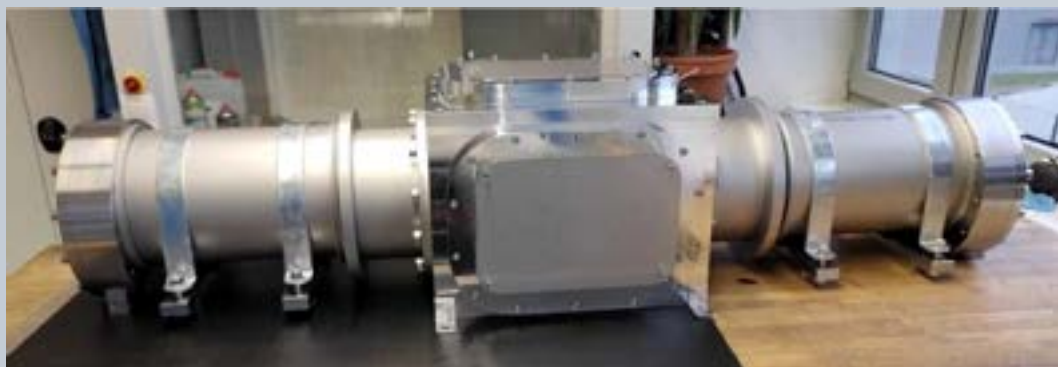
Skupina výroba a montáž

V roce 2021 se opět zvýšila efektivita výroby v dílnách ELI. Například ve spolupráci s kolegy z vakuové skupiny se podařilo upravit konstrukci a výrobní technologii vakuových komor relay teleskopu pro laserový systém L2 (obr. 2.6.30) s výsledným snížením nákladů pod 50 % původního návrhu. Úpravou postprocesoru CNC soustruhu došlo k automatizaci některých operací a zvýšení produktivity a bezpečnosti obrábění. Pro výrobu dílů podpůrného systému staticky izolovaných optických stolů ve vakuových komorách připravované distribuce laserového svazku L4 10PW se testovaly inovativní nástroje pro obrábění nerezové oceli. Nová technologie umožnila zvýšit produktivitu některých operací až o 800 %.

Mezi další významné zakázky patří výroba dalších manipulátorů OAP, asférické čočky, KDP krystalu a periskopových zrcadel pro laserový svazek L4n, dále například manipulátor plazmových zrcadel pro experiment ELIMAIA. Kromě výroby v dílnách ELI pokračovala spolupráce s dílnami FZÚ a s externími firmami. V důsledku zvýšené produktivity výroby v dílnách ELI došlo v roce 2021 ke snížení podílu výroby v externích firmách o více než 30 %.



Obr. 2.6.29: Rozvaděč interlockového systému v hale L2



Obr. 2.6.30: Komora vakuového relay teleskopu pro laserový systém L2

Oddělení transferu technologií (CITT)

V roce 2021 tým CITT ve spolupráci s dalšími odděleními ELI Beamlines a pražskými pracovišti FZÚ pracoval na identifikaci vhodných výstupů vědecko-výzkumné činnosti s aplikačním potenciálem v průmyslu. Pokračovalo dlouhodobé zaměření činností CITT především na výstupy, které jsou vhodné pro ochranu duševního vlastnictví (především patentování) a následnou komercializaci. Další formy spolupráce s průmyslovými partnery spočívaly především v podpoře smluvního výzkumu a odborného poradenství.

Tým CITT se v průběhu 2021 přímo podílel na realizaci projektů OP VVV (STIMUL, HR Award), OP Praha – pól růstu ČR a TAČR GAMA2. V rámci projektu STIMUL bylo realizováno školení Technickou univerzitou Mnichov se zaměřením na mezinárodní aspekty transferu technologií a komercializace.

Dále došlo k výraznému pokroku při realizaci softwaru pro správu duševního vlastnictví FZÚ se společností Ders a byl navrhnout soupis komunikačních nástrojů pro spolupráci s průmyslem. V rámci řešení projektů OP Praha – pól růstu ČR byl ukončen projekt Pokročilé technologie pro bezpečnost potravin zaměřený na detekci patogenů v potravinách realizovaný Oddělením optických a biofyzikálních systémů.

Projekt Nedestruktivní metody testování památek realizovaný Oddělením urychlování iontů a aplikací vysokoenergetických částic je zaměřen na testování památek laserem urychlenými protony a v roce 2021 pokračoval v realizaci ve spolupráci s Muzeem hl. m. Prahy.

CITT se dále aktivně účastnilo realizace projektu IMPULSE, ve kterém vede aktivitu 6 „Fostering of ELI's innovation impact“.

Nově bylo schválených pět dílčích projektů TAČR GAMA2, které jsou společně s ostatními dílčími projekty průběžně realizovány.

V oblasti ochrany duševního vlastnictví bylo v roce 2021 podáno dvacet přihlášek patentů a užitných vzorů, uděleno bylo deset patentů a užitných vzorů a jeden průmyslový vzor a zapsány čtyři ochranné známky.

V roce 2021 se podařilo uzavřít licenční smlouvu se spol. Tescan Orsay Holding na využití softwaru PETS. Pokračovala také další fáze spolupráce se společností Rigaku v oblasti návrhu laserem buzených zdrojů rentgenového záření.

CITT provedlo školení o transferu technologií a komercializaci pro pracovníky Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského. Formou systematického mapování se podařilo průřezově identifikovat 12 nových technologií s potenciálem k transferu technologií a komercializaci.







3.

Významné výsledky vědecké činnosti v roce 2021

3.1 Významné výsledky vědecké činnosti v roce 2021

Sekce 1

Nová relativistická teorie s modifikovanou Newtonovskou dynamikou

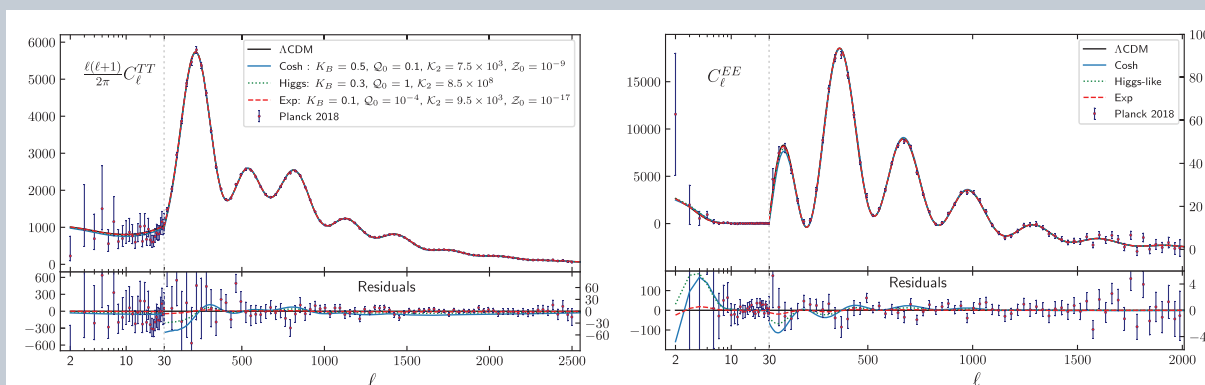
144

Moderní fyzika je založena na dvou nesmírně úspěšných teoriích: obecné teorii relativity, která popisuje gravitaci, a standardním modelem částicové fyziky, který popisuje veškeré známé formy hmoty. Pozorování nicméně ukazují, že gravitační síly působící na hvězdy v galaxiích a na jejich klastry jsou silnější než síly způsobené viditelnou hmotou, jako kdyby existovala jakási nová forma neviditelné hmoty (tzv. temná hmota).

Autoři článku jako první ukázali, že jednoduché rozšíření obecné teorie relativity vede ke shodě s daty o galaxiích i teplotních anizotropiích kosmického reliktního záření bez temné hmoty.

KONTAKTNÍ OSOBA: Constantinos Skordis, skordis@fzu.cz

Constantinos Skordis (Prague, Inst. Phys.), Tom Zlosnik (Prague, Inst. Phys., New Relativistic Theory for Modified Newtonian Dynamics, Phys.Rev.Lett. 127 (2021) 16, 161302 doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.161302



Úhlové spektrum teplotní anizotropie kosmického reliktního záření

Horní panel: Spektrum intenzit teplotních anizotropií kosmického reliktního mikrovlnného záření jako funkce jejich úhlových velikostí pro standardní kosmologický model (Λ CDM) a tři varianty nové teorie (ostatní křivky) ukazující v obou případech výborný souhlas s daty z družice Planck. Prostorový úhel ve stupních odpovídá zhruba podílu $180/\ell$ a první pík odpovídá úhlu 1 stupeň. Dolní panel: Odchylky jednotlivých modelů od dat družice Planck s chybami.



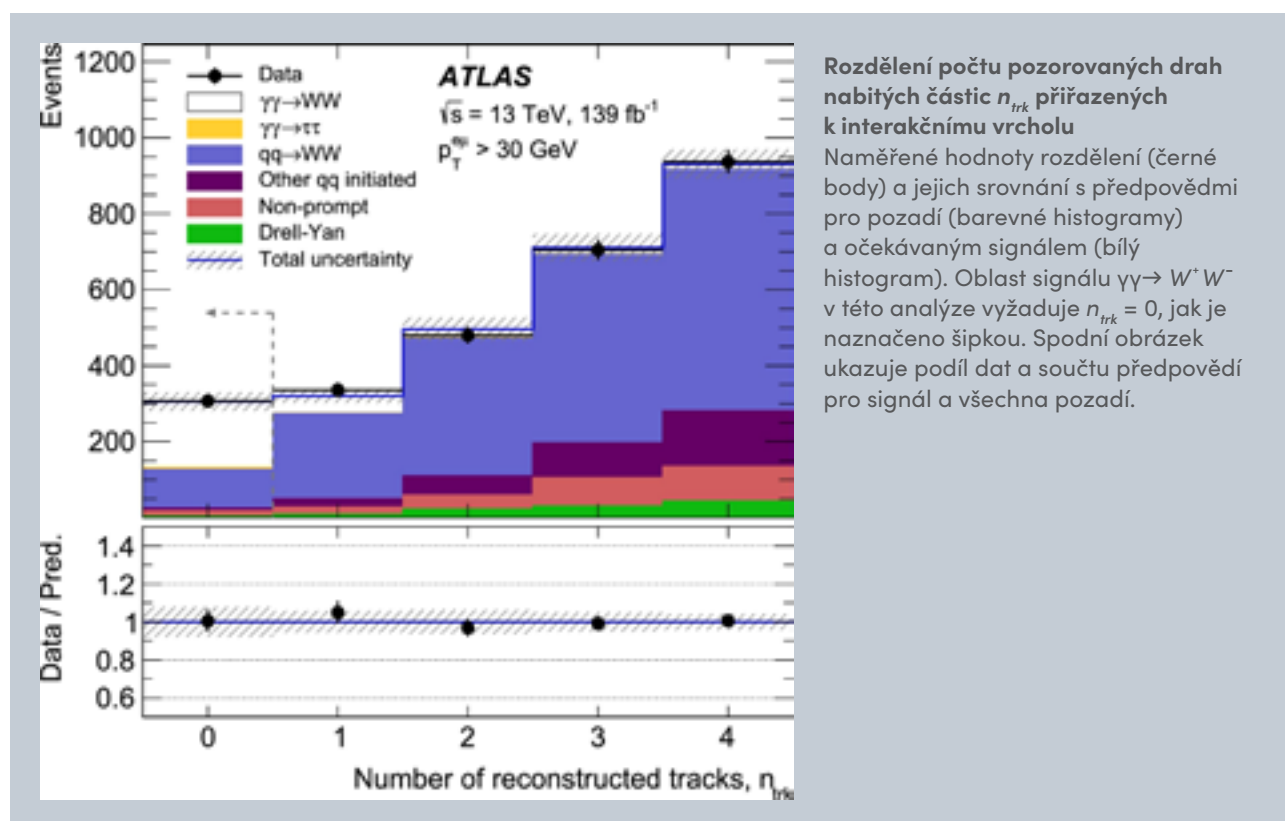
Pozorování fotonem indukované produkce páru bosonů W^+W^- ve srážkách protonů při energii 13 TeV pomocí detektoru ATLAS

Práce prezentuje pozorování a měření četnosti produkce párů bosonů W vzniklých interakcí dvou fotonů, $\gamma\gamma \rightarrow W^+W^-$. Výsledky pocházejí z analýzy proton-protonových srážek nabraných v letech 2015–2018 experimentem ATLAS na LHC při těžišťové energii 13 TeV a to v množství odpovídajícím integrované luminositě 139 fb^{-1} . Jedná se o první pozorování produkce W indukované fotony, které potvrdilo dřívější statisticky nedostatečně signifikantní pozorování.

Hypotéza založená na předpokladu, že se pozoruje pouze pozadí, je vyloučena se signifikancí vyšší než 5 standardních odchylek. Pozorovaná četnost souhlasí s předpovědí Standardního Modelu. Měření umožňuje detailně studovat interakci mezi bosony zprostředkávající elektromagnetickou (fotony) a slabou (W) sílu a testovat teorii sjednocení těchto sil.

ATLAS Collaboration (z FZÚ: Chudoba J., Hejbal J., Hladik O., Jacka P., Jakoubek T., Kepka O., Kroll J., Kupco A., Lokajicek M., Lysak R., Marcisovsky M., Mikestikova M., Nemecek S., Penc O., Sicho P., Staroba P., Svatos M., Tasevsky M.), *Observation of photon-induced W^+W^- production in pp collisions at $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ using the ATLAS detector*, Phys. Lett. B 816 (2021) 136190
doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136190

145



Výměna Odderonu z rozdílu elastických rozptylů mezi pp a p $\bar{p}$ daty při energii 1.96 TeV a z měření dopředných rozptylů v pp srážkách

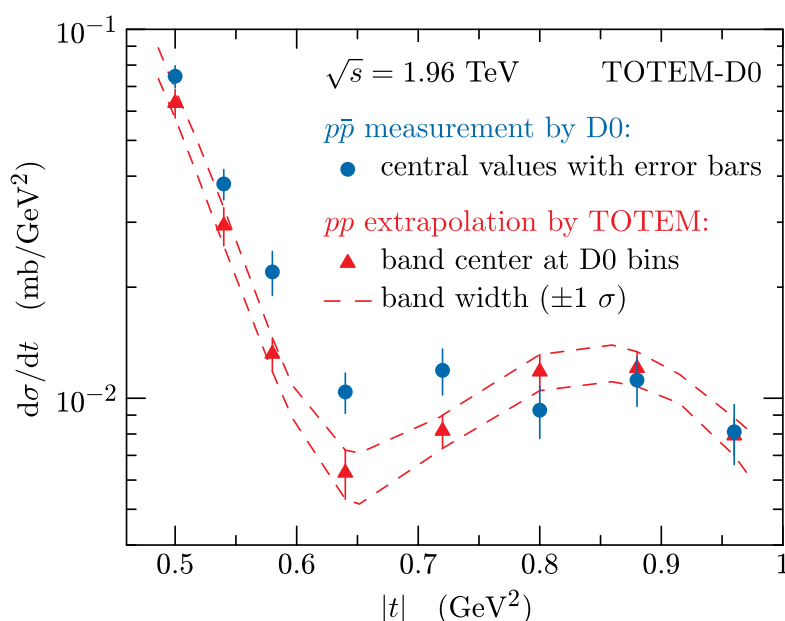
Práce srovnává elastický účinný průřez změřený experimenty D0, v proton-antiprotonových (p $\bar{p}$) srážkách při energii 1.96 TeV, a TOTEM, v proton-protonových srážkách (pp) při energiích 2.76, 7, 8 a 13 TeV. Data experimentu TOTEM, extrapolovaná do hodnoty energie 1.96 TeV, jsou porovnána s měřením D0 v oblasti prvního difrakčního minima a druhého maxima pp srážek.

Rozdíl na úrovni 3.4 standardních odchylek (σ) svědčí o existenci výměny bezbarvé gluonové směsi s lichou nábojovou paritou, označovanou jako Odderon. Dosud byla pozorována jen dominantní výměna bezbarvého stavu se sudou nábojovou paritou, tzv. Pomeron.

Předchozí analýzy celkového účinného průřezu a podílu reálné k imaginární části amplitudy silných interakcí pro dopředný elastický rozptyl v pp srážkách, změřené experimentem TOTEM, ukazovala na výměnu Odderonu pouze se signifikancí 3.4 až 4.6 σ . Kombinovaná analýza se zahrnutím měření z experimentu D0 vede k potvrzení existence této výměny se signifikancí přesahující 5 σ a je tak interpretována jako první pozorování výměny Odderonu.

146

TOTEM a D0 kolaborace (z FZÚ: Kašpar, J., Kunderát, V., Procházka, J.), Phys. Rev. Lett. 127 (2021) 6, 062003
doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.062003



Hledání Odderonu v rozdílném průběhu diferenciálního elastického účinného průřezu pro pp a p $\bar{p}$ srážky v oblasti prvního difrakčního minima a druhého maxima.

Srovnání průběhů diferenciálních účinných průřezů jako funkce kvadrátu přeneseného čtyř-impulsu pro proton-protonové a proton-antiprotonové srážky při stejné těžiškové energii 1.96 TeV. Zatímco data z D0 experimentu byla pro tuto energii změřena, data z experimentu TOTEM byla extrapolována z měření při energiích 2.76, 7, 8 a 13 TeV.

Sekce 2

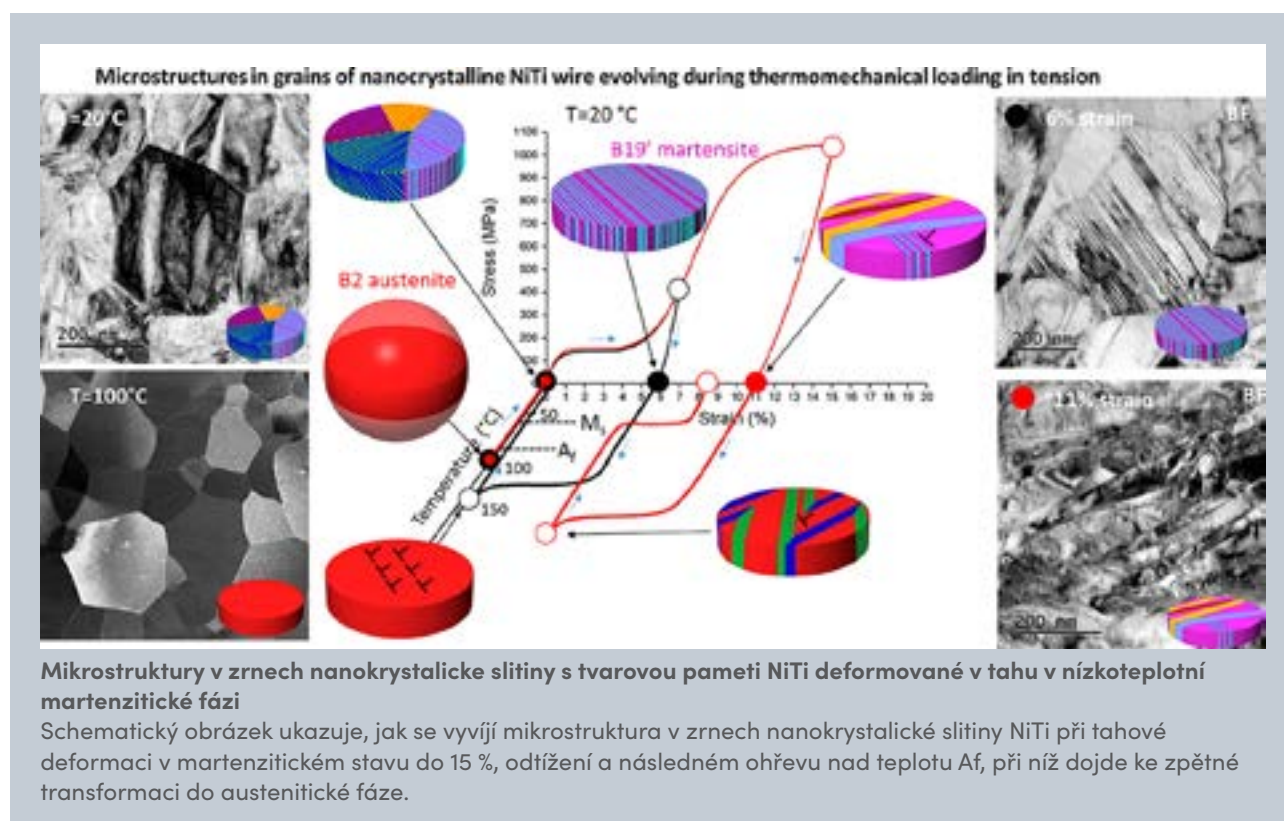
Návrh experimentální metody umožňující zmapovat martenzitické mikrostruktury v zrnech deformovaného polykrystalu pomocí elektronové difrakce a zobrazení v tmavém poli a její použití objasnění vývoje martenzitických mikrostruktur při deformaci nanokrystalických slitin s tvarovou pamětí NiTi

Byla popsána experimentální metoda umožňující zmapovat martenzitické mikrostruktury v zrnech deformovaného polykrystalu pomocí elektronové difrakce a zobrazení v tmavém poli v TEM. Bylo vysvětleno proč reorientovaný a napětově indukovaný martenzit obsahují (001) dvojčata a proč plastická deformace martenzitu nastává prostřednictvím (20-1) deformačního dvojčatení asistovaného $[1\ 0\ 0](0\ 0\ 1)$ dislokačním skluzem v martenzitu.

SPOLUPRACUJÍCÍ SUBJEKT: Ústav termomechaniky AV ČR

KONTAKTNÍ OSOBA: Petr Šittner, sittner@fzu.cz

O. Molnářová, O. Tyc, L. Heller, H. Seiner, P. Šittner Evolution of martensitic microstructures in nanocrystalline NiTi wires deformed in tension, *Acta Materialia* 218 (2021) 117166
doi.org/10.1016/j.actamat.2021.117166



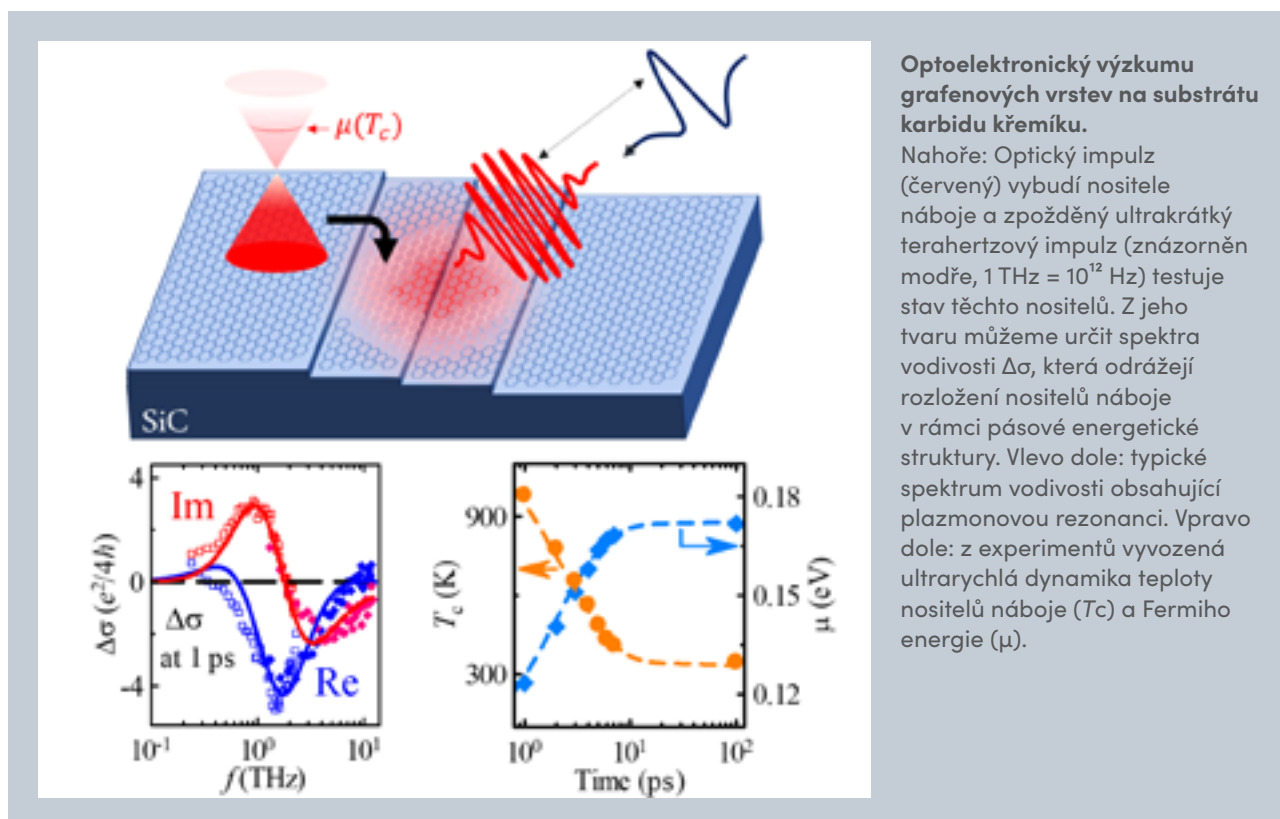
Pikosekundová nelineární optoelektronika v epitaxním grafenu.

Využití grafenu v elektronice úzce souvisí s možnostmi ovládání Fermiho energetické hladiny pomocí elektrických, chemických či optických podnětů. V této práci jsme pozorovali vznik a rozpad tzv. lokalizovaných plazmonů na grafenových vrstvách. Jejich nelineární odezva je právě zcela určena dynamikou Fermiho hladiny nositelů náboje prostřednictvím jejich teploty. Dohasínání nelineárního režimu je určeno zesílenou interakcí nábojů s akustickými kmity mřížce, a tedy na uspořádanosti grafenové vrstvy.

SPOLUPRACUJÍCÍ SUBJEKTY: Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy, Université Grenoble Alpes

KONTAKTNÍ OSOBA: Petr Kužel, kuzelp@fzu.cz

V. C. Paingad, J. Kunc, M. Rejhon, I. Rychetský, I. Mohelský, M. Orlita, and P. Kužel, Ultrafast plasmon thermalization in epitaxial graphene probed by time-resolved THz spectroscopy, *Adv. Funct. Mater.* 31, 2105763 (2021)
doi.org/10.1002/adfm.202105763





Vývoj nové biodegradabilní slitiny Zn-0,8Mg-0,2Sr (hm. %) pro kostní implantáty a její komplexní charakterizace, včetně zkoušek in-vivo biocompatibility.

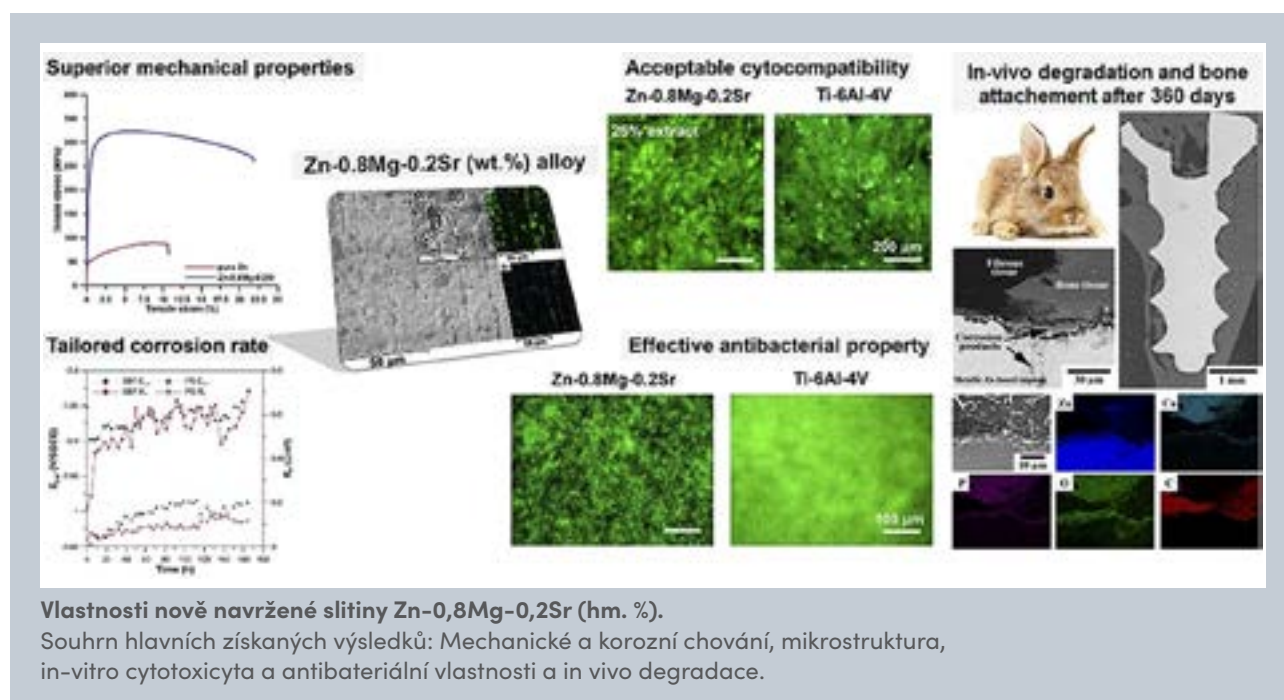
Navrhli jsme nový biodegradabilní materiál, slitinu Zn-0,8Mg-0,2Sr (hm. %), která byla zpracována přímou extruzí. Zpracování vedlo ke zjemnění mikrostruktury a následnému zlepšení mechanických vlastností na hodnoty považované za vhodné pro aplikace v implantologii. Materiál jsme důkladně charakterizovali stran mechanického a korozního chování a stran biokompatibilitě in-vitro i in-vivo. Získaná experimentální data umožnila pospat chování materiálu a vysvětlit mechanismy tohoto chování.

SPOLUPRACUJÍCÍ SUBJEKT: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze,
1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Eberhardova-Karlova Univerzita Tübingen

KONTAKTNÍ OSOBA: Jaroslav Čapek, capekj@fzu.cz

J. Čapek, et. al.: Microstructural, mechanical, *in vitro* corrosion and biological characterization of an extruded Zn-0.8Mg-0.2Sr (wt%) as an absorbable material, Materials Science and Engineering C, vol. 122 (2021), article no. 111924
doi.org/10.1016/j.msec.2021.111924

149



Sekce 3

Zobrazení anizotropního rozložení elektronové hustoty na atomech

Existence σ -díry na halogenových atomech byla prokázána pouze nepřímo prostřednictvím zvláštních krystalových struktur organických molekul nebo prostřednictvím teoretických výpočtů. Nicméně přímá experimentální vizualizace distribuce anizotropního náboje na atomech představuje dlouhodobou experimentální výzvu.

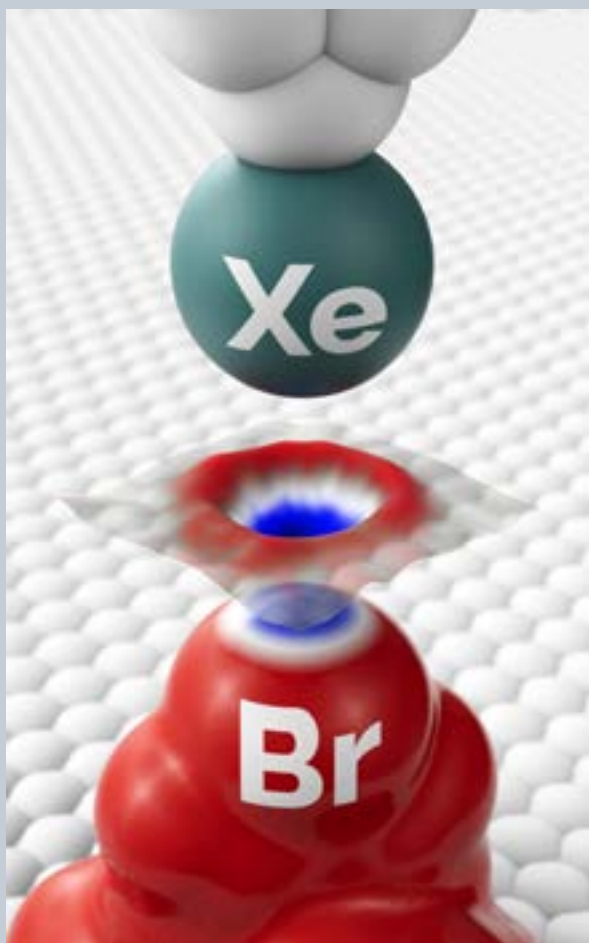
Ukázali jsme, že silová mikroskopie Kelvinovy sondy s vhodně upraveným hrotem může zobrazit distribuci anizotropního náboje σ -díry. Tento počín otevírá nový způsob, jak charakterizovat systémy, kde anizotropními atomové náboje hrají významnou roli.

SPOLUPRACUJÍCÍ SUBJEKT: Ústav organické chemie a biochemie AV ČR, CATRIN Univerzita Palackého v Olomouci

KONTAKTNÍ OSOBA: Pavel Jelínek, jelinekp@fzu.cz

B. Mallada, A. Gallardo, M. Lamanec, B. de la Torre, V. Špirko, P. Hobza, P. Jelinek, Real-space imaging of anisotropic charge of σ -hole by means of Kelvin probe force microscopy, *Science* 374 (2021) 863–867.

DOI: [10.1126/science.abk1479](https://doi.org/10.1126/science.abk1479)



Schematický obrázek ukazující měření σ -díry na atomu halogenu

Schematický obrázek znázorňující princip experimentu, který umožnil vizualizaci σ -díry na atomu bromu (Br) v molekule pomocí speciálně upraveného hrotu rastrovacího mikroskopu jedním atomem xenonu (Xe). Nahoře: schematický pohled na hrot rastrovacího mikroskopu s jedním atomem xenonu (Xe). Uprostřed: experimentální ilustrace σ -díry získaná pomocí rastrovacího mikroskopu na principu Kelvinovy sondy. Dole: mapa elektrostatického potenciálu znázorňující σ -díru (nehomogenní rozložení atomového náboje na atomu bromu), která je tvořena kladným nábojem na vrcholu atomu (modrá koruna) obklopeným záporným elektronovým oblakem (červené pole).



Kontrola kvantového topologického fázového přechodu v π -konjugovaných polymerech

Identifikovali jsme a zobrazili kvantový fázový přechod mezi dvěma topologicky odlišnými fázemi v π -konjugovaném polymeru. Zjistili jsme, že tento topologický kvantový fázový přechod je definován délkou polymeru a je řízen pseudo Jahn-Tellerovým efektem.

Dále jsme zavedli protokol, který nám umožňuje přesně řídit kvantovou fázi π -konjugovaného polymeru prostřednictvím selektivní hydrogenace polymerů a následné atomární manipulace. To otevírá zcela nový způsob řízení topologické kvantové fáze π -konjugovaných polymerů jakož i způsob studia kvantových fázových přechodů.

SPOLUPRACUJÍCÍ SUBJEKT: CATRIN Univerzita Palackého v Olomouci, IMDEA Nano Spain

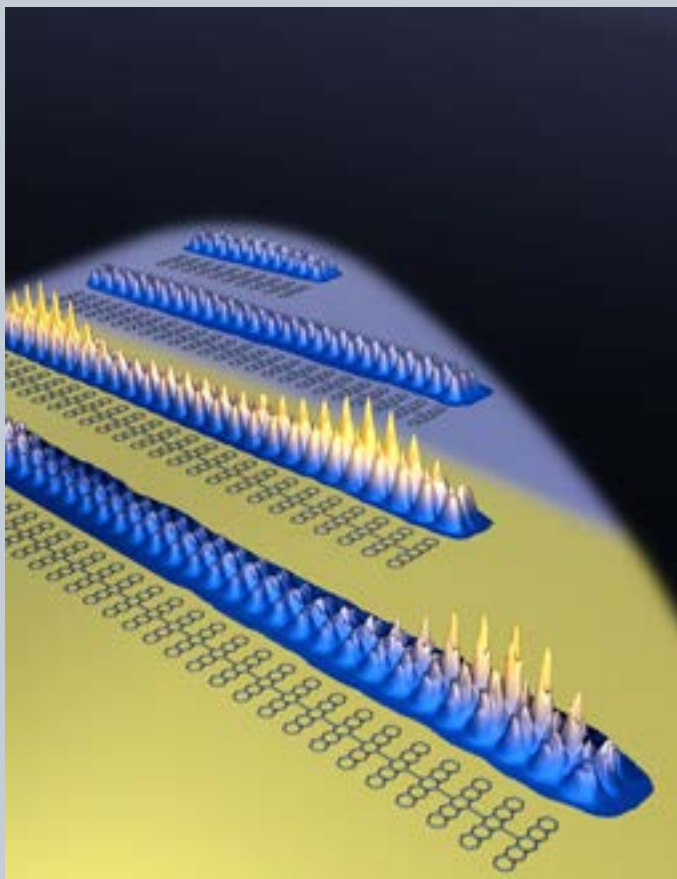
KONTAKTNÍ OSOBA: Pavel Jelínek, jelinekp@fzu.cz

H. González-Herrero, J. I. Mendieta-Moreno, Sh. Edalatmanesh, J. Santos, N. Martín, D. Écija, B. de la Torre, P. Jelinek, Atomic Scale Control and Visualization of Topological Quantum Phase Transition in π -Conjugated Polymers Driven by Their Length

Adv. Mater. 33 (2021) 2104495(1) – 2104495(9).

doi.org/10.1002/adma.202104495

151



Kvantový topologický fázový přechod v π -konjugovaných polymerech

Schematický obrázek znázorňující změnu topologické fáze v π -konjugovaných polymerech na základě jejich délky. Netriviální topologická fáze v polymerech je manifestována přítomností topologicky chráněných elektronových stavů na krajích polymeru, které mohou být zobrazeny pomocí rastrovací mikroskopie, jak je vidět na obrázku.

Gd-admixované monokrystaly $(\text{Lu,Gd})\text{AlO}_3$: průlom ve scintilátorech an bázi těžkých perovskitů

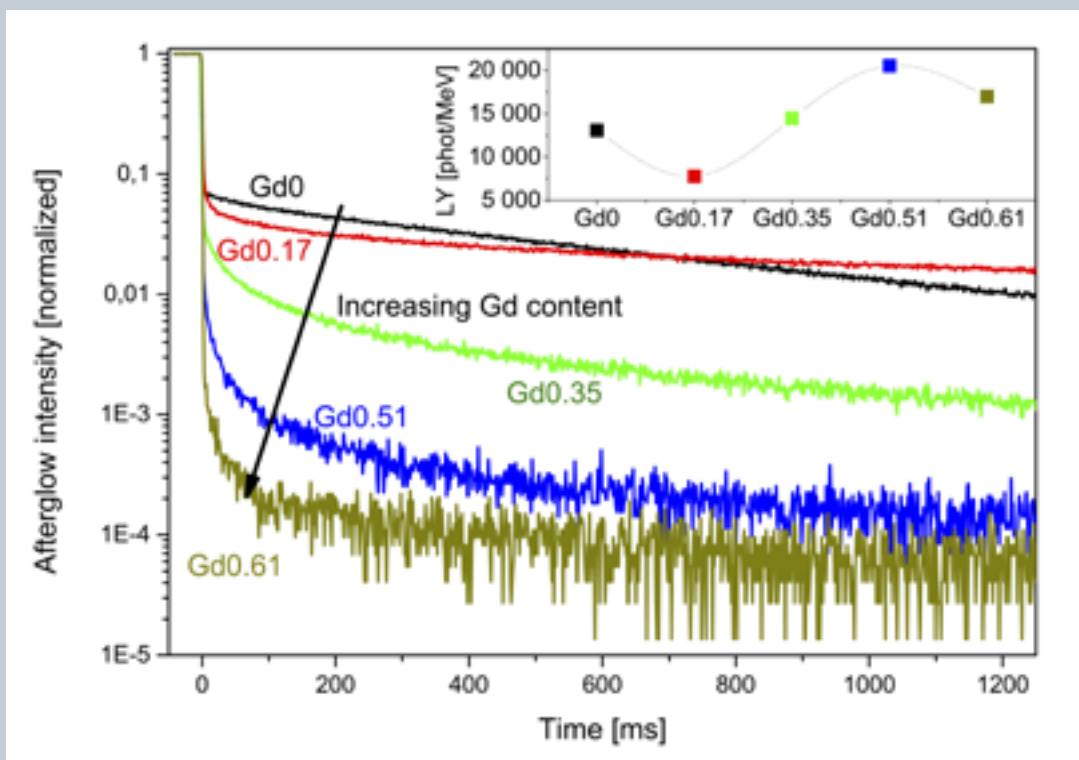
Uzpůsobením pásové struktury LuAlO_3 přidáním Gd kationtu jsme dramaticky zlepšili vlastnosti $(\text{Lu,Gd})\text{AlO}_3:\text{Ce}$ ($\text{LuGdAP}:\text{Ce}$) monokrystalického scintilátoru. Světelný výtěžek 21 000 phot/MeV (o 50% vyšší než u $\text{LuYAP}:\text{Ce}$), Z_{eff} blízko hodnoty 64.9 pro $\text{LuAP}:\text{Ce}$ a enormní pokles afterglow v milisekundových časech jsou perspektivní pro aplikace v lékařském zobrazování, jaderné fyzice a fyzice vysokých energií a průmyslových aplikacích.

SPOLUPRACUJÍCÍ SUBJEKT: CRYTUR, spol. s r. o., Fakulta biomedicínského inženýrství Českého vysokého učení technického v Praze

KONTAKTNÍ OSOBA: Martin Nikl, nikl@fzu.cz

M. Pokorný, V. Babin, A. Beitlerová, K. Jurek, Jan Polák, J. Houžvička, D. Pánek, T. Parkman, V. Vaněček, M. Nikl, The Gd-admixed $(\text{Lu,Gd})\text{AlO}_3$ single crystals: Breakthrough in heavy perovskite scintillators. *NPG Asia Materials* (2021) 13:66. doi.org/10.1038/s41427-021-00332-w

152



Závislost scintilačních parametrů na obsahu Gd v $(\text{Lu,Gd})\text{AlO}_3:\text{Ce}$

Závislost průběhu zpožděné scintilace a hodnoty světelného výtěžku (ve výřezu) na obsahu gadolinia v monokrystalu $(\text{Lu,Gd})\text{AlO}_3:\text{Ce}$. Optimálních hodnot je dosaženo u chemického složení $\text{Lu}_{0.5}\text{Gd}_{0.5}\text{AlO}_3:\text{Ce}$.

Sekce 4

Biosenzor pro rychlou a spolehlivou detekci SARS-CoV-2 v komplexních biologických vzorcích

Byl vyvinut biosenzor pro rychlou a spolehlivou detekci SARS-CoV-2. Základem je laditelná funkční terpolymerní vrstva s antifoulingovými vlastnostmi, které si zachovává i po ukotvení bioreceptorů. Díky tomu lze virus detekovat v reálných neupravovaných vzorcích zachycením komplexu virového N-proteinu s vRNA.

Vysoká citlivost biosenzoru byla prokázána srovnávací studií s metodou PCR na klinických vzorcích a stěrech z povrchů v pražské MHD (> 500 vzorků). Na výsledek byly podány 2 patentové přihlášky, aktivně probíhá převod do praxe a vyšla publikace v ACS Appl. Mat. & Interf.

SPOLUPRACUJÍCÍ SUBJEKT: Parazitologický ústav AV ČR, Biologické centrum AV ČR, Přírodovědecká fakulta Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav veterinárního lékařství, Austrian Institute of Technology GmbH., Genomics Research Center

KONTAKTNÍ OSOBA: Hana Lísalová, lisalova@fzu.cz

Forinová et al. (z FZÚ: Michala Forinová, Alina Pilipenco, Ivana Víšová, N. Scott Lynn, Milan Houska, Markéta Vrabcová, Petr Horák, Judita Anthi, Alexandr Dejnek, and Hana Vaisocherová-Lísalová) Functionalized Terpolymer-Brush-Based Biointerface with Improved Antifouling Properties for Ultra-Sensitive Direct Detection of Virus in Crude Clinical Samples, ACS Applied Materials & Interfaces 13 (2021), 60612–60624.

[doi/10.1021/acsami.1c16930](https://doi.org/10.1021/acsami.1c16930)

153

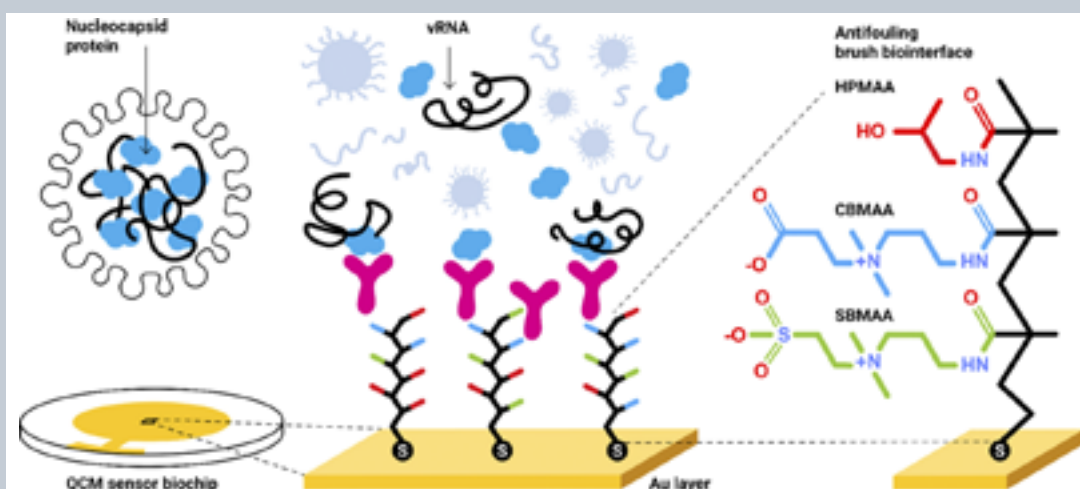


Schéma biosenzorové detekce SARS-CoV-2 na bázi antifoulingové terpolymerní funkční vrstvy. Schéma jednokrokové piezoelektrické metody detekce komplexu N-proteinu s vRNA viru SARS-CoV-2 založené na antifoulingové funkční vrstvě. Funkční vrstva je připravena na pozlaceném QCM (quartz crystal microbalance) substrátu a je na bázi statistického terpolymerního kartáče s optimalizovaným složením jednotlivých monomerních jednotek.

Experimentálně snadno dosažitelný přístup pro určení nelokálních korelací N-partitního systému pomocí nerovností Bellova typu

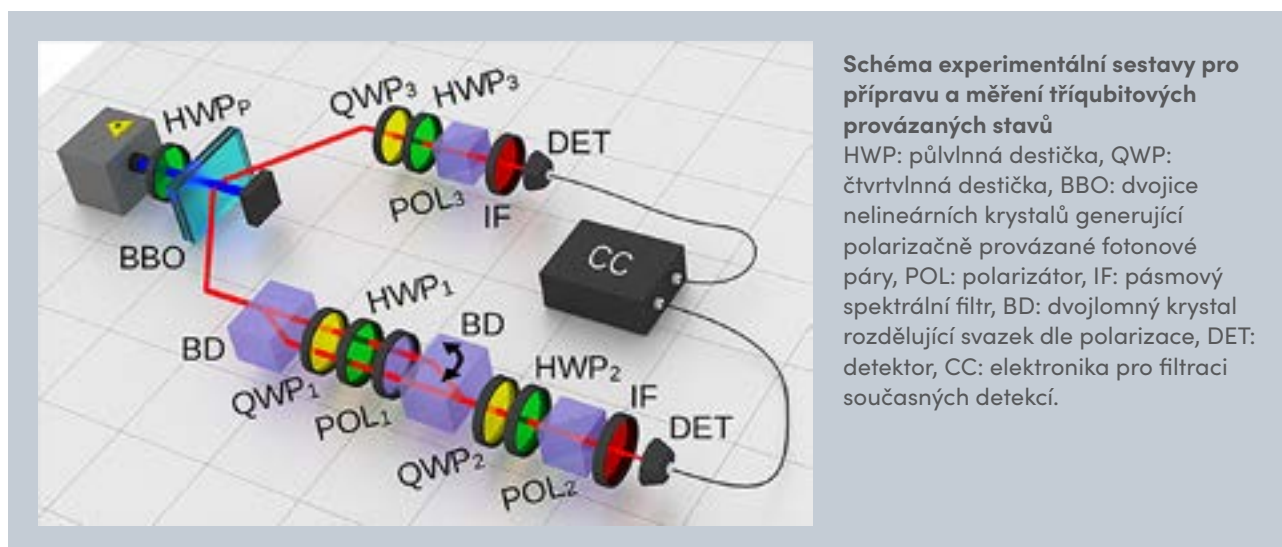
Vícečásticové kvantově-provázané (entanglované) stavy hrají důležitou roli při kvantově kryptografické komunikaci více uživatelů nebo při zpracování kvantové informace. Je složité a časově náročné testovat tyto vygenerované, popř. přenesené stavy. U tří částic existují desítky nerovností Bellova typu.

V této práci jsme identifikovali nejvhodnější sadu nerovností pro prokázání tříčásticového entanglementu v případě náhodně se měnících referenčních bází, čímž jsme prokázání entanglementu výrazně zjednodušili.

SPOLUPRACUJÍCÍ SUBJEKT: Univerzita Palackého Olomouc, Vratislavská univerzita, Univerzita v Gdaňsku, Ústav jaderného výzkumu Maďarské akademie věd

KONTAKTNÍ OSOBA: Antonín Černocho, acernoch@fzu.cz

Artur Barasiński, Antonín Černocho, Wiesław Laskowski, Karel Lemr, Tamás Vértesi, Jan Soubusta, Experimentally friendly approach towards nonlocal correlations in multisetting N-partite Bell scenarios, Quantum 5, 430 (2021)
doi.org/10.22331/q-2021-04-14-430





Plasmonem asistovaná modifikace povrchu a ladění vlastností 2D materiálů- MXenů

Použili jsme modifikaci nové a zajímavé třídy 2D materiálů-MXenů. Náš přístup je založen na lokální plasmonové rezonanci, která modifikuje elektrostaticky absorbované kationty jodidových solí.

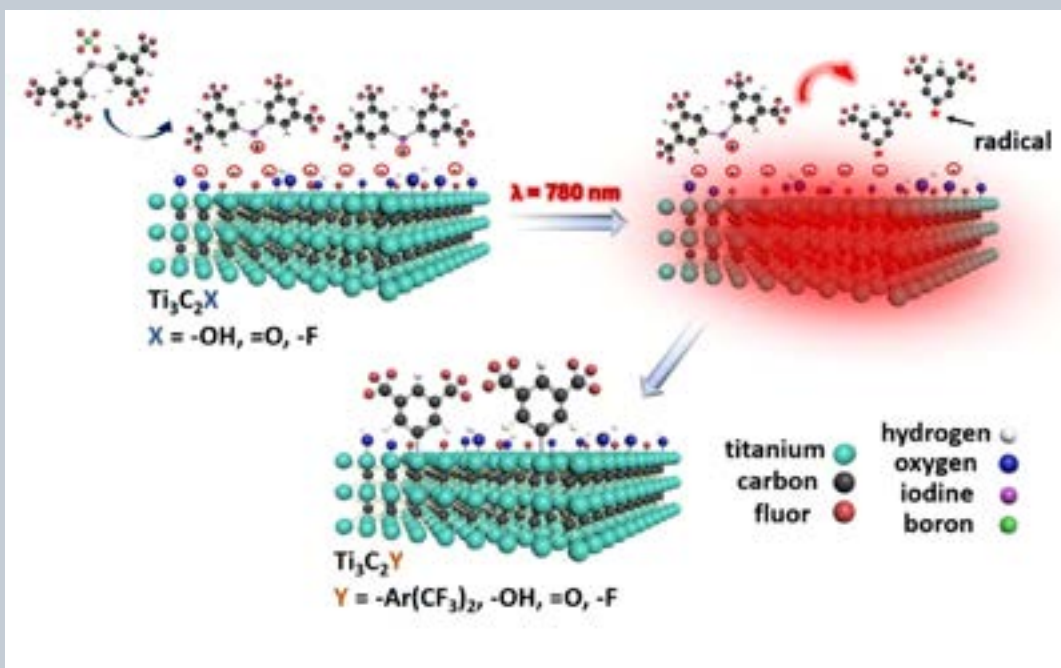
Tyto soli obvykle stabilní za normálních podmínek mohou být vlivem plasmonové rezonance zapojeny do reakce a vytváření vysoce reaktivní radikály z kationtů jodoniových solí, které okamžité reagují a cíleně modifikují povrch vločkového materiálu MXene. Povrchová funkcionalizace 2D materiálů umožňuje ladit jejich vlastnosti v aplikaci pro elektronická zařízení a měnit katalytickou aktivitu.

SPOLUPRACUJÍCÍ SUBJEKT: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

KONTAKTNÍ OSOBA: Sergei Chertopalov, chertopalov@fzu.cz

A. Zabelina, D. Zabelin, E. Miliutina, J. Lancok, V. Svorcik, S. Chertopalov and O. Lyutakov; Surface plasmon-polariton triggering of $\text{Ti}_3\text{C}_2\text{Tx}$ MXene catalytic activity for hydrogen evolution reaction enhancement. *J. Mater. Chem. A*, 2021, 9, 17770
DOI: [10.1039/d1ta04505a](https://doi.org/10.1039/d1ta04505a)

155



Plasmonem asistovaná modifikace MXenů: cílené ladění povrchových vazeb a zvýšení jejich stability

Schematické znázornění experimentálního konceptu: míchání vloček MXenů s roztokem jodových solí; osvětlení směsi světlem o vlnové délce 780 nm (odpovídající absorpčnímu pásu povrchového plasmonu MXenů); tvorba vysoce reaktivních organických radikálů z původně inertních molekul solí za pomoci plasmonu; okamžité naroubování vytvořených radikálů na povrchu vrstev MXenů.

Sekce 5

Funkční povrchy na bázi LIPSS vytvořené multisvazkovým nanostrukturováním 2601 svazky s využitím měření tepelných dějů v reálném čase

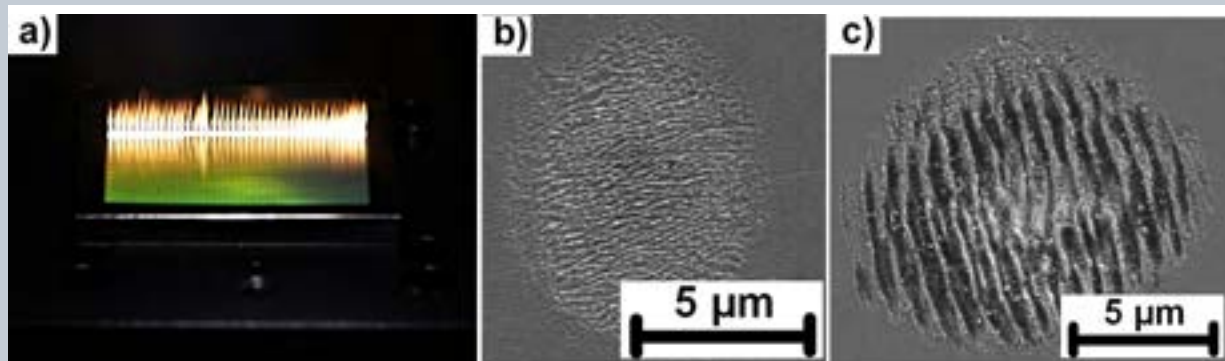
Rychlost opracování je hlavním limitem širšího průmyslového uplatnění funkčních nanostrukturovaných povrchů. Řešení tohoto problému proto hledá mnoho laboratoří. V rámci nedávného světového rekordu bylo dosaženo $1300 \text{ cm}^2/\text{min}$ díky aplikaci komplexního a drahého prototypu skeneru.

Naše práce představuje jednoduchou a robustní techniku pro rychlé nanostrukturování, kompatibilní se standartními skenery. S využitím laseru Perla v HiLASE tak bylo dosaženo nového světového rekordu v nanostrukturování LIPSS – $1910 \text{ cm}^2/\text{min}$.

SPOLUPRACUJÍCÍ SUBJEKT: Západočeská univerzita v Plzni – NTC, Holo/Or Ltd, Izrael

KONTAKTNÍ OSOBA: Petr Hauschwitz, petr.hauschwitz@hilase.cz, hauschwitz@fzu.cz

P. Hauschwitz et al. (z FZU: P. Hauschwitz, R. Bičíšková, J. Mužík, D. Štěpánková, J. Brajer, D. Rostohar, J. Kopeček, M. Smrž, T. Mocek), LIPSS-based functional surfaces produced by multi-beam nanostructuring with 2601 beams and real-time thermal processes measurement, Scientific Reports 11 (2021), 22944. doi.org/10.1038/s41598-021-02290-3



Průběh a výsledky experimentu při nanostrukturování 2601 svazky současně

(a) Fotografie z průběhu procesu při ozáření 200 W průměrného výkonu a detailní pohled na vytvořenou nanostrukturu s periodiou (b) 400 nm a (c) 900 nm.



150 J diodově buzený pevnolátkový laser pracující na úrovni 1,5 kW

Publikovali jsme zvýšení energie laseru Bivoj na 146 J při opakovací frekvenci 10 Hz a délce pulzu 10 ns. Bivoj je kryogenně chlazený diodově buzený deskový laser, jehož výstup byl omezen mezí poškození jeho optických prvků.

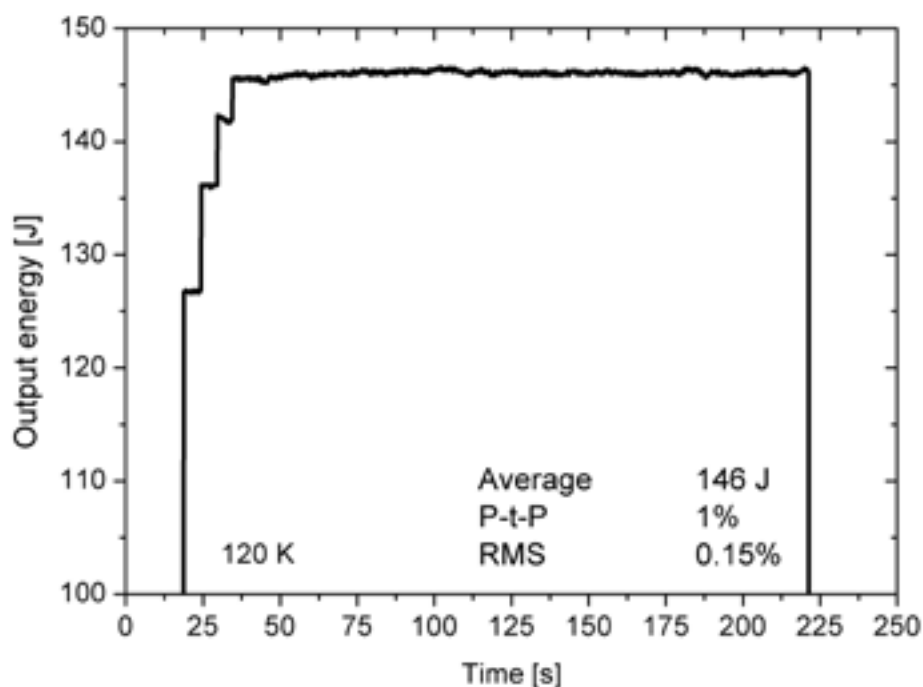
Tuto mez poškození se povedlo po 4 letech vývoje navýšit a zvýšit výkon laseru o 40 % oproti dosavadnímu světovému rekordu pro více Jouleové systémy. Nyní je výkon Bivoje omezen jen budící energií. Vývoj prvků s vysokou mezí poškození umožní konstrukci levnějších a kompaktnějších pulzních laserových systémů s vysokým středním výkonem.

SPOLUPRACUJÍCÍ SUBJEKT: Central Laser Facility, STFC, Didcot, Velká Británie

KONTAKTNÍ OSOBA: Martin Divoký, martin.divoky@hilase.cz, divoky@fzu.cz

M. Divoký et al. (z FZÚ: M. Divoky, J. Pilař, M. Hanuš, P. Navrátil, O. Denk, P. Severová, M. Smrž, T. Mocek), A 150 J DPSSL operating at 1.5 kW level, Optics Letters 46 (2021), 5771–5773.
doi.org/10.1364/OL.444902

157



Vývoj výstupní energie laseru Bivoj v čase

Po zvýšení výstupní energie laseru Bivoj na 146 J bylo dosaženo velmi stabilního stavu. Maximální rozdíl energií mezi pulzy byl menší než 1 % a RMS bylo menší než 0,15 %.

Vliv vodní vrstvy pokrývající molekulu proteinu na její zobrazení rentgenovým laserem s volnými elektrony

Pomocí pokročilých nástrojů počítačových simulací bylo modelováno zobrazování jednotlivých hydratovaných molekul Fe-nitrogenázy pokryté vodními vrstvami různé tloušťky. Byla zjištěna optimální tloušťka vodní vrstvy, při níž je efektivní rozlišení zobrazení hydratovaného proteinu výrazně vyšší než u nehydratovaného.

Pokud je vodní vrstva příliš silná, rozlišení se opět zhoršuje. Tato zjištění lze zobecnit. Poslouží k plánování co nejefektivnějších zobrazování různých proteinů rtg. lasery s volnými elektrony.

SPOLUPRACUJÍCÍ SUBJEKT:

European XFEL, Schenefeld, Německo

Ústav jaderné fyziky Henryka Niewodniczańskiego Polské akademie věd

Center for Free-Electron Laser Science, DESY, Hamburk, Německo

The Hamburg Centre for Ultrafast Imaging, Univerzita v Hamburku, Německo

Max-Planck-Institut für Evolutionsbiologie, Plön, Německo

Institute of Plasma Physics, Prague, Czech Republic

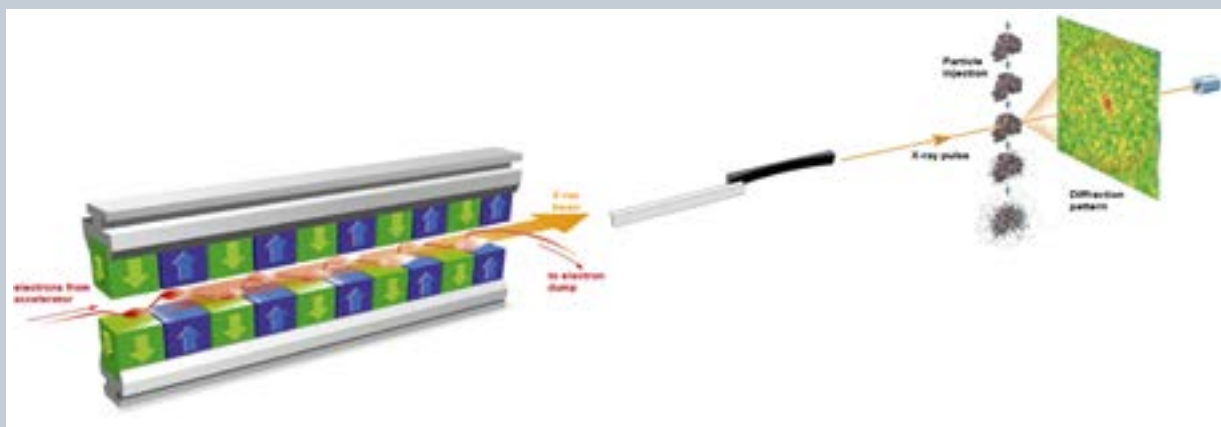
Univerzita v Hamburku, Německo

La Trobe Institute for Molecular Science, Melbourne, Austrálie

KONTAKTNÍ OSOBA: Libor Juha, juha@fzu.cz

E. Juncheng et al. (z FZU: L. Juha), Effects of radiation damage and inelastic scattering on single-particle imaging of hydrated proteins with an X-ray Free-Electron Laser, Scientific Reports 11 (2021), 17976.

doi.org/10.1038/s41598-021-97142-5



Schematické znázornění typického experimentu využívajícího rtg. laseru s volnými elektrony ke zobrazování jednotlivých částic

Schéma typického experimentu zobrazování jednotlivých částic modelovaného na *front-to-end* simulační platformě. Rentgenové záření se šíří od zdroje ke vzorku optikou příslušné beamline, aby poté interagovalo s jednotlivými molekulami zájmové látky, zde proteinu. Prostorové rozložení záření rozptýleného při interakci je pak zachyceno zobrazovacím detektorem.

Sekce 9



Elektromagnetické a elektronové prstence vznikající při interakci intenzivních laserových svazků s podkritickým plazmatem

Autoři v této práci studují vývoj příčného profilu vysokovýkonného laserového svazku v nízkohustotním plazmatu pomocí analytického modelování a 3D počítačových simulací v kontextu rozvoje zdrojů tvrdého elektromagnetického záření a laserem urychlených nabitých částic.

Práce zahrnuje objev mechanismů vedoucích ke vzniku elektromagnetických a elektronových prstenců během interakce a popisuje, jakým způsobem lze řídit parametry těchto struktur. Získané poznatky mohou vést např. k rozvoji nových diagnostických metod pro určování režimů interakce laseru s plazmatem.

SPOLUPRACUJÍCÍ SUBJEKTY:

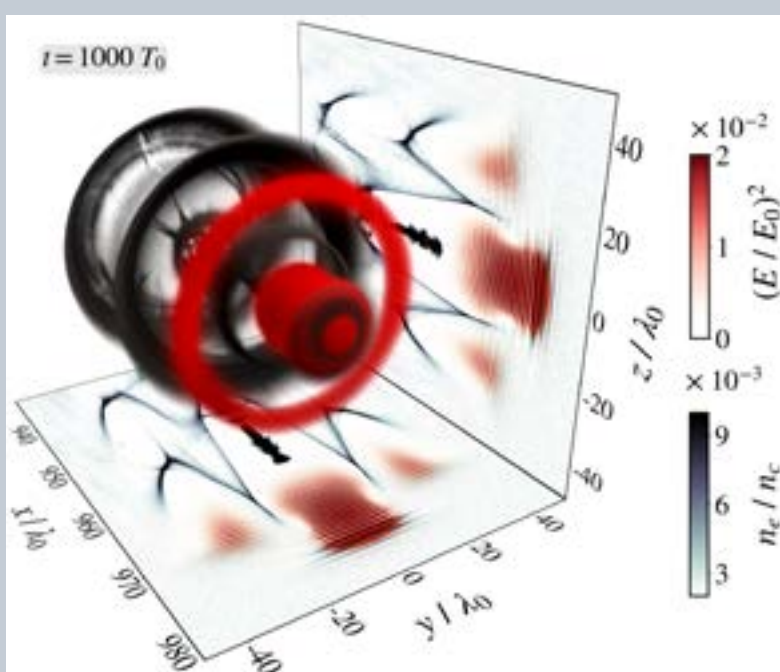
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská Českého vysokého učení technického v Praze, Kansai Photon Science Institute, National Institutes for Quantum Science and Technology, Japonsko

KONTAKTNÍ OSOBA: Petr Valenta, petr.valenta@eli-beams.eu, Sergei Bulanov, sergei.bulanov@eli-beams.eu

P. Valenta, G. M. Grittani, C. M. Lazzarini, O. Klimo, and S. V. Bulanov, On the electromagnetic-electron rings originating from the interaction of high-power short-pulse laser and underdense plasma, *Physics of Plasmas* 28, 122104 (2021).

doi.org/10.1063/5.0065167

159



Vývoj elektromagnetického prstence v plazmatu

Vizualizace intenzity laserového svazku (červeně) a elektronové hustoty (šedě) během interakce získané pomocí 3D počítačové simulace. Projekce zobrazují řezy v rovinách xy a xz.

Zrychlení iontů v laserem ozařované průhledné fólii vyvolávané radiací

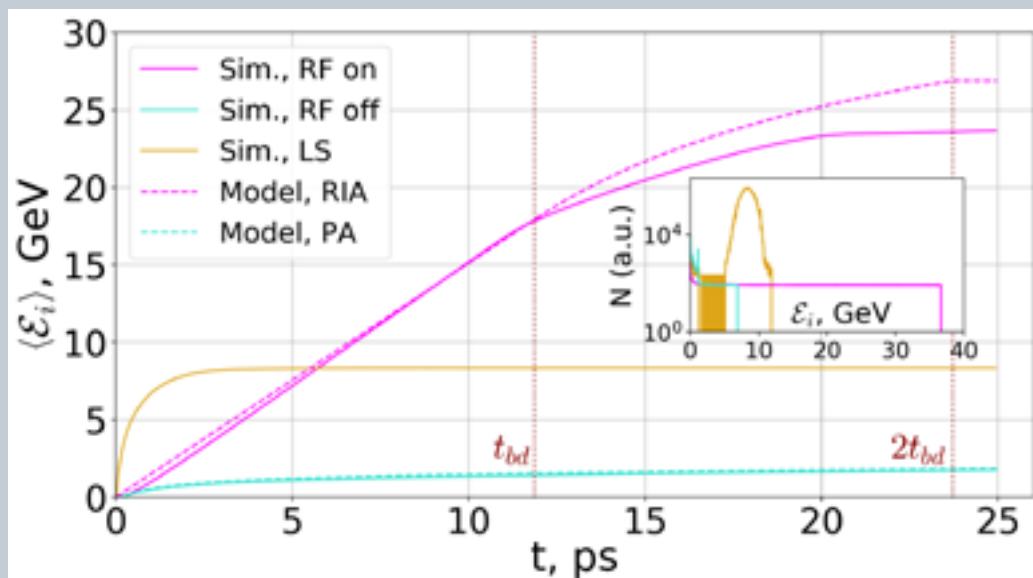
Více-PW laserová zařízení mohou být využívána pro akceleraci iontů s širokým využitím ve vědě a v lékařství. Při pohybu elektronu v silném poli laseru dochází vyzařování a tím ke zpomalování radiační frikční silou.

Autoři vynalezli uspořádání, ve kterém radiační frikce neočekávaně posiluje urychlování částic v plazmě a vyvinuli analytický model popisující tento nový mechanismus urychlování. Modelové predikce byly ověřeny numerickými simulacemi.

SPOLUPRACUJÍCÍ SUBJEKT: Národní jaderná výzkumná univerzita MEPhI, Rusko

KONTAKTNÍ OSOBA: Evgeny Gelfer, evgeny.gelfer@eli-beams.eu

E. G. Gelfer, A. M. Fedotov, S. Weber, Radiation induced acceleration of ions in a laser irradiated transparent foil, New J. Phys. 23, 095002 (2021)
doi.org/10.1088/1367-2630/ac1a97



Střední energie iontů v čase pro různé režimy akcelerace

Střední energie iontů v čase pro různé režimy akcelerace: Plné čáry – Simulace 1D PIC pro transparentní target s/bez uvažování radiační frikce (fialová/azurová) a pro průhledný target (zlatá). Přerušované čáry – analytický model pro radiaci zesílenou akceleraci (fialová) a ponderomotorickou akceleraci (azurová). Při výpočtu byla použita intenzita laseru $I = 1,8 \cdot 10^{24}$ W/cm², FWHM = 30 fs, hustota targetu $0,5n_c$ (cyan and magenta), $250n_c$ (gold). Vložení: iontová spektra při $t = 24$ ps.



Víceúčelová experimentální stanice pro atomové, molekulární a optické vědy a koherentní difrakční zobrazování na ELI Beamlines

Představujeme experimentální stanici MAC: Víceúčelovou stanici pro atomové, molekulární a optické vědy a koherentní difrakční zobrazování, která je umístěna v experimentální hale E1 na ELI Beamlines.

Ve stanici MAC lze použít synchronizované laserové paprsky ke zkoumání ultrarychlé dynamiky elektronů a iontů v různých vzorcích, např. molekulárních svazcích, čistých nebo dopovaných nanokapíčkách, kapalných tryskách nebo nanočásticích vstříkovaných do vakua. Také diskutujeme budoucí vylepšení laserových paprsků a přístrojů na stanici MAC.

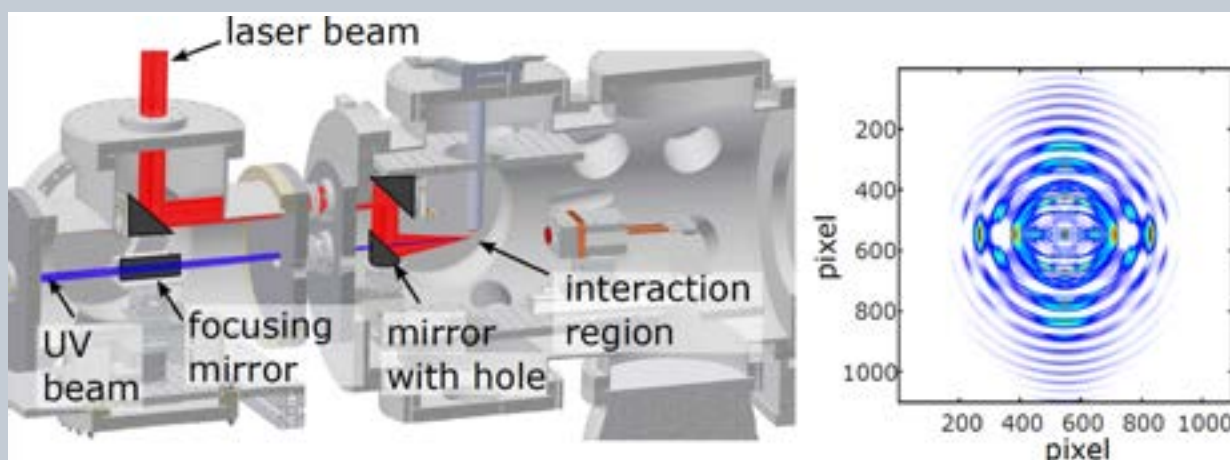
SPOLUPRACUJÍCÍ SUBJEKTY:

Department of Physics and Astronomy, Univerzita v Aarhusu, Dánsko, Laboratory of Molecular Biophysics, Department of Cell and Molecular Biology, Univerzita v Uppsale, Švédsko, Institute of Photonics and Nanotechnologies, National Research Council, Padova, Itálie

KONTAKTNÍ OSOBA: Maria Krikunova, maria.krikunova@eli-beams.eu

Eva Klimešová, Olena Kulyk, Ziaul Hoque, Andreas Hult Roos, Krishna P. Khakurel, Mateusz Rebarz, Matej Jurkovič, Martin Albrecht, Ondřej Finke, Roberto Lera, Ondřej Hort, Dong-Du Mai, Jaroslav Nejd, Martin Sokol, Rasmus Burlund Fink, Ltaief Ben Ltaief, Daniel Westphal, Adam Wolf, Tomáš Laštovička, Fabio Frassetto, Luca Poletto, Jakob Andreasson, and Maria Krikunova: A Multipurpose End-Station for Atomic, Molecular and Optical Sciences and Coherent Diffractive Imaging at ELI Beamlines, *Eur. Phys. J. Spec. Top.* 1–12 (2021)
doi.org/10.1140/epjs/s11734-021-00192-z

161



Experimentální stanice MAC a měření úhlové rozložení elektronů

Vlevo: Model experimentální komory MAC a fokusovaných laserových paprsků. Vpravo: Měření úhlového rozložení elektronů vznikajících při interakci intenzivního laseru s atomy Xenonu. Pozorovaná jemná struktura vzniká interferencí elektronových vln.



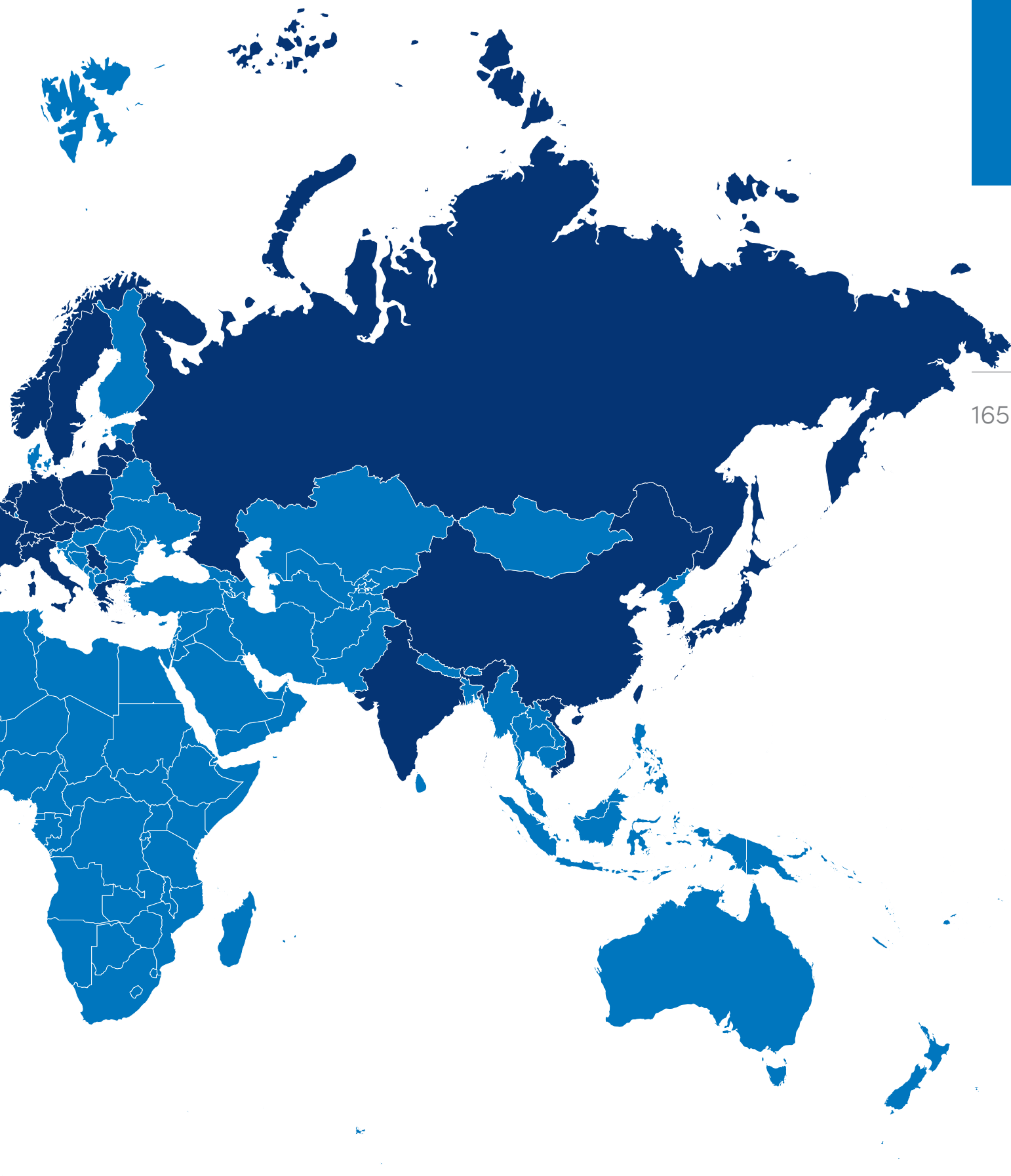


4.

Mezinárodní spolupráce



Tmavě modře jsou vyznačeny státy s nimiž existovala
dvoustranná dohoda o spolupráci v roce 2021



4.1 Ústavní dvoustranné dohody

166

Aktuální meziústavní dvoustranné dohody 2021

BRAZÍLIE

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Física Teórica

Cooperation on superstring vertex operators in anti-de Sitter backgrounds

BELGIE

Katolická univerzita v Lovani

ESA “Development of prototype active aperture mechanism for LISA”

QinetiQ

ESA “Development of prototype active aperture mechanism for LISA”

Xeryo

ESA “Development of prototype active aperture mechanism for LISA”

Svobodná univerzita v Bruselu

Agreement for Accession to the Crystal Clear Collaboration Agreement

ČÍNA

Čínská akademie věd

Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Guo China-US Photonics Lab

- Memorandum of Understanding on Collaborative Program on Development of Theoretical Approaches and Technological and Scientific Applications of Ultrashort Laser-Matter Interaction

Shanghai Institute of Ceramics

- Memorandum of Understanding on the terms and conditions of mutual cooperation

Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics

- Memorandum of Understanding regarding scientific and other related cooperation on Laser-Plasma Interaction Experiments using Multi-PW Lasers and associated Theory & Simulation Activities

FRANCIE

Centre Nationale de la Recherche Scientifique

Memorandum of Understanding on the terms and conditions of mutual cooperation

Commissariat à l’Energie Atomique et aux Energies Alternatives, Ústav fyziky plazmatu AV ČR

Letter of Intent for a joint experimental campaign on “Laser driven proton acceleration from H2 cryogenic target”

Memorandum of Understanding for TANGO Collaboration

European Synchrotron Radiation Facility

- Medium Term Arrangement concerning the scientific use of synchrotron radiation for non-proprietary research for the period 2018–2022
- Memorandum of Understanding for TANGO Collaboration
- Memorandum of Understanding – Medium Term Arrangement concerning the scientific use of synchrotron radiation for non-proprietary research for the period 2018–2022

- Studentship Agreement – “In-situ synchrotron X-Ray diffraction studies of smart structures for actuators by shape memory alloys (SMA)”

École Polytechnique, Le Laboratoire de Physique des Interfaces et des Couches Minces,

Memorandum of Understanding on the terms and conditions of mutual cooperation

Institut Polytechnique de Paris, Le Laboratoire d'Optique Appliquée, CNRS, Ecole Polytechnique, ENSTA-ParisTech

Collaboration Agreement – mobility

SIGMA Clermont

Memorandum of Understanding – Framework Agreement for Research and Academic Cooperation

Université Lyon 1, Institute of Light and Matter

Memorandum of Understanding on terms and conditions of mutual cooperation SOLID21)

**Université de Lorraine, Institut Jean Lamur
Memorandum of Understanding**

Letter of Intent on Scientific cooperation in the frame of the proposed project

Sorbonne Université

Agreement on Cooperation

INDIE

Tata Institute of Fundamental Research

Memorandum of Understanding regarding scientific and other related cooperation – high intensity laser matter interaction, laboratory astrophysics with short pulse laser matter interaction

ITÁLIE

DE.TEC.TOR. Devices & Technologies Torino S.r.l.

Memorandum of Understanding mobility of research technical and administrative staff

Elettra – Sincrotrone Trieste S.C.p.A.

Agreement on the access to electron beam

Fondazione Bruno Kessler, Center for Materials and Microsystems

Cooperation on investigation of laser-driven ion sources and on fabrication, design of innovative devices based on silicon compatible technology

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Colaboration in framework of particle beam transport, dosimetry and radiobiology

Istituto Nazionale di Ottica

Memorandum of Understanding on scientific and other related cooperation

Istituto di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici del Consiglio Nazionale delle Ricerche

Scientific Collaboration and Non Disclosure Agreement

Università degli Studi dell'Insubria, Dipartimento di Scienza e Alta Tecnologia

Memorandum of Understanding mobility

JAPONSKO

Frontier Research Institute for Interdisciplinary Sciences

Join Research Agreement

Kumamoto University, Faculty of Advanced Science and Technology

Memorandum of Understanding academic exchange

National Institutes for quantum and radiological science and technology, Kansai Photon Science Institute

Memorandum of Understanding research of high intensity laser physics

Osaka University

The Institute of Scientific and Industrial Research,

- Cooperation on development of laser technologies

Institute of Laser Engineering

- Memorandum of Understanding regarding scientific and other related cooperation – laser driven plasmas

The University of Tokyo, Institute for Solid State Physics

Agreement on academic exchange

Tohoku University

Institute for Materials Research

- Memorandum of Understanding on collaboration

Frontier Research Institute for Interdisciplinary Sciences

- Join Research Agreement

KANADA

Institut National de la Recherche Scientifique

Memorandum of Understanding mobility

KOREJSKÁ REPUBLIKA

Advanced Institute of Science and Technology

Memorandum of Understanding on Collaborative Program on Application on Multi-slab, Diode Pumped Solid State Laser to SBS-PCM and Holographic Machining



Advanced Photonics Research Institute

- Memorandum of Understanding on Collaborative Program on Research and Development of Ultra-Intense Lasers and Applications

Korea Basic Science Institute

Memorandum of Understanding – collaborative and joint research activities

Korea Institute of Machinery and Materials

Memorandum of Understanding on Collaborative Program on Development of High Power Lasers Technologies for Industrial and Scientific Applications

Philoptics Co Ltd.; Korea Institute of Machinery and Materials (KIMM); Meopta – optika, s.r.o.

Cooperation on development of non-linear absorption driven optical system and process for high throughput TGV formation

Univerzita Hanyang

Memorandum of Understanding on Collaborative Program on Research and Development of advanced high-power lasers

LITVA

Center for Physical Sciences and Technology

Memorandum of Understanding on joint project proposal ELI-SA (H2020)

LOTYŠSKO

Riga Technical University

Cooperation Agreement

NĚMECKO

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

Software licence agreement – XRAYPAC Software

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY a Universität Hamburg

- Cooperation Agreement – Czech Hamburg Advanced Medical and Photonics Project – CHAMPP

European X-Ray Free-Electron Laser Facility GmbH

Memorandum of Understanding on cooperation in the field of Photon Science

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl: Korrosion und Oberflächentechnik

Memorandum of Understanding on the terms and conditions of mutual cooperation

Friedrich Schiller Universität Jena

Memorandum of Understanding mobility of research technical and administrative staff

Fusion Bionic GmbH

Memorandum of Understanding on high speed surface functionalization collaboration

InfraTec GmbH

R&D Agreement

Johannes Gutenberg Universität Mainz, Institut für Physik

Memorandum of Understanding – International Mobility of Researchers

Karlsruhe Institute of Technology

Memorandum of Understanding mobility of research technical and administrative staff

Marvel Fusion GmbH

Memorandum of Understanding

Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe

Memorandum of Understanding – International Mobility of Researchers

Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Laseranwendungstechnik

Memorandum of Understanding on Collaborative Program on Development of High Power Lasers Technologies for Industrial and Scientific Applications

Technische Universität Berlin

Memorandum of Understanding on the terms and conditions of mutual cooperation

Technická univerzita Darmstadt

- Memorandum of Understanding – International Mobility of Researchers
- Letter of Intent cooperation within High Ms nanoparticles for enhanced magnetic fluid hyperthermia in cancer treatment
- Memorandum of Understanding on a scientific collaboration on “Warm Dense Matter physics induced by intense laser and ion beam interaction with matter”
- Memorandum of Understanding for a scientific collaboration “High Energy Density Physics”

Technische Hochschule Mittelhessen a DIOPTIC GmbH, MEOPTA – optika, s.r.o.

Partnership Agreement – Development of an universal wavefront measuring device on newly-developed wavefront sensor (DHS sensor)

**Technische Hochschule Mittelhessen
a Brueckmann Elektronik GmbH, Rigaku
Innovative Technologies Europe s.r.o.**

Partnership Agreement – Development of an ultrafast, high-resolution X-ray camera system

Universität Leipzig

Memorandum of Understanding on terms and conditions of mutual cooperation

Universität Stuttgart

Memorandum of Understanding – International Mobility of Researchers

NIZOZEMSKO

European Space Agency

PRODEX institute agreement

NORSKO

Univerzita v Oslu, Institut teoretické astrofyziky

Memorandum of Understanding for scientific collaboration

POLSKO

Institute of Plasma Physics and Laser Microfusion

Memorandum of Understanding regarding scientific and other related cooperation

Polská akademie věd,

Ústav fyzikální chemie

- Memorandum of Understanding – Agreement on the terms and conditions of mutual cooperation

Ústav jaderné fyziky Henryka Niewodniczańskiego

- Installation of 2 small size single mirror Cherenkov telescopes within a large international research infrastructure

Astronomické centrum Mikuláše Koperníka

- Memorandum of Understanding mobility of research technical and administrative staff

Technická univerzita ve Vratislavi

Memorandum of Understanding regarding scientific and other related cooperation – optoelectronics

Univerzita v Białymstoku

Memorandum of Understanding on the terms and conditions of mutual cooperation

Univerzita Jana Kochanowského v Kielcích

Memorandum of Understanding on the terms and conditions of mutual cooperation

PORTUGALSKO

Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores para os Microsistemas e as Nanotecnologias

Memorandum of Understanding on the terms and conditions of mutual cooperation

Instituto Superior Técnico

Memorandum of Understanding mobility

RAKOUSKO

AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Memorandum of Understanding mobility of research technical and administrative staff

Medizinische Universität Innsbruck

Memorandum of Understanding on the terms and conditions of mutual cooperation

Universität Wien

Acedemic license for the use of the software package VASP

RUSKO

Keldyšův ústav aplikované matematiky

Agreement joint research and development activities aimed at analysis and planning of modern experiments on the development of compact particle acceleration facilities based on the action of an ultra-fast radiation on plasmas

Moskevská státní univerzita M. V. Lomonosova, Fakulta fyziky

Cooperation on development of advanced lasers and laser based technologies and their industrial

Národní výzkumná jaderná univerzita „MEPhI“

Memorandum of Understanding for a scientific collaboration on “Ultra intense laser matter interaction”

Petrohradská státní univerzita

Memorandum of Understanding on Collaborative Program on Development of High Power Lasers Technologies for Industrial and Scientific Applications

Ruská akademie věd

Institute of Automation and Control Processes

- Letter of Intent on scientific collaboration
- Memorandum of Understanding for Collaborative Program on Research of Materials Surface Structuring by Laser Radiation

Rzhanov Institute of Semiconductor Physics

- Memorandum on Scientific Collaboration



ŘECKO

Hellenic Mediterranean University

Cooperation on generation of laser induced functionalization of surfaces of metals

SLOVENSKO

Slovenská Akadémia vied, Fyzikálny ústav

Cooperation Agreement for implementing the Project Development of Inquiry Based Learning via IYPT

SRBSKO

Univerzita v Novém Sadu, Faculty of Technical Sciences

Partnership Statement – Project: Microtubules as Biological Nanowires and Pathways for Nanomotors

Univerzita v Bělehradě, Jaderný ústav VINČA

Memorandum of Understanding on Collaborative Program on Development of High Power Lasers Technologies for Industrial and Scientific Applications

ŠPANĚLSKO

The Basque Center for Materials, Applications and Nanostructures

Memorandum of Understanding on the terms and conditions of mutual cooperation

Centro De Laseres Pulsados

Memorandum of Understanding regarding their scientific and other related cooperation

Centro Nacional de Biotecnología of the The Spanish National Research Council

(Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas)

Memorandum of Understanding mobility

University of Zaragoza

Memorandum of Understanding on the terms and conditions of mutual cooperation

ŠVÉDSKO

Lund University, Department of Chemistry

Memorandum of Understanding regarding scientific and other related cooperation

Umea University, Department of Physics, Sweden

Memorandum of Understanding – International mobility of research, technical and administrative staff

Uppsala University

- Memorandum of Understanding mobility of research technical and administrative staff

Laboratory of Molecular Biophysics of the Department of Cell and Molecular Biology,

- Memorandum of Understanding on Collaboration in Coherent Diffractive Imaging and Atomic, Molecular and Optical Sciences

ŠVÝCARSKO

CERN – The European Organization for Nuclear Research

- Memorandum of Understanding for the RD50 Collaboration
- Memorandum on cooperation for the CLIC Detector and Physics Study
- Memorandum of Understanding for collaboration in the field of technology transfer
- Memorandum of Understanding + Institution Licence Agreement – FLUKA CERN

École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Photovoltaics-Laboratory of Microengineering Institute

Memorandum of Understanding on the terms and conditions of mutual cooperation

Paul Scherrer Institute

Memorandum of Understanding mobility

TCHAJ-WAN

Instrument Technology Research Center, National Applied Research Laboratories

Memorandum of Understanding on Research Collaboration with a vision to promote bilateral cooperation in science and technology development

Industrial Technology Research Institute

Memorandum of Understanding joint research and workshops, exchange of personnel and technical knowledge

National Applied Research Laboratories, Technology Research Center

Memorandum of Understanding for research collaboration

National Synchrotron Radiation Research Center

Memorandum of Understanding collaboration in pulsed radiation science and technology

VELKÁ BRITÁNIE

Deep Underground Neutrino Experiment

Letter of Intent on Scientific Collaboration



Queen's University of Belfast

Memorandum of Understanding for a scientific and technological collaboration towards Laser-driven Acceleration and Laser Plasma Physics experiments at ELI-Beamlines

Science and Technology Facilities Council

Consortium Agreement – Teaming Phase 2 – HiLASE Centre of Excellence

UK Research and Innovation

Agreement

University of Southampton

Memorandum of Understanding joint scientific experiments, academic exchanges

The University Edinburg

Memorandum of Understanding – International Mobility of Researchers

The University of Liverpool

Memorandum of Understanding

VIETNAM

Research and Development Center Saigon Hi-Tech Park

Letter of Intent on scientific collaboration: Development of alternative PECVD technology of hydrogenated silicon thin films for solar cells

Vietnamská akademie věd a technologií

- Ho Chi Minh City Institute of Physics
Letter of Intent on scientific collaboration: Development and application of measured methods for spectral changes of solar radiation with aim to realize optimal structures of the solar cells based on hydrogenated silicon thin films
- Institute of Applied Material Science
Letter of Intent on Scientific Collaboration – Development of hydrogenated silicon thin films for solar cells and alternative applications

USA

Arizona State University

- Memorandum of Understanding on scientific collaboration (CEICO)
- Memorandum of Understanding mobility of research technical and administrative staff

Brookhaven National Laboratory, Brookhaven Science Associates, LLC

Amendment to Non-proprietary User Agreement
Coloradská státní univerzita, Center for Extreme Ultraviolet Science and Technology
Memorandum of Understanding – mobility

Fermi National Accelerator Laboratory

Non-proprietary User Agreement

Large Synoptic Survey Telescope

Memorandum of Understanding on scientific collaboration

New Mexico State University

- Memorandum of Understanding regarding scientific and other related cooperation
- Memorandum of Understanding – International Mobility of Researchers

SLAC National Accelerator Laboratory, Leland Stanford Junior University

Non-proprietary User Agreement – Contract

University of California, Department of Physics and Astronomy

Memorandum of Understanding mobility

University of Connecticut

Memorandum of Agreement on institutional cooperation

University of Rochester, Laboratory for Laser Energetics

Memorandum of Understanding regarding scientific and other cooperation

VÍCE ZEMÍ

Consortium IQONIC
Consortium Agreement

Impulse Consortium Agreement

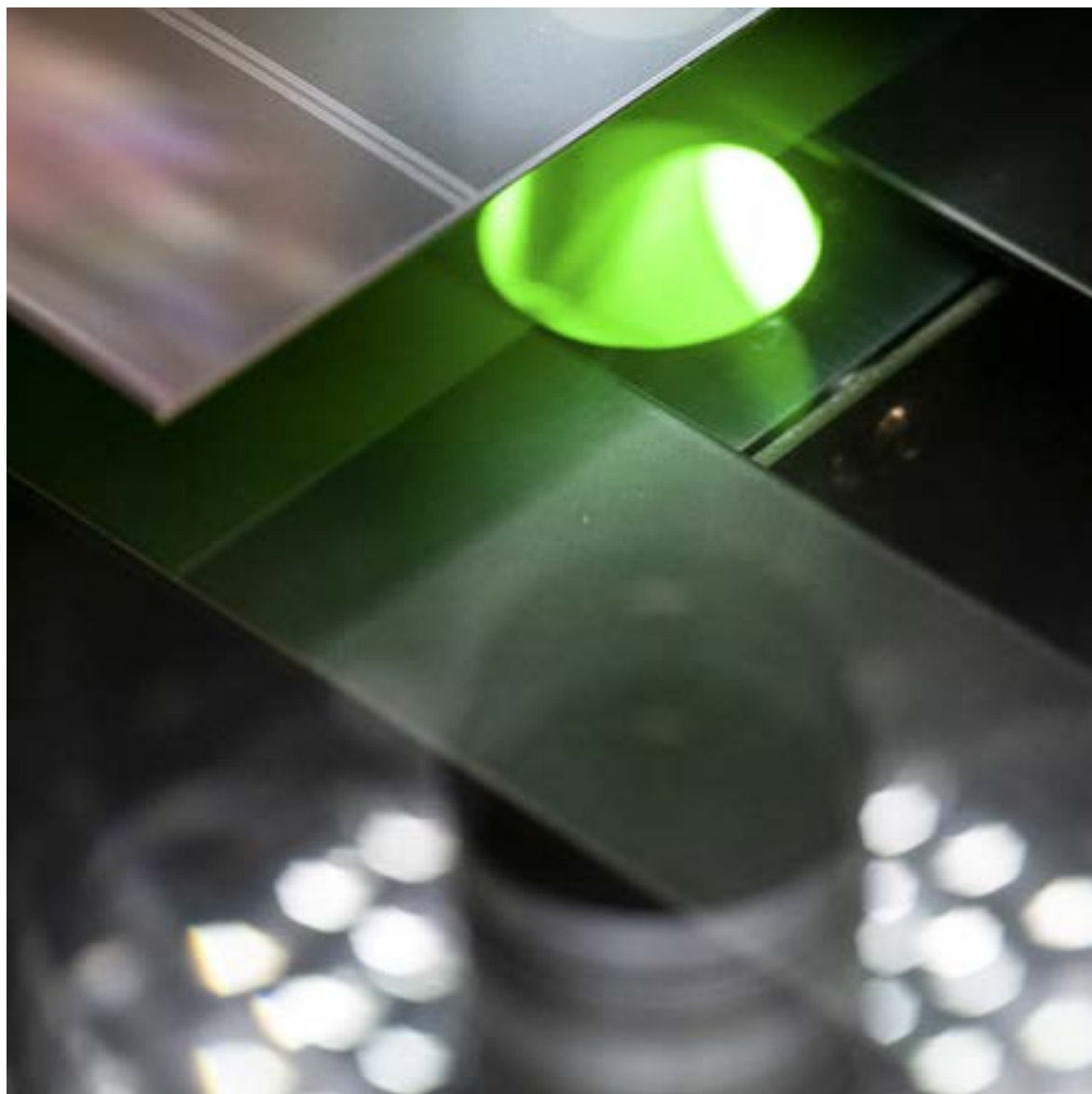
Memorandum of Understanding Integrated Management and reliable operations for User-based Laser Scientific Excellence

International Particle Physics Outreach Group

MoU Establishing The International Particle Physics Outreach Group Collaboration

European Laser research infrastructures

Laserlab-Europe V Consortium Agreement
Light Conversion, UAB a Crytur spol. s r. o.
Memorandum of Understanding on joint commercialization of PERLA 100 laser platform





5.

Spolupráce s vysokými školami

5.1 Výzkumné projekty řešené s vysokými školami

Počet projektů řešených v roce 2021 společně s vysokými školami

	Grantové projekty	Programové projekty
FZÚ je příjemcem	28	1
FZÚ je spolupříjemcem	24	7

5.2 Společná pracoviště ústavu s účastí vysokých škol

Společná laboratoř nízkých teplot

Laboratoř je pracovištěm Ústavu anorganické chemie AV ČR, FZÚ, Matematicko-fyzikální fakulty a Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. Výzkum je zaměřen na Mössbauerovu spektroskopii systémů obsahujících nanočástice sloučenin a slitin železa, magnetické a transportní vlastnosti supravodičů, studované pomocí vysoce citlivých magnetometrů typu „RF-SQUID“ a na kryogenní dynamiku tekutin, zejména proudění supratekutého ^4He a kvantovou turbulenci.

Společná laboratoř pro magnetická studia

Společná laboratoř pro magnetická studia FZÚ a Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy nabízí možnost studia pevných látek v kombinovaných extrémních podmínkách – v teplotním oboru 30 mK-1000 K, magnetických polích do 14 T a za hydrostatického tlaku do 2 GPa. K dispozici je široké spektrum experimentálních metod (magnetizace, střídavá susceptibilita, elektrická a tepelná vodivost, tepelná kapacita, dilatometrie, termosíla, Ramanovská

spektroskopie na magnetických materiálech aj.). Mezi studované materiály patří zejména silně anizotropní magnetika, magnetické nanočástice, tenké magnetické vrstvy, uhlíkové nanotuby, grafen, silně korelované a multiferoické systémy.

Badatelské centrum PALS

Centrum bylo vytvořeno ve spolupráci s Ústavem fyziky plazmatu v roce 1998 jako uživatelská laboratoř založená na terawattovém Pražském Asterix Laserovém Systému (PALS), který byl původně vyvinut v MPQ v Garchingu v SRN. Inovované zařízení reinstalované v nové laserové hale v Praze bylo zprovozněno v červnu 2000 a je využíváno ke studiu interakce laserového paprsku s hmotou, zvláště pro generaci horkého a hustého plazmatu. Důležitou novou součástí zařízení PALS je moderní dvojitá terčíková komora vybavená diagnostikou na současné světové úrovni. Od samého počátku poskytuje Centrum PALS část svého experimentálního času evropským badatelům v rámci programu Evropské Unie „Access to Large Scale Facilities“.

Společná laboratoř optospintroniky

Společná laboratoř vznikla v roce 2011 jako výsledek spolupráce Oddělení spintroniky a nanoelektroniky FZÚ a Katedry chemické fyziky a optiky Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v rámci předchozího Centra nanotechnologií a materiálů pro nanoelektroniku MŠMT. Výzkum je zaměřen na studium magnetooptických vlastností materiálů pro spintroniku a na studium spintronických nanosoučástek s optickou generací a detekcí spinově polarizovaných nosičů. Společná laboratoř je podporována z Advanced Grant of European Research Council OMSPIN.

Centrum studia kovových materiálů s mikro- a nanokrystalickou strukturou

Centrum je společné pracoviště FZÚ, Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy a VŠCHT. Mikrokrystalické a nanokrystalické (mc/nc) materiály hrají klíčovou úlohu v budoucích technologiích, kde budou vystaveny zvýšenému působení napětí, teploty či tlaku. Základním předpokladem pro jejich úspěšné využití je inovativní a multidisciplinární výzkum zaměřený na vysvětlení chování těchto materiálů za extrémních podmínek. Smyslem centra je posunout hranice poznání mc/nc materiálů vývojem nových struktur na bázi kovových materiálů cílenou kontrolou v mikrostrukturním měřítku a jejich pokročilou charakterizací. Sdílením špičkových metod spolu s řadou klasických charakterizačních technik lze docílit průlomu potřebného pro budoucí aplikace. Centrum se zabývá intenzivní plastickou deformací obtížně tvaritelných slitin, práškovou metalurgií, uchováváním vodíku, in situ nanomechanickým testováním malých vzorků (např. mikro-, nanopilarů), vlastnostmi biodegradabilních slitin a stabilizací hranic zrn in situ nanočásticemi.

Společná laboratoř technologie polymerních nanovláken FZÚ a Fakulty strojní ČVUT v Praze

Laboratoř byla založena v lednu 2013. Společný výzkum je zaměřen na využívání a rozvoj metod technologie polymerních vláken, které umožňují jejich povrchovou modifikaci nebo cílenou materiálovou transformaci (např. použitím plazmatických technik), studium mechanických, chemických a strukturních vlastností materiálů, které jsou zajímavé z hlediska fyziky, elektroniky a senzoriky, biotechnologií (antibakteriálnost), s vysokým aplikačním potenciálem ve stavitelství a architektuře.



5.3 Výuka na vysokých školách

176

Zaměstnanci FZÚ přednášejí na vysokých školách v rámci bakalářských, magisterských i doktorských programů. Obzvláště intenzivní je pedagogická činnost v Praze na MFF UK, FJFI ČVUT, FBMI ČVUT, FEL ČVUT, různých fakultách VŠCHT a na Přírodovědecké fakultě UP v Olomouci.

Počet pracovníků ústavu působících na vysokých školách

	Letní semestr 2020/2021	Zimní semestr 2021/2022
Bakalářské programy	41	72
Magisterské programy	54	68
Doktorské programy	6	13

Celkový počet odpřednášených hodin na vysokých školách podle programů:

	Letní semestr 2020/2021	Zimní semestr 2021/2022
Bakalářské programy celkem	925	1083
Přednášky	471	587
Semináře	264	230
Cvičení	190	266
Magisterské programy celkem	933	1330
Přednášky	496	946
Semináře	288	128
Cvičení	149	257
Doktorské programy celkem	48	180



Spolupráce s vysokými školami na uskutečňování doktorských studijních programů

Celkový počet doktorandů k 31. 12. 2021:	182
Počet absolventů doktorského studia:	14
Počet nově přijatých v roce 2021:	30

Z toho zahraniční doktorandi k 31. 12. 2021:	60
Počet zahraničních absolventů v roce 2021:	4
Počet nově přijatých zahraničních doktorandů:	10

Počet pregraduálních studentů podílejících se na vědecké činnosti ústavu: 113

Vědecké a vědecko-pedagogické hodnosti zaměstnanců pracoviště

	Vědecko-pedagog. hodnost k 31. 12. 2021	Z toho uděleno v roce 2021
profesor	17	4
docent	21	1
Vědecká hodnost nebo titul k 31. 12. 2021		
DrSc.	18	0
DSc.	6	1
CSc., Ph.D., Dr.	605	11

5.4 Akreditované programy

178

VŠ	Název fakulty	Studijní obor	Platnost akreditace
UK	Matematicko-fyzikální fakulta	Biofyzika, chemická a makromolekulární fyzika	31. 12. 2024
UK	Matematicko-fyzikální fakulta	Fyzika kondenzovaných látek a materiálový výzkum	31. 12. 2024
UK	Matematicko-fyzikální fakulta	Fyzika plazmatu a ionizovaných prostředí	31. 12. 2024
UK	Matematicko-fyzikální fakulta	Fyzika povrchů a rozhraní	31. 12. 2024
UK	Matematicko-fyzikální fakulta	Kvantová optika a optoelektronika	31. 12. 2024
UK	Matematicko-fyzikální fakulta	Subjaderná fyzika	31. 12. 2024
UK	Matematicko-fyzikální fakulta	Teoretická fyzika, astronomie a astrofyzika	31. 12. 2024
UK	Matematicko-fyzikální fakulta	Fyzika nanostruktur	31. 12. 2024
UK	Matematicko-fyzikální fakulta	Fyzika (A)	31. 12. 2024
UK	Matematicko-fyzikální fakulta	Částicová a jaderná fyzika (A)	31. 12. 2024
ČVUT v Praze	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská	Fyzikální inženýrství	31. 07. 2023
UPOL	Přírodovědecká fakulta	Aplikovaná fyzika	Smlouva na dobu neurčitou
VŠCHT v Praze	Fakulta chemicko-inženýrská	Molekulární chemická fyzika a senzorika (A)	21. 11. 2029

5.5 Doktorandi a diplomanti



Doktorandi, kteří vypracovali doktorskou práci ve Fyzikálním ústavu a obhájili ji v roce 2021

České vysoké učení technické v Praze:

Ing. Petr Hauschwitz

FAKULTA: Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
NÁZEV PRÁCE: Large surface functionalization by laser-induced micro and nanostructure
ŠKOLITEL: Ing. Tomáš Mocek, Ph.D. (FZÚ)
ŠKOLITEL SPECIALISTA: Ing. Petr Gavrilov, CSc. (ČVUT)

Mgr. Siva Sankara Nagisetty

FAKULTA: Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
NÁZEV PRÁCE: Study on development of compact kilohertz joule level laser amplifier at room temperature
ŠKOLITEL: prof. Ing. Václav Kubeček, DrSc. (ČVUT)
ŠKOLITEL SPECIALISTA: Ing. Tomáš Mocek, Ph.D. (FZÚ)
KONZULTANT: Ing. Martin Smrž, Ph.D. (FZÚ)

Ing. Jiří Mužík

FAKULTA: Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
NÁZEV PRÁCE: Development of high repetition rate picosecond thin disk lasers
ŠKOLITEL: prof. Ing. Václav Kubeček, DrSc. (ČVUT)
ŠKOLITEL SPECIALISTA: Ing. Martin Smrž, Ph.D. (FZÚ)

Ing. Martin Duda

FAKULTA: Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
NÁZEV PRÁCE: Generování harmonických frekvencí a komprese ultrakrátkých pulzů
ŠKOLITEL: Ing. Martin Smrž, Ph.D. (FZÚ)
ŠKOLITEL SPECIALISTA: prof. Ing. Václav Kubeček, DrSc. (ČVUT)
KONZULTANT: Ing. Ondřej Novák, Ph.D.

Ing. Ondřej Penc

FAKULTA: Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
NÁZEV PRÁCE: Vector Boson Scattering and ZZ Production at ATLAS Detector
ŠKOLITEL: doc. Mgr. Alexander Kupčo, Ph.D. (FZÚ)

Ing. Filip Jediný

FAKULTA: Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
NÁZEV PRÁCE: Searching for Lightweight Dark Matter in the NOVA Near Detector
ŠKOLITEL: RNDr. Jan Smolík, Ph.D. (ČVUT)
ŠKOLITEL SPECIALISTA: RNDr. Jaroslav Zálešák, Ph.D. (FZÚ)

Ing. Martina Greplová Žáková

FAKULTA: Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
NÁZEV PRÁCE: Laser Ion Acceleration: Theory and Simulation
ŠKOLITEL: doc. Ing. Jan Pšikal, Ph.D. (ČVUT)
ŠKOLITEL SPECIALISTA: doc. Ing. Ondřej Klimo, Ph.D. (ČVUT)
Dr. Daniele Margarone (FZÚ)

Univerzita Karlova:

Mgr. Tomáš Kmječ

FAKULTA: Matematicko-fyzikální fakulta
NÁZEV PRÁCE: Hyperjemné interakce v multiferoikách obsahujících železo
ŠKOLITEL: doc. Mgr. Jaroslav Kohout, Dr. (MFF)

RNDr. Lenka Kubíčková

FAKULTA: Matematicko-fyzikální fakulta
NÁZEV PRÁCE: Studium vlastností nanočástic obsahujících železo s důrazem na jejich aplikační potenciál
ŠKOLITEL (INSTITUCE): doc. Mgr. Jaroslav Kohout, Dr. (MFF)
ŠKOLITEL SPECIALISTA (INSTITUCE): Ing. Mgr. Ondřej Kaman, Ph.D. (FZÚ)

Diplomanti, kteří vypracovali doktorskou práci ve Fyzikálním ústavu a obhájili ji v roce 2021

České vysoké učení technické v Praze

Vít Bílý

FAKULTA: Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
NÁZEV PRÁCE: Thuliový laser pro buzení Ho:YAG tenkého disku
ŠKOLITEL SPECIALISTA: Ing. Jiří Mužík (FZÚ)

Pavel Čech

FAKULTA: Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
NÁZEV PRÁCE: Celovláknový laserový oscilátor v režimu synchronizace módů a normální disperzí
KONZULTANT: Ing. Jan Vanda, Ph.D.

Šimon Jelínek

FAKULTA: Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
NÁZEV PRÁCE: Charakterizace fokusovaných laserových svazků metodou ablačních imprintů na různých vlnových délkách
ŠKOLITEL: Ing. Libor Juha, CSc. (FZÚ)
ŠKOLITEL SPECIALISTA: Ing. Tomáš Burian, Ph.D. (FZÚ)

Bc. Dominika Jochcová

FAKULTA: Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
NÁZEV PRÁCE: Počítačem generované hologramy pro efektivní mikro-obrábění
ŠKOLITEL SPECIALISTA: Ing. Jan Pilař, Ph.D.

Bc. Lucie Košinová

FAKULTA: Fakulta biomedicínského inženýrství
NÁZEV PRÁCE: Moderní endoprotéza kyčelního kloubu
ŠKOLITEL: Ing. Petr Písařík, Ph.D. (ČVUT)

Bc. Zuzana Kuglerová

FAKULTA: Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
NÁZEV PRÁCE: Tepelné a netepelné projevy interakce laserového záření s pevnou látkou
ŠKOLITEL: Ing. Libor Juha, CSc. (FZÚ)
KONZULTANT: Mgr. Jaromír Chalupský, Ph.D.

Bc. Tomáš Paliesek

FAKULTA: Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
NÁZEV PRÁCE: Tvarování svazku vysokoenergetického nanosekundového laserového systému Bivoj
ŠKOLITEL SPECIALISTA: Ing. Martin Divoký, Ph.D.

Bc. Alena Škubníková

FAKULTA: Fakulta biomedicínského inženýrství
NÁZEV PRÁCE: Tribologické vlastnosti kontaktních a brýlových čoček
ŠKOLITEL: Ing. Petr Písařík, Ph.D. (ČVUT)
KONZULTANT: Ing. Jan Mikšovský, Ph.D.

Univerzita Palackého v Olomouci

Jan Dzian

FAKULTA: Přírodovědecká fakulta
NÁZEV PRÁCE: Fotoluminiscenční spektroskopie kvantových teček
ŠKOLITEL SPECIALISTA: doc. Mgr. Jan Soubusta, Ph.D. (FZÚ)

Vlastimil Jílek

FAKULTA: Přírodovědecká fakulta
NÁZEV PRÁCE: Značení kovových dílů 2D kódem technologií laserového žíhání
ŠKOLITEL SPECIALISTA: RNDr. Hana Chmelíčková (FZÚ)

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Jan Kejzlar

FAKULTA: Fakulta chemicko-inženýrská Vysoká škola chemicko-technologická v Praze
NÁZEV PRÁCE: Black metals and their usage for gas detection
ŠKOLITEL SPECIALISTA: Ing. Přemysl Fitl, Ph.D. (FZÚ)







6.

Popularizace





185



6.1 Popularizace vědy

186

Stejně jako mnohé jiné činnosti byly i aktivity pro veřejnost v roce 2021 citelně zasaženy pandemií covidu-19. Většinu akcí FZÚ uspořádal v on-line formátu a některé zrušené, např. Veletrh vědy, byly nahrazeny jinými aktivitami. [Soubor on-line aktivit a informací](#), který jsme vytvořili po uzavření škol v březnu 2020, jsme rozšiřovali o další položky.

Den světla

16. května 1960 americký fyzik a inženýr Theodore Maiman úspěšně spustil vůbec první laserový systém na světě. V roce 2019 byl tento den organizací UNESCO ustanoven jako Mezinárodní den světla. K výročí proběhly o víkendu 15. a 16. 5. 2021 (vzhledem k pandemické situaci převážně venkovní) aktivity v laserových centrech ELI Beamlines a HiLASE se zaměřením na laserové technologie a jejich využití ve výzkumu a každodenních aplikacích, jichž se účastnilo více než 300 účastníků. Kromě přípravy světlem inspirovaného programu v Dolních Břežanech ELI spojilo síly se Signal Festivalem a přichystalo monumentální instalaci v samotném centru Prahy. Tu tvořil laserový paprsek protínající město pohledem z Petřína na sídlo Akademie věd ČR vždy ve večerních hodinách.

Zažít město jinak (18. 9.)

Pracoviště FZÚ v Cukrovarnické ulici se již potřetí připojilo k festivalu Zažít město jinak, který každoročně organizuje spolek Auto*Mat. Cílem akce je umožnit setkávání obyvatel Prahy a oživit veřejný prostor. Kromě vědeckých popularizačních prezentací si účastníci mohli vyzkoušet obarvit oblečení, zahrát ping-pong nebo sledovat večerní lasershow. Návštěvníkům byl částečně zpřístupněn areál FZÚ, v němž byla v rámci Festivalu m³ / Umění v prostoru umístěno umělecké dílo *Hey Moon* Anežky Hoškové. Návštěvníci si prošli

areál Fyzikálního ústavu na prohlídce komentované Vladimírem Míkou, mohli si na vlastní kůži vyzkoušet pokusy se supravodivostí a díky spolupráci s Ústavem anorganické chemie AV ČR také s raketovým palivem. Díky zdařilému podvečernímu koncertu a následné lasershow se nezmenšil počet diváků ani přes citelné večerní ochlazení. Pohybující se obrazce na fasádě budovy Fyzikálního ústavu vyzdvihly její architektonickou krásu a propojení laserové fyziky s výzkumem fyziky pevných látek pracoviště v Cukrovarnické ulici.

Noc vědců (24. 9.)

Noc vědců je celoevropskou akcí, která představuje vědecká pracoviště široké veřejnosti v nevšední atmosféře nočních a večerních hodin. Kvůli pandemické situaci se konala kombinovanou formou. Noc vědců je v ČR známá a zaběhlá akce, jednalo se již o šestnáctý ročník, tentokrát s tématem „Čas“. Fyzikální ústav se akce zúčastnil již popáté.

Přes 700 návštěvníků se zúčastnilo aktivit v laserových centrech v Dolních Břežanech, dalších 200 zájemců navštívilo on-line programy – zejména Fyzikální poradnu, ve kterém vědci Irene Villa, Gizem Sengör, Jaromír Kopeček, Jakub Beneš, Jan Ebr, Yury Ryabchikov, Denys Musiienko a Matěj Hývl odpovídali na různorodé dotazy publika.

Týden Akademie (1.–7. 11.)

Dřívější Týden vědy a techniky, pod novým názvem Týden Akademie, byl opět jednou z největších popularizačních akcí FZÚ. V rámci Dnů otevřených dveří, které proběhly za výrazných protipandemických opatření, navštívilo FZÚ přes 700 návštěvníků, kteří měli možnost nahlédnout do více než 20 laboratoří na 4 pracovištích. Novinkou v programu byly také živě streamované přednášky z oblasti kosmologie a (astro)

částicové fyziky doplněné o interaktivní exponáty virtuální reality a mlžnou komoru pro přítomné návštěvníky. Nově byly také do exkurzí DOD zařazeny některé nově zprovozněné laboratoře NCK MATCA a biofyzikální laboratoře.

Učitelé & Vědci

Také v letošním roce jsme pokračovali v organizování série seminářů Učitelé & Vědci, určených pro pedagogickou veřejnost. Semináře probíhají v menších skupinách pro 5–15 účastníků, kteří mohou v neformální atmosféře diskutovat s erudovanými odborníky z oblasti fyziky. Proběhlých 10 setkání (on-line či v kombinované formě) uváděli pracovníci FZÚ, případně MFF UK, či Ústavu fyziky plazmatu AV ČR a Ústavu fotoniky a elektroniky AV ČR. Mezi diskutovaná témata patřila například fotovoltaika, fyzika povrchů a biosensory, kapalně krystaly, jak se neztratit v nebeských sférách, optická vlákna a sensory či biologická autoluminiscence a další zajímavá témata. Podrobnější informace jsou dostupné na <https://www.FZU.cz/popularizace/akce/ucitele-a-vedci>.

Letní škola

Pro studenty vysokých škol, doktorských i postdoktorských programů z celého světa pořádá ELI Beamlines

Letní školu, jejímž komunikačním jazykem je angličtina. V roce 2021 se této on-line aktivitu zúčastnilo celkem 450 účastníků.

Stáže pro studenty a další akce

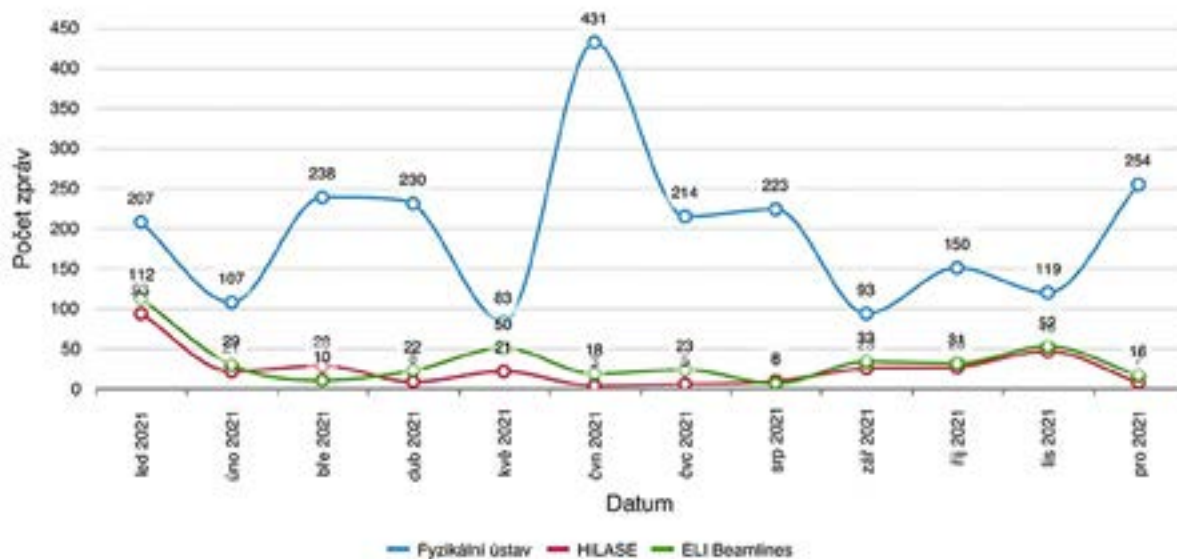
Ve FZÚ probíhají stáže projektu Otevřená věda, kterých se v roce 2021 zúčastnilo celkem 18 středoškolských studentů. Šest úspěšných absolventů předchozích ročníků Talentové akademie také absolvovalo letní stáž v laserových centrech ELI a HiLASE.

Exkurze studentů středních a vysokých škol probíhaly ve FZÚ v omezeném počtu v závislosti na pandemické situaci. I přes nepříznivé okolnosti se podařilo v prostorách FZÚ uspořádat přes 50 školních exkurzí. Ty umožnily více než 1000 studentům seznámit se s unikátními technologiemi a nejnovějším výzkumem.

Rozhovory pro rozhlasové a televizní vysílání

Pracovníci FZÚ poskytli několik desítek rozhovorů a zúčastnili se vystoupení v pořadech veřejnoprávních i komerčních rozhlasových a televizních stanic a on-line médiích (Česká televize, Český rozhlas, no-vinky.cz aj.).

Vývoj témat v čase



Od 1.1.2021 do 31.12.2021 jsme zaznamenali 2 578 zpráv, průměrně je to 7 zpráv za den. Nejvíce zpráv (232) bylo 5.1.2021. Oproti předcházejícímu období 1.1.2020 až 31.12.2020 to znamená nárůst o 939 zpráv.

Popularizační články v denním tisku, časopisech a na internetových zpravodajských portálech

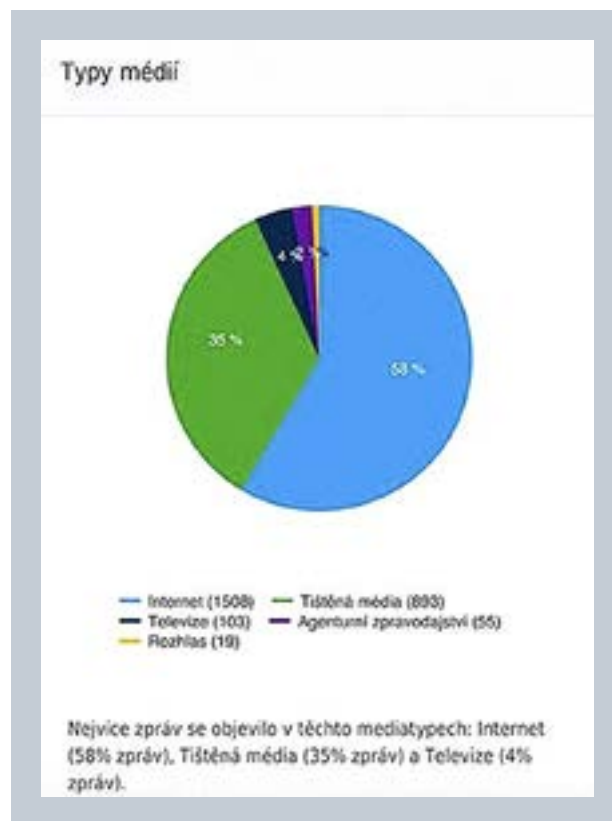


Československý časopis pro fyziku

Fyzikální ústav zajišťuje práci redakce (vedoucí, výkonný redaktor a techničtí redaktori a sekretariát redakce fungují v rámci FZÚ), časté jsou též příspěvky autorů z FZÚ v jednotlivých číslech. Časopis přináší původní i přeložené články, aktuality, zprávy a recenze knih. Uveřejňuje diskuse o filozofických aspektech fyziky, vědní politice a články z historie fyziky (6 čísel ročně). Od roku 2020 poskytujeme elektronické předplatné časopisu zcela zdarma.

Jemná mechanika a optika

Fyzikální ústav zajišťuje práci redakce, četné jsou též příspěvky autorů v jednotlivých číslech, časopis je určen pro informování široké obce zájemců o současných problémech z oborů optiky a jemné mechaniky, včetně interdisciplinárních témat (8 čísel + 2 dvojčísla ročně).



6.2 Vzdělávání středoškolské mládeže



Talentová akademie

Zkušenosti pracovníků Akademie věd a českých univerzit daly vzniknout laserovým centrům ELI Beamlines a HiLASE – největší vědecké investici v historii naší země. Být na světové špičce však znamená hledat ty, kdo nám pomohou se tam udržet. Již pátým rokem proto byla spuštěna Talentová Akademie pro nadané středoškoláky se zájmem o vědu a zápal

naplno se pustit do této jen málo probádané oblasti fyziky. Vybraní studenti se mohou zúčastnit finále přímo v laboratořích laserových center, kde si vyzkouší reálnou práci vědců. Studenti musí intenzivní formou získat nové informace a ihned je převádět do praxe, výsledky komplexního projektu pak týmově obhajují před komisí. Odložené finále ročníku 2020 proběhlo 14.–16. 6. 2021 s účastí 12 studentů.

	Pololetí ve škol. roce 2020/2021		Pololetí ve škol. roce 2021/2022	
Počet odpřednášených hodin	27		876	
Počet vedených prací (např. SOČ)	5		2	
Počet organizovaných/spoluorganizovaných soutěží	1	3	0	1

Popularizační aktivity FZÚ jsou podpořeny zejména projekty OP VVV „Zkvalitnění strategického řízení Fyzikálního ústavu AV ČR“, „Strategická tvorba intenzivního rozvoje kapacit Fyzikálního ústavu AV ČR“ a „Světlo ve službách společnosti“ Strategie AV 21.





7.

Orgány FZÚ a jejich činnost

7.1 Složení orgánů pracoviště

7.1.1 Rada pracoviště

192

Předseda:	prof. Ing. Martin Nikl, CSc.	(FZÚ)
Místopředseda:	Ing. Tomáš Mocek, Ph.D.	(FZÚ)
Interní členové:	Ing. Alexandr Dejneka, Ph.D.	(FZÚ)
	RNDr. Antonín Fejfar, CSc.	(FZÚ)
	RNDr. Stanislav Kamba, CSc.	(FZÚ)
	Mgr. Jindřich Kolorenč, Ph.D.	(FZÚ)
	prof. Ing. Pavel Lejček, DrSc.	(FZÚ)
	RNDr. Jiří J. Mareš, CSc.	(FZÚ)
	RNDr. Michael Prouza, Ph.D.	(FZÚ)
	prof. Jan Řídký, DrSc.	(FZÚ)
Externí členové:	doc. RNDr. Zdeněk Doležal, Dr.	(MFF UK)
	Mgr. Jindřich Houžvička, Ph.D.	(CRYTUR, spol. s r.o.)
	doc. RNDr. František Chmelík, CSc.	(MFF UK)
	prof. RNDr. Zdeněk Samec, DrSc.	(ÚFCH JH)
	Ing. Oldřich Schneeweiss, DrSc.	(ÚFM)
Tajemník:	RNDr. Jiří Rameš, CSc.	(FZÚ)

7.1.2 Dozorčí rada pracoviště

Předseda:	doc. Ing. Luboš Náhlík, Ph.D.	(ÚFM)
Místopředseda:	Ing. Ivan Gregora, CSc.	(FZÚ)
Členové:	prof. Ing. Tomáš Čechák, CSc.	(FZÚ)
	RNDr. Vladimír Wagner, CSc.	(ÚJF)
	Ing. Jiří Plešek, CSc.	(ÚT)
	prof. RNDr. Ladislav Skrbek, DrSc.	(MFF UK)
	Ing. Miroslav Hořejší	(FZÚ)
Tajemník:		

V roce 2021 nedošlo ke změnám ve složení Dozorčí rady pracoviště.

7.2 Činnost orgánů pracoviště



7.2.1 Zasedání Rady FZÚ

92. zasedání	22. 3. 2021
93. zasedání	20. 4. 2021
94. zasedání	24. 5. 2021
95. zasedání	23. 9. 2021
96. zasedání	25. 10. 2021
97. zasedání	30. 11. 2021

Rada dále projednala 12 návrhů formou per rollam.

Zápisy ze všech zasedání Rady FZÚ jsou zveřejněny na její webové stránce.

Na zasedání Rady byli zváni:

doc. Ing. Luboš Náhlík, Ph.D.
předseda Dozorčí rady FZÚ

Ing. Ivan Gregora, CSc.
místopředseda Dozorčí rady FZÚ

Ing. Jiří Červenka, Ph.D.
vědecký tajemník FZÚ

Významné projednané záležitosti

- Rada projednala a schválila rozpočet provozních nákladů a výnosů pro rok 2021, jakož i střednědobý výhled provozních nákladů a výnosů pro roky 2022 a 2023, viz zápisy z 93. zasedání.
- Rada schválila návrh ředitele na převedení zisku za rok 2020 do rezervního fondu, viz zápis z 96. zasedání.
- Rada schválila Výroční zprávu o činnosti a hospodaření FZÚ za rok 2020, viz zápisy z 94. a 95. zasedání.
- Rada vyhlásila výběrové řízení v na obsazení funkce ředitele/ředitelky FZÚ a projednala přípravu tohoto výběrového řízení, viz zápis z 97. zasedání.

- Rada se zabývala výsledky proběhlého hodnocení FZÚ v rámci hodnocení výzkumné a odborné činnosti pracovišť AV ČR a závěry hodnotitelských komisí, viz zápisy z 94. a 95. zasedání.
- Rada se seznámila s návrhem dohody mezi FZÚ a konsorciem ELI ERIC, které bylo v roce 2021 ustaveno a začalo fungovat. Dohoda stanovuje právní podmínky, za nichž konsorcium ELI ERIC a hostitelské instituce ELI spolupracují během přechodného provozního období před tím, než konsorcium ELI ERIC bude zařízení ELI přímo provozovat, viz zápis z 95. zasedání.
- Rada projednala změny organizační struktury FZÚ spočívající v rozhodnutí o přiřazení oddělení k sekci, vytvoření nového oddělení a zrušení oddělení existujícího. V souvislosti s tím Rada schválila změnu vnitřního předpisu FZÚ – Organizačního řádu, viz zápisy z 92., 93., 94., 95. a 96. zasedání.
- Rada projednala a schválila změny dalších vnitřních předpisů FZÚ – Pravidel pro hospodaření se sociálním fondem, Volebního řádu pro volbu členů Rady FZÚ a Vnitřního mzdového předpisu FZÚ, viz zápisy z 93., 96 a 97. zasedání.
- Rada projednala návrhy na jmenování tří pracovníků FZÚ emeritním vědeckým pracovníkem AV ČR a vyslovila souhlas s podáním návrhů Akademické radě AV ČR, viz zápisy z 95., 96 a 97. zasedání.
- Rada projednala a schválila návrh na přiznání statutu emeritního pracovníka FZÚ, viz zápis z 94. zasedání.
- Rada projednala návrhy na udělení čestné oborové medaile Ernsta Macha za zásluhy ve fyzikálních vědách třem pracovníkům FZÚ a doporučila jejich podání, viz zápis z 92. zasedání.
- Rada projednala návrhy na udělení Prémie Otto Wichterleho a vyslovila souhlas s jejich podáním, viz zápis z 92. zasedání.
- Rada projednala návrh na udělení Ceny Neuron za zásadní přínos světové vědě a vyslovila souhlas s jeho podáním, viz zápis z 92. zasedání.

- Rada projednala návrh na udělení Ceny Neuron pro mladé nadějně vědce a vyslovila souhlas s jeho podáním, viz zápis z 92. zasedání.
- Rada projednala návrhy na udělení prémie Lumina quaeruntur a vyslovila souhlas s jejich podáním, viz zápis z 92. zasedání.
- Rada projednala a podpořila podání návrhů na mzdovou podporu postdoktorandů na pracovištích AV ČR v rámci v Programu na podporu perspektivních lidských zdrojů, viz zápisy z 93. a 95. zasedání.
- Poté, co proběhla formou seminářů veřejná prezentace a obhajoba návrhů na nákup nákladných přístrojů a následně je projednala porada ředitele, projednala Rada jednotlivé návrhy a doporučila řediteli jejich pořadí k podání, viz zápis z 94. zasedání.

- Rada projednala návrhy projektů FZÚ přihlášené do veřejné soutěže GAČR a projektů podobného charakteru (v rámci programů TA ČR, evropských projektů a dalších), viz zápis z 93. zasedání.
- Rada projednala 22 návrhů dohod o spolupráci mezi FZÚ a dalšími institucemi nebo dokumentů podobného charakteru, viz zápisy z 92., 93., 94., 95., 96. a 97. zasedání.

Změny ve složení orgánů

V roce 2021 nedošlo ve složení rady pracoviště ke změnám.

7.2.2 Zasedání Dozorčí rady FZÚ

Během roku 2021 byla svolána dvě zasedání Dozorčí rady FZÚ (dále Dozorčí rada), a to 8. 6. a 7. 12.

Agenda Dozorčí rady v roce 2021:

Položka agendy	Téma jednání, způsob projednání, výsledek	Termín
1	Návrh kupní smlouvy, která má být uzavřena na základě zadávacího řízení s názvem „Cooling System based on Brayton cycle TP20_121“ na dodávku vybavení do laserové laboratoře. Projednáno per rollam – udělen předchozí souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2	29. 1. 2021
2	Návrh kupní smlouvy, která má být uzavřena na základě zadávacího řízení s názvem „LBDS – varianta 2021“ na dodávku vybavení do laserové laboratoře. Projednáno per rollam – udělen předchozí souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2	29. 1. 2021
3	Uzavření implementační a servisní smlouvy, jejímž předmětem je dodání, provozní podpora a rozvoj Ekonomického informačního systému (EIS) Projednáno per rollam – udělen předchozí souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2	3. 3. 2021
4	Návrhu rozpočtu provozních nákladů a výnosů FZÚ pro rok 2021 Projednáno per rollam – udělen předchozí souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. g), bod 7	16. 4. 2021
5	Smlouvy o nájmu v bytovém domě v Praze 9 – Střížkov, Bohušovická 14/229. Projednáno per rollam – udělen předchozí souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 7	29. 4. 2021
6	Záměr pořízení nákladného přístroje – Faradayova rotátoru s velkou aperturou pro repetiční PW laser a aplikace Projednáno per rollam – udělen předchozí souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2	24. 5. 2021
7	Smlouva o zřízení věcných břemen k pozemku č. 81/9, k. ú. Dolní Břežany (ELI Beamlines) Projednáno per rollam – udělen předchozí souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 3	24. 5. 2021



Položka agendy	Téma jednání, způsob projednání, výsledek	Termín
8	Smlouva pro pořízení systému „Closed Loop Deformable Mirrors“ pro centrum ELI Beamlines Projednáno per rollam – udělen předchozí souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2	24. 5. 2021
9	Kupní smlouva o dodávce optických prvků (zrcadel) pro distribuční systém laseru L4 (ELI Beamlines) Projednáno per rollam – udělen předchozí souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2	24. 5. 2021
10	29. zasedání Dozorčí rady	8. 6. 2021
11	Hodnocení manažerských schopností ředitele ústavu Projednáno na 29. zasedání: vynikající – dle stupnice hodnocení 3	8. 6. 2021
12	Posouzení Výroční zprávy FZÚ za rok 2020 Projednáno na 29. zasedání: Dozorčí rada kladně hodnotila zejména vysokou úroveň zpracování, přehlednost, komplexnost i značný rozsah	8. 6. 2021.
13	Schválení auditora řádné účetní závěrky FZÚ pro roky 2021 a 2022. Projednáno na 29. zasedání: Jako auditora Dozorčí rada schválila společnost VGD AUDIT, s. r. o.	
14	Souhrnná roční zpráva o výsledcích veřejnosprávních kontrol, vykonaných ve FZÚ v roce 2020. Projednáno na 29. zasedání: Výsledky kontrol hodnotila Dozorčí rada velmi pozitivně.	8. 6. 2021
15	Uzavření smlouvy, jejímž předmětem je zřízení práva stavby a koupě pozemků v katastru obce Dolní Břežany v souvislosti se získáním projektu a s realizací stavby inovačního centra „Brain 4 Industry“ Projednáno na 29. zasedání: udělen předchozí souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 1	8. 6. 2021
16	a) Souhlas s umístěním sídla ELI ERIC b) Smlouva o užívání prostor v ELI Beamlines konsorciem ELI ELERIC („Agreement on the use of ELI Beamlines konsorciem ELI ELERIC“) Projednáno na 29. zasedání: udělen předchozí souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. h)	8. 6. 2021
17	Dohoda o narovnání ke smlouvě na zřízení práva stavby a koupě pozemku v katastru obce Dolní Břežany Projednáno per rollam – udělen předchozí souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 1	26. 7. 2021
18	Uzavření smlouvy, jejímž předmětem je poskytnutí licence k softwaru PETS Standard a PETS Enhanced, k němuž Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i. bude vykonávat majetková práva autorů Projednáno per rollam: udělen předchozí souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 1	7. 9. 2021
19	Smlouva o zřízení věcného břemene k pozemkům č. 553, č. 81/10 a č. 594/1, k. ú. Dolní Břežany (služebnost energetického vedení – plyn) Projednáno per rollam: udělen předchozí souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 3	29. 9. 2021
20	Smlouva o zřízení věcného břemene k pozemkům č. 81/1 a č. 81/9, k. ú. Dolní Břežany (přeložka kNN-BALPACK), Projednáno per rollam: udělen předchozí souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 3	29. 9. 2021
21	Dohoda o narovnání – Bogle Architects Projednáno per rollam: udělen předchozí souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. a)	8. 10. 2021
22	Uzavření smlouvy, jejímž předmětem je zřízení práva stavby a koupě pozemků a stavby v katastru obce Dolní Břežany Projednáno per rollam: udělen předchozí souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 1	15. 10. 2021



Položka agendy	Téma jednání, způsob projednání, výsledek	Termín
23	Smlouva o nájmu bytové jednotky č. 2440/18 v budově č. p. 2440, Praha- Libeň Projednáno per rollam: udělen předchozí souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 7	24. 10. 2021
24	Smlouva o pořízení laserových kompresorů L2 a L4 Projednáno per rollam: udělen předchozí souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2	5. 11. 2021
25	Smlouva o pořízení vakuové infrastruktury pro systém distribuce svazku L4 10PW Projednáno per rollam: udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2	5. 11. 2021
26	Smlouva o strategickém partnerství: „L3-HAPLS Performance Ramping“ s Livermore National Laboratory Projednáno per rollam: udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 2	5. 11. 2021
27	Dodatky k nájemním smlouvám v dočasných TESKO stavbách A, B, C, a D Projednáno per rollam: udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 7	26. 11. 2021
28	Dodatky k nájemním smlouvám na byty v bytovém domě v Praze-Střížkov Projednáno per rollam: udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. b), bod 7	26. 11. 2021
29	30. zasedání Dozorčí rady	7. 12. 2021
30	Agreement on the financing of the costs of the operation of ELI Beamlines Facility for 2021 Projednáno per rollam: udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. h	20. 12. 2021
31	Agreement on the operation of the ELI Beamlines Facility for 2021 Projednáno per rollam: udělen předchozí písemný souhlas dle zákona č. 341/2005 Sb., §19, odst. (1), písm. h	20. 12. 2021

Účast jednotlivých členů na agendě Dozorčí rady:

	29. zasedání	30. zasedání	jednání per rollam
doc. Ing. Luboš Náhlík, PhD.	ano	ano	26
Ing. Ivan Gregora, CSc.	ano	ano	26
prof. Ing. Tomáš Čechák, CSc.	ano	ano	25
prof. RNDr. Ladislav Skrbek, DrSc.	ano	ano	26
Ing. Jiří Plešek, CSc.	ano	ano	26
RNDr. Vladimír Wagner, CSc.	ano	ano	26

(připravil: Ivan Gregora)

7.3 Informace o změnách zřizovací listiny



V roce 2021 nedošlo ke změně zřizovací listiny.





8.

Publikační činnost a technologický transfer

Statistické údaje o publikační činnosti FZÚ

Publikační činnost FZÚ v roce 2021 – ASEP

	celkem	celkem v %
všechny vědecké výsledky*	846	
všechny vědecké výsledky bez abstraktů	829	100
článek v odborném periodiku (J)	733	88
článek v odborném periodiku (J) – GOLD OPEN ACCESS	359	49
článek v odborném periodiku (J) – GREEN OPEN ACCESS (tzn. počet do ASEP u vložených autorských postprintů, které budou zpřístupněny po uplynutí embarga)	10	1
kapitoly v knihách (M)	13	1,6
knihy, monografie (B)	2	0,2
patenty (P)	7	0,8
užitné a průmyslové vzory (P1)	6	0,7
prototyp, funkční vzorek (L)	13	1,6
poloprovoz, ověřená technologie (Z)	3	0,4

* J: článek v odborném periodiku, C: konferenční příspěvek, A: abstrakt, L: prototyp, funkční vzorek, M: část monografie knihy, P: patentový dokument, P1: užitný vzor, průmyslový vzor, Z: poloprovoz, ověřená technologie, odrůda/plemeno, B: monografie kniha jako celek, U: uspořádání akce, G: konferenční sborník

8.1 Publikace v časopisech



8.3.1	Akustika	202
8.3.2	Analytická chemie	202
8.3.3	Anorganická chemie, jaderná a kvantová chemie	202
8.3.4	Astronomie a nebeská mechanika, astrofyzika	202
8.3.5	Automatizace a kontrolní systémy	203
8.3.6	Biochemické výzkumné metody	204
8.3.7	Biochemie a molekulární biologie	204
8.3.8	Biofyzika	204
8.3.9	Biotechnologie	205
8.3.10	Elektrochemie	205
8.3.11	Elementární částice a fyzika vysokých energií	206
8.3.12	Fyzika pevných látek a magnetismus	218
8.3.13	Fyzikální chemie a teoretická chemie	241
8.3.14	Jaderná, atomová a molekulová fyzika, urychlovače	242
8.3.15	Kompozitní materiály	246
8.3.16	Koroze a povrchové úpravy materiálu	246
8.3.17	Makromolekulární chemie	246
8.3.18	Mechanika tekutin, fyzika plazmatu a výboje v plynech	247
8.3.19	Mikrobiologie	254
8.3.20	Mineralogie	254
8.3.21	Morfologické obory a cytologie	255
8.3.22	Nano-materiály	255
8.3.23	Nano-technologie	256
8.3.24	Obecná matematika	256
8.3.25	Optika, masery a lasery	256
8.3.26	Organická chemie	260
8.3.27	Průmyslové procesy a zpracování	260
8.3.28	Stomatologie	262
8.3.29	Strojní zařízení a nástroje	262
8.3.30	Teoretická fyzika	262
8.3.31	Teorie informací	264
8.3.32	Využití počítačů, robotika a její aplikace	264

8.3.1 Akustika

1. TARASENKO; Alexander; ČTVRTLÍK; Radim; KUDEĚKA; R. Theoretical and experimental revision of surface acoustic waves on the (100) plane of silicon. *Scientific Reports*. 2021; 11(1); 2845.
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-82211-6>

8.3.2 Analytická chemie

1. MAHUN; Andrii; ABBRENT; Sabina; CZERNEK; Jiří; ROHLÍČEK; Jan; MACKOVÁ; Hana; NING; W.; KONEFAL; Rafal; BRUS; Jiří; KOBERA; Libor. Reconstructing reliable powder patterns from spikelets (Q)CPMG NMR spectra: simplification of UWNMR crystallography analysis. *Molecules*. 2021; 26(19); 1–15; 6051.
<https://doi.org/10.3390/molecules26196051>

8.3.3 Anorganická chemie, jaderná a kvantová chemie

1. ANDRELLO; C.; GOUDER; T.; FAVERGEON; L.; DESGRANGES; L.; TERESHINA-CHITROVA; Evgenia; HAVELA; L.; KONINGS; R.J.M.; ELOIRDI; R. In-situ high resolution photoelectron spectroscopy study on interaction of sodium with UO_{2+x} film ($0 \leq x \leq 1$). *Journal of Nuclear Materials*. 2021; 545(Mar.); 152646.
<https://doi.org/10.1016/j.jnucmat.2020.152646>
2. BAKARDJIEVA; Snejana; MAMOŇ; Filip; PINC; Z.; FAJGAR; Radek; JAKUBEC; Ivo; MURAFÁ; Nataliya; KOČÍ; Eva; BROVDYOVÁ; T.; LANČOK; Adriana; MICHNA; S.; NIKOLOVA; R. Surface properties of IDTiO_2 microrods modified with copper (Cu) and nanocavities. *Nanomaterials*. 2021; 11(2); 324.
<https://doi.org/10.3390/nano11020324>
3. EL JAMAL; G.; GOUDER; T.; ELOIRDI; R.; TERESHINA-CHITROVA; Evgenia; HORÁK; L.; JONSSON; M. Mixed $\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2$ plasma-induced redox reactions of thin uranium oxide films under UHV conditions. *Dalton Transactions*. 2021; 50(36); 12583–12591.
<https://doi.org/10.1039/d1dt01020d>
4. STEHLÍKOVÁ; G.; GYEPES; R.; BYSTRICKÝ; R.; ŠKRÁTEK; M.; VANĚK; Přemysl; TATIERSKÝ; J. Thermal properties of the hybrid compound $[\text{Cu}(\text{en})_2(\text{VO}_3)_2] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ -phase analysis upon heating and cooling. Crystal structure characterization of its two polymorphic modifications. *Journal of Molecular Structure*. 2021; 1230(Apr); 129930.
<https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.129930>

5. ŠOLCOVÁ; P.; NIŽŇANSKÝ; Matěj; SCHULZ; J.; BRÁZDA; Petr; ECORCHARD; Petra; VILÉMOVÁ; Monika; TYRPEKL; V. Preparation of High-Entropy (Ti; Zr; Hf; Ta; Nb) Carbide Powder via Solution Chemistry. *Inorganic Chemistry*. 2021; 60(11); 7617–7621.
<https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.1c00776>
6. TOK; Oleg L.; BOULD; Jonathan; DUŠEK; Michal; CVAČKA; Josef. One-Pot Synthesis of 2;5-Dihydrosiloles and Their Silole-Annulated Analogs Starting from Alkynylsilanes with a Terminal Alkynyl Group. *Journal of Organic Chemistry*. 2021; 86(5); 3871–3881.
<https://doi.org/10.1021/acs.joc.0c02711>

8.3.4 Astronomie a nebeská mechanika, astrofyzika

1. ADAMOVÁ; Dagmar; MIKULA; Alexandr; ADAM; M.; CHUDOBA; Jiří; VOKÁČ; P.; UHLÍŘOVÁ; Jana. The contribution of the WLCG Tier-2 site in Prague to the global WLCG operations. In: *Proceedings of Science. The Ninth Annual Conference on Large Hadron Collider Physics*. Vol. 397. Trieste: Sissa Medialab srl; 2021; s. 1–5; č. článku 233.
<https://doi.org/10.22323/1.397.0233>
2. AGAYEVA; S.; ALISHOV; S.; ANTIER; S.; KARPOV; Sergey; MAŠEK; Martin; PROUZA; Michael. Grandma: A network to coordinate them all. In: CASTRO-TIRADO; A.J.; PANDEY; M.D.; CABALLERO-GARCIA; M.D.; eds. *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica – Serie de Conferencias*. Mexico DF: Universidad Nacional Autónoma de México; 2021; s. 198–205.
<https://doi.org/10.22201/ia.14052059p.2021.53.39>
3. CIVIŠ; Svatopluk; ŽDÁRSKÁ; Jana. Nalezne Perseverance původce metanu na Marsu? *Československý časopis pro fyziku*. 2021; 71(2); 160–168.
4. GOTTLIEB; O.; GLOBUS; Noémie. The Role of Jet–Cocoon Mixing; Magnetization; and Shock Breakout in Neutrino and Cosmic-Ray Emission from Short Gamma-Ray Bursts. *Astrophysical Journal Letters*. 2021; 915(Jul); L4.
<https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac05c5>
5. GUPTA; R. C.; OATES; S.R.; CASTRO-TIRADO; A.J.; JELÍNEK; Martin; KUBÁNEK; Petr. GRB 140102A: insight into prompt spectral evolution and early optical afterglow emission. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 2021; 505(3); 4086–4105.
<https://doi.org/10.1093/mnras/stab1573>



6. FUJII; T.; MALACARI; M.; FARMER; J.; CHYTKA; Ladislav; HAMAL; Petr; MANDÁT; Dušan; MICHAL; Stanislav; NOŽKA; Libor; PALATKA; Miroslav; PECH; Miroslav; SCHOVÁNEK; Petr; TRÁVNÍČEK; Petr. Observing ultra-high energy cosmic rays with prototypes of Fluorescence detector Array of Single-pixel Telescopes (FAST) in both hemispheres. In: Proceedings of Science. 36th International Cosmic Ray Conference. Vol. 358. Trieste: Sissa Medilab srl; 2021; s. 1–8; č. článku 259.
<https://doi.org/10.22323/1.358.0259>
7. JOFRÉ; E.; PETRUCCI; R.; CHEW; Y.; RAMIREZ; I.; SAFFE; C.; MARTIOLI; E.; BUCCINO; A.; MAŠEK; Martin; GARCIA; L.; CANUL; E.; GOMEZ; M. The peculiar chemical pattern of the WASP-160 binary system: signatures of planetary formation and evolution? *Astronomical Journal*. 2021; 162(6); 291.
<https://doi.org/10.3847/1538-3881/ac25ef>
8. KÁRA; J.; ZHARIKOV; S.V.; WOLF; M.; KUČÁKOVÁ; Hana; CAGAŠ; P.; MEDINA RODRIGUEZ; A. L.; MAŠEK; Martin. The period-gap cataclysmic variable CzeV404 Her: A link between SW Sex and SU UMa systems. *Astronomy & Astrophysics*. 2021; 652(August); A49.
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202140958>
9. KOSTOV; B.V.; POWELL; B. P.; TORRES; G.; MAŠEK; Martin. TIC 454140642: A Compact; coplanar; quadruple-lined quadruple star system consisting of two eclipsing binaries. *Astrophysical Journal*. 2021; 917(2); 93.
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac04ad>
10. LEHKÝ; M.; HOŇKOVÁ; K.; ŠMELCER; L.; MAŠEK; Martin. B.R.N.O. Contributions #41 – Times of Minima. *Open European Journal on Variable stars*. 2021; 211(Jan); 1–137.
<https://doi.org/10.5817/OEJV2021-0211>
11. OLINTO; A.V.; KRIZMANIC; J.; ADAMS; J.H.; MANDÁT; Dušan; PECH; Miroslav; SCHOVÁNEK; Petr. The POEMMA (Probe of Extreme Multi-Messenger Astrophysics) observatory. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*. 2021; 2021(6); 007.
<https://doi.org/10.1088/1475-7516/2021/06/007>
12. POWELL; B. P.; KOSTOV; V. B.; RAPPAPORT; S. A.; MAŠEK; Martin. TIC 168789840: a sextuply eclipsing sextuple star system. *Astronomical Journal*. 2021; 161(4); 162.
<https://doi.org/10.3847/1538-3881/abddb5>
13. SHAFTER; A.W.; HORNOCH; Kamil; BENÁČEK; J.; GALÁD; A.; JANÍK; J.; JURYŠEK; Jakub; KOTKOVÁ; Lenka; KURFÜRST; P.; KUČÁKOVÁ; Hana; KUŠNIRÁK; Peter; LIŠKA; J.; PAUNZEN; E.; SKARKA; Marek; ŠKODA; Petr; WOLF; M.; ZASCHE; P.; ZEJDA; M. A Survey of Novae in M83. *Astrophysical Journal*. 2021; 923(2); 239.
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac2c79>
14. SCHÜTTE-ENGEL; J.; MARSH; D.J.E.; MILLAR; A.J.; SEKINE; A.; CHADHA-DAY; F.; HOOFF; S.; ALI; M.N.; FONG; K.C.; HARDY; E.; ŠMEJKAL; Libor. Axion quasiparticles for axion dark matter detection. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*. 2021; 8(Aug.); 066.
<https://doi.org/10.1088/1475-7516/2021/08/066>
15. ZASCHE; P.; HENZL; Z.; MAŠEK; Martin. Hunt for extremely eccentric eclipsing binaries. *Astronomy & Astrophysics*. 2021; 652(Aug); A81.
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202141052>
16. ZHAI; Shuhua; TIKHONCHUK; Vladimir; YI; L.; ARAUDO; Anabella Teresa; WEBER; Stefan A. Weibel instability mediated laser hole boring and ion acceleration in an electrostatic shock. *Plasma Physics and Controlled Fusion*. 2021; 63(08); 085013.
<https://doi.org/10.1088/1361-6587/ac08f6>

8.3.5 Automatizace a kontrolní systémy

1. SVATOŠ; Michal. Providing the computing and data to the physicists: Overview of the ATLAS distributed computing system. In: PoS – Proceedings of Science. 40th International Conference on High Energy Physics. Vol. 390. Trieste: Sissa Medilab srl; 2021; č. článku 926.
<https://doi.org/10.22323/1.390.0926>
2. SVATOŠ; Michal; CHUDOBA; Jiří; VOKÁČ; P. Updates on usage of the Czech national HPC center. In: BISCARAT; C.; CAMPANA; S.; HEGNER; B.; ROISER; S.; ROVELLI; C.I.; STEWART; G.A.; eds. EPJ Web of Conferences. Vol. 251. Les Ulis: EDP Sciences; 2021; č. článku 02008.
<https://doi.org/10.1051/epjconf/202125102008>

8.3.6 Biochemické výzkumné metody

1. FORINOVÁ; Michala; PILIPENCO; Alina; VÍŠOVÁ; Ivana; LYNN; Nicholas Scott; DOSTÁLEK; Jakub; MAŠKOVÁ; H.; HÖNIG; Václav; PALUS; Martin; SELINGER; Martin; KOČOVÁ; P.; DYČKA; F.; STĚRBA; J.; HOUSKA; Milan; VRABCOVÁ; Markéta; HORÁK; Petr; ANTHI; Judita; TUNG; C.P.; YU; C.M.; CHEN; C.Y.; HUANG; Y.C.; TSAI; P.H.; LIN; S.Y.; HSU; H.J.; YANG; A.S.; DEJNEKA; Alexandr; VAISOCHEROVÁ-LÍŠALOVÁ; Hana. Functionalized terpolymer-brush-based biointerface with improved antifouling properties for ultra-sensitive direct detection of virus in crude clinical samples. *ACS Applied Materials and Interfaces*. 2021; 13(50); 60612–60624. <https://doi.org/10.1021/acsami.1c16930>
2. HAGENEDER; S.; JUNGBLUTH; V.; SOLDÓ; R.; PETRI; C.; PERTILLER; M.; KREIVI; M.; WEINHAEUSEL; A.; JONAS; U.; DOSTÁLEK; Jakub. Responsive hydrogel binding matrix for dual signal amplification in fluorescence affinity biosensors and peptide microarrays. *ACS Applied Materials and Interfaces*. 2021; 13(23); 27645–27655. <https://doi.org/10.1021/acsami.1c05950>
3. KOTLAREK; D.; LIU; K.; QUILIS; N.G.; BERNHAGEN; D.; TIMMERMAN; P.; KOUWER; P.; DOSTÁLEK; Jakub. Thin-film polyisocyanide-based hydrogels for affinity biosensors. *Journal of Physical Chemistry C*. 2021; 125(23); 12960–12967. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.1c02489>
4. LECHNER; B.; HAGENEDER; S.; SCHMIDT; K.; KREUZER; M.; CONZEMIUS; R.; REIMHULT; E.; BARISI; I.; DOSTÁLEK; Jakub. In Situ monitoring of rolling circle amplification on a solid support by surface plasmon resonance and optical waveguide spectroscopy. *ACS Applied Materials and Interfaces*. 2021; 13(27); 32352–32362. <https://doi.org/10.1021/acsami.1c03715>

8.3.7 Biochemie a molekulární biologie

1. FERNANDEZ-CHECA; J.C.; BAGNANINCHI; P.; YE; H.; SANCHO-BRU; P.; FALCON-PEREZ; J.M.; ROYO; F.; GARCIA-RUIZ; C.; KONU; O.; MIRANDA; J.; LUNOV; Oleg; DEJNEKA; Alexandr; ELFICK; A.; MCDONALD; A.; SULLIVAN; G.J.; AITHAL; G.P.; LUCENA; M.I.; ANDRADE; R.J.; FROMENTY; B.; KRANENDONK; M.; CUBERO; F.J.; NELSON; L.J. Advanced preclinical models for evaluation

of drug-induced liver injury – consensus statement by the European drug-induced liver injury network [PRO-EURO-DILI-NET]. *Journal of Hepatology*. 2021; 75(4); 935–959.

<https://doi.org/10.1016/j.jhep.2021.06.021>

2. POMEISLOVÁ; Alice; OTMAR; Miroslav; RUBEŠOVÁ; Petra; BENÝŠEK; Jakub; MATOUŠOVÁ; Marika; MERTLÍKOVÁ-KAISEROVÁ; Helena; POHL; Radek; POŠTOVÁ SLAVĚTÍNSKÁ; Lenka; POMEISL; Karel; KREČMEROVÁ; Marcela. 1,2,4-Thiadiazole acyclic nucleoside phosphonates as inhibitors of cysteine dependent enzymes cathepsin K and GSK-3 β . *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. 2021; 32(Feb 15); 115998. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2021.115998>
3. TEPLÁ; O.; TOPURKO; Z.; MAŠATA; J.; JIRSOVÁ; S.; FROLÍKOVÁ; Michaela; KOMRSKOVÁ; Kateřina; MINKSOVÁ; A.; TURÁNEK; J.; LYNNYKOVÁ; Anna; KRATOCHVÍLOVÁ; Irena. Important parameters affecting quality of vitrified donor oocytes. *Cryobiology*. 2021; 100(JUN 2021); 110–116. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2021.03.001>
4. XIA; N.; TENZER; S.; LUNOV; Oleg; KARL; M.; SIMMET; T.; DAIBER; A.; MÜNZEL; T.; REIFENBERG; G.; FÖRSTERMANN; U.; LI; H. Regulation of NADPH oxidase-mediated superoxide production by acetylation and deacetylation. *Frontiers in Physiology*. 2021; 12(Aug.); 693702. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.693702>

8.3.8 Biofyzika

1. HONTANI; Y.; BALOBAN; M.; VELAZQUEZ ESCOBAR; F.; JANSEN; S. A.; SHCHERBAKOVA; D. M.; WEISSENBOHN; J.; KLOZ; Miroslav; MROGINSKI; M. A.; VERKHUSHA; V. V.; KENNIS; J.T.M. Real-time observation of tetrapyrrole binding to an engineered bacterial phytochrome. *Communications Chemistry*. 2021; 4(1); 3. <https://doi.org/10.1038/s42004-020-00437-3>
2. KREČMAROVÁ; M.; GULKA; Michal; VANDENRYT; T.; HRUBÝ; J.; FEKETE; Ladislav; HUBÍK; Pavel; TAYLOR; Andrew; MORTET; Vincent; THOELEN; R.; BOURGEOIS; E.; NESLÁDEK; M. A Label-Free Diamond Microfluidic DNA Sensor Based on Active Nitrogen-Vacancy Center Charge State Control. *ACS Applied Materials and Interfaces*. 2021; 13(16); 18500–18510. <https://doi.org/10.1021/acsami.1c01118>



3. MAREŠ; Jiří J.; ŠPIČKA; Václav; HUBÍK; Pavel. Possible role of extracellular tissue in biological neural networks. *European Physical Journal-Special Topics*. 2021; 230(4); 1089–1098.
<https://doi.org/10.1140/epjs/s11734-021-00102-3>
4. OBOŘILOVÁ; R.; ŠIMEČKOVÁ; H.; PASTUCHA; M.; KLIMOVIČ; Š.; VÍŠOVÁ; Ivana; PŘIBYL; J.; VAISOCHEROVÁ-LÍSALOVÁ; Hana; PANTŮČEK; R.; SKLÁDAL; P.; MAŠLAŇOVÁ; I.; FARKA; Z. Atomic force microscopy and surface plasmon resonance for real-time single-cell monitoring of bacteriophage-mediated lysis of bacteria. *Nanoscale*. 2021; 13(31); 13538–13549.
<https://doi.org/10.1039/d1nr02921e>
5. PSHENICHNIKOV; S.; OMELYANCHIK; A.; EFREMOVA; M.; LUNOVA; Mariia; GAZATOVA; N.; MALASHCHENKO; V.; KHAZIACHMATOVA; O.; LITVINOVA; L.; PEROV; N.; PANINA; L.; PEDDIS; D.; LUNOV; Oleg; RODIONOVA; V.; LEVADA; K. Control of oxidative stress in Jurkat cells as a model of leukemia treatment. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. 2021; 523(April); 167623.
<https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2020.167623>
6. RUTHERFORD; D.; JÍRA; J.; KOLÁŘOVÁ; Kateřina; MATOLÍNOVÁ; I.; MIČOVÁ; J.; REMEŠ; Zdeněk; REZEK; B. Growth inhibition of gram-positive and gram-negative bacteria by zinc oxide hedgehog particles. *International Journal of Nanomedicine*. 2021; 16(May); 3541–3554.
<https://doi.org/10.2147/IJN.S300428>
7. RUTHERFORD; D.; JÍRA; J.; KOLÁŘOVÁ; Kateřina; REMEŠ; Zdeněk; REZEK; B. Bactericidal effect of zinc oxide nanoparticles on Gram-positive and Gram-negative strains in reverse spin bioreactor. In: KOZISEK; Z.; BEHULOVA; Z.; POTUCEK; Z.; eds. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 1050. Bristol: IOP Publishing Ltd; 2021; č. článku 012013.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/1050/1/012013>
8. SMOLKOVÁ; Barbora; MACCULLOCH; T.; ROCKWOOD; T.F.; LIU; M.; HENRY; S.J.W.; FRTŮS; Adam; UZHYTECHAK; Mariia; LUNOVA; Mariia; HOF; Martin; JURKIEWICZ; Piotr; DEJNEKA; Alexandr; STEPHANOPOULOS; N.; LUNOV; Oleg. Protein corona inhibits endosomal escape of functionalized DNA nanostructures in living cells. *ACS Applied Materials and Interfaces*. 2021; 13(39); 46375–46390.
<https://doi.org/10.1021/acsami.1c14401>
9. ŠVADLÁKOVÁ; T.; KOLÁČKOVÁ; M.; VAŇKOVÁ; R.; KARAKALE; R.; MÁLKOVÁ; A.; KULICH; P.; HUBATKA; F.; TURANEK-KNOTIGOVÁ; P.; KRATOCHVÍLOVÁ; Irena; RAŠKA; M.; KREJSEK; J.; TURÁNEK; Jaroslav. Carbon-based nanomaterials increase reactivity of primary monocytes towards various bacteria and modulate their differentiation into macrophages. *Nanomaterials*. 2021; 11(10); 2510.
<https://doi.org/10.3390/nano11102510>
10. ZEMEK; Josef; JIŘÍČEK; Petr; HOUDKOVÁ; Jana; LEDINSKÝ; Martin; JELÍNEK; Miroslav; KOCOUREK; Tomáš. On the origin of reduced cytotoxicity of germanium-doped diamond-like carbon: Role of top surface composition and bonding. *Nanomaterials*. 2021; 11(3); 567.
<https://doi.org/10.3390/nano11030567>

8.3.9 Biotechnologie

1. STEINEROVÁ; Marie; MATĚJKA; Roman; ŠTĚPANOVSKÁ; Jana; FILOVÁ; Elena; STAŇKOVÁ; Ľubica; RYSOVÁ; M.; MARTINOVÁ; L.; DRAGOUNOVÁ; Helena; DOMONKOS; Mária; ARTEMENKO; Anna; BABCHENKO; Oleg; OTÁHAL; M.; BAČÁKOVÁ; Lucie; KROMKA; Alexander. Human osteoblast-like SAOS-2 cells on submicron-scale fibers coated with nanocrystalline diamond films. *Materials Science & Engineering C-Materials for Biological Applications*. 2021; 121(Feb); 111792.
<https://doi.org/10.1016/j.msec.2020.111792>
2. VANDROVCOVÁ; Marta; TOLDE; Z.; VANĚK; Přemysl; NEHASIL; V.; DOUBKOVÁ; Martina; TRÁVNÍČKOVÁ; Martina; DRAHOKOUPIL; Jan; BUIXADERAS; Elena; BORODAVKA; Fedir; NOVÁKOVÁ; J.; BAČÁKOVÁ; Lucie. Beta-Titanium Alloy Covered by Ferroelectric Coating-Physicochemical Properties and Human Osteoblast-Like Cell Response. *Coatings*. 2021; 11(2); 210.
<https://doi.org/10.3390/coatings11020210>

8.3.10 Elektrochemie

1. BALUCHOVÁ; Simona; BRYCHT; M.; TAYLOR; Andrew; MORTET; Vincent; KRŮŠEK; Jan; DITERT; Ivan; SEDLÁKOVÁ; Silvia; KLIMŠA; Ladislav; KOPEČEK; Jaromír; SCHWARZOVÁ-PECKOVÁ; K. Enhancing electroanalytical performance of porous boron-doped diamond electrodes by increasing thickness for dopamine detection. *Analytica Chimica Acta*. 2021; 1182(Oct); 338949.
<https://doi.org/10.1016/j.aca.2021.338949>

2. TAYLOR; J. O.; PIŽL; Martin; KLOZ; Miroslav; REBARZ; Mateusz; MCCUSKER; C. E.; MCCUSKER; J. K.; ZÁLIŠ; Stanislav; HARTL; F.; VLČEK; Antonín. Optical and infrared spectroelectrochemical studies of CN-substituted bipyridyl complexes of ruthenium(II). *Inorganic Chemistry*. 2021; 60(6); 3514–3523.
<https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.0c03579>

8.3.11 Elementární částice a fyzika vysokých energií

1. AAB; A.; ABREU; P.; AGLIETTA; M.; BAKALOVÁ; Alena; BLAŽEK; Jiří; BOHÁČOVÁ; Martina; CHUDoba; Jiří; EBR; Jan; HAMAL; Petr; JANEČEK; Petr; JURYŠEK; Jakub; MANDÁT; Dušan; PALATKA; Miroslav; PECH; Miroslav; PROUZA; Michael; ŘÍDKÝ; Jan; DOS SANTOS; Eva M. Martins; SCHOVÁNEK; Petr; TOBIŠKA; Petr; TRÁVNÍČEK; Petr; VÍCHA; Jakub; YUSHKOV; Alexey. Deep-learning based reconstruction of the shower maximum $X_{\max}$ using the water-Cherenkov detectors of the Pierre Auger Observatory. *Journal of Instrumentation*. 2021; 16(7); P07019.
<https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/07/P07019>
2. AAB; A.; ABREU; P.; AGLIETTA; M.; BAKALOVÁ; Alena; BLAŽEK; Jiří; BOHÁČOVÁ; Martina; CHUDoba; Jiří; EBR; Jan; HAMAL; Petr; JANEČEK; Petr; JURYŠEK; Jakub; MANDÁT; Dušan; PALATKA; Miroslav; PECH; Miroslav; PROUZA; Michael; ŘÍDKÝ; Jan; DOS SANTOS; Eva M. Martins; SCHOVÁNEK; Petr; TOBIŠKA; Petr; TRÁVNÍČEK; Petr; VÍCHA; Jakub; YUSHKOV; Alexey. Extraction of the muon signals recorded with the surface detector of the Pierre Auger Observatory using recurrent neural networks. *Journal of Instrumentation*. 2021; 16(7); P07016.
<https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/07/P07016>
3. AAB; A.; ABREU; A.; AGLIETTA; M.; BAKALOVÁ; Alena; BLAŽEK; Jiří; BOHÁČOVÁ; Martina; CHUDoba; Jiří; EBR; Jan; HAMAL; Petr; JANEČEK; Petr; JURYŠEK; Jakub; MANDÁT; Dušan; PALATKA; Miroslav; PECH; Miroslav; PROUZA; Michael; ŘÍDKÝ; Jan; DOS SANTOS; Eva M. Martins; SCHOVÁNEK; Petr; TOBIŠKA; Petr; TRÁVNÍČEK; Petr; VÍCHA; Jakub; YUSHKOV; Alexey. Design and implementation of the AMIGA embedded system or data acquisition. *Journal of Instrumentation*. 2021; 16(7); T07008.
<https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/07/T07008>

4. AAB; A.; ABREU; A.; AGLIETTA; M.; BAKALOVÁ; Alena; BLAŽEK; Jiří; BOHÁČOVÁ; Martina; CHUDoba; Jiří; EBR; Jan; HAMAL; Petr; JANEČEK; Petr; JURYŠEK; Jakub; MANDÁT; Dušan; PALATKA; Miroslav; PECH; Miroslav; PROUZA; Michael; ŘÍDKÝ; Jan; DOS SANTOS; Eva M. Martins; SCHOVÁNEK; Petr; TOBIŠKA; Petr; TRÁVNÍČEK; Petr; VÍCHA; Jakub; YUSHKOV; Alexey; CUNNIFFE; Ronan; ELIÁŠEK; Jiří; JELÍNEK; Martin; KARPOV; Sergey; MAŠEK; Martin. The FRAM robotic telescope for atmospheric monitoring at the Pierre Auger Observatory. *Journal of Instrumentation*. 2021; 16(6); P06027.
<https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/06/P06027>
5. AAB; A.; ABREU; A.; AGLIETTA; M.; BAKALOVÁ; Alena; BLAŽEK; Jiří; BOHÁČOVÁ; Martina; CHUDoba; Jiří; EBR; Jan; HAMAL; Petr; JANEČEK; Petr; JURYŠEK; Jakub; MANDÁT; Dušan; PALATKA; Miroslav; PECH; Miroslav; PROUZA; Michael; ŘÍDKÝ; Jan; DOS SANTOS; Eva M. Martins; SCHOVÁNEK; Petr; TOBIŠKA; Petr; TRÁVNÍČEK; Petr; VÍCHA; Jakub; YUSHKOV; Alexey. Calibration of the underground muon detector of the Pierre Auger Observatory. *Journal of Instrumentation*. 2021; 16(4); P04003.
<https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/04/P04003>
6. AAB; A.; ABREU; A.; AGLIETTA; M.; BAKALOVÁ; Alena; BLAŽEK; Jiří; BOHÁČOVÁ; Martina; CHUDoba; Jiří; EBR; Jan; JURYŠEK; Jakub; MANDÁT; Dušan; PALATKA; Miroslav; PECH; Miroslav; PROUZA; Michael; ŘÍDKÝ; Jan; DOS SANTOS; Eva M. Martins; SCHOVÁNEK; Petr; TOBIŠKA; Petr; TRÁVNÍČEK; Petr; VÍCHA; Jakub; YUSHKOV; Alexey. Design; upgrade and characterization of the silicon photomultiplier front-end for the AMIGA detector at the Pierre Auger Observatory. *Journal of Instrumentation*. 2021; 16(1); P01026.
<https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/01/P01026>
7. AAB; A.; ABREU; P.; AGLIETTA; M.; BAKALOVÁ; Alena; BLAŽEK; Jiří; BOHÁČOVÁ; Martina; CHUDoba; Jiří; EBR; Jan; JURYŠEK; Jakub; MANDÁT; Dušan; PALATKA; Miroslav; PECH; Miroslav; PROUZA; Michael; ŘÍDKÝ; Jan; DOS SANTOS; Eva M. Martins; SCHOVÁNEK; Petr; TOBIŠKA; Petr; TRÁVNÍČEK; Petr; VÍCHA; Jakub; YUSHKOV; Alexey. Measurement of the fluctuations in the number of muons in extensive air showers with the Pierre Auger Observatory. *Physical Review Letters*. 2021; 126(15); 152002.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.152002>



8. AABOUD; M.; AAD; G.; ABBOTT; B.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; JAKOUBEK; Tomáš; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Measurement of the relative $B_c^\pm / B^\pm$ production cross section with the ATLAS detector at $\sqrt{s}=8$ TeV. *Physical Review D*. 2021; 104(1); 012010.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.012010>
9. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. The ATLAS fast TracKer system. *Journal of Instrumentation*. 2021; 16(7); P07006.
<https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/07/P07006>
10. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for squarks and gluinos in final states with one isolated lepton; jets; and missing transverse momentum at $\sqrt{s}=13$ TeV with the ATLAS detector. *European Physical Journal C*. 2021; 81(7); 600.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09344-w>
11. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for chargino–neutralino pair production in final states with three leptons and missing transverse momentum in $\sqrt{s}=13$ TeV pp collisions with the ATLAS detector. *European Physical Journal C*. 2021; 81(12); 1118.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09749-7>
12. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman;
13. MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; ŠÍCHO; Petr; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for new phenomena in pp collisions in final states with tau leptons; b-jets; and missing transverse momentum with the ATLAS detector. *Physical Review D*. 2021; 104(11); 112005.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.112005>
14. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for charginos and neutralinos in final states with two boosted hadronically decaying bosons and missing transverse momentum in pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV with the ATLAS detector. *Physical Review D*. 2021; 104(11); 112010.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.112010>
15. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Exclusive dimuon production in ultraperipheral Pb + Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.02$ TeV with ATLAS. *Physical Review C*. 2021; 104(2); 024906.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevC.104.024906>
16. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman;
17. MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for supersymmetry in events with four or more charged leptons in 139 fb^{-1} of $\sqrt{s}=13$ TeV pp collisions with the ATLAS detector. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(7); 167.
[https://doi.org/10.1007/JHEP07\(2021\)167](https://doi.org/10.1007/JHEP07(2021)167)

18. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Determination of the parton distribution functions of the proton from ATLAS measurements of differential $W^\pm$ and Z boson production in association with jets. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(7); 223.
[https://doi.org/10.1007/JHEP07\(2021\)223](https://doi.org/10.1007/JHEP07(2021)223)
19. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. A search for the decays of stopped long-lived particles at $\sqrt{s}=13$ TeV with the ATLAS detector. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(7); 173.
[https://doi.org/10.1007/JHEP07\(2021\)173](https://doi.org/10.1007/JHEP07(2021)173)
20. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Measurements of sensor radiation damage in the ATLAS inner detector using leakage currents. *Journal of Instrumentation*. 2021; 16(8); P08025.
<https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/08/P08025>
21. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Measurements of the inclusive and differential production cross sections of a top-quark–antiquark pair in association with a Z boson at $\sqrt{s}=13$ TeV with the ATLAS detector. *European Physical Journal C*. 2021; 81(8); 737.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09439-4>
22. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for dark matter produced in association with a single top quark in $\sqrt{s}=13$ TeV pp collisions with the ATLAS detector. *European Physical Journal C*. 2021; 81(10); 860.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09566-y>
23. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Medium-induced modification of Z-tagged charged particle yields in Pb+Pb collisions at 5.02 TeV with the ATLAS detector. *Physical Review Letters*. 2021; 126(7); 072301.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.072301>
24. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for R-parity-violating supersymmetry in a final state containing leptons and many jets with the ATLAS experiment using $\sqrt{s}=13$ TeV proton–proton collision data. *European Physical Journal C*. 2021; 81(11); 1023.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09761-x>
25. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Configuration and performance of the ATLAS b-jet triggers in Run 2. *European Physical Journal C*. 2021; 81(12); 1087.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09775-5>



26. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Muon reconstruction and identification efficiency in ATLAS using the full Run 2 pp collision data set at $\sqrt{s}=13$ TeV. *European Physical Journal C*. 2021; 81(7); 578.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09233-2>
27. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for heavy resonances decaying into a pair of Z bosons in the $\ell^+\ell^-\ell^+\ell^-$ and $\ell^+\ell^-\nu\nu$ final states using 139 fb⁻¹ of proton-proton collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV with the ATLAS detector. *European Physical Journal C*. 2021; 81(4); 332.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09013-y>
28. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Optimisation of large-radius jet reconstruction for the ATLAS detector in 13 TeV proton-proton collisions. *European Physical Journal C*. 2021; 81(4); 334.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09054-3>
29. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for type-III seesaw heavy leptons in dilepton final states in pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV with the ATLAS detector. *European Physical Journal C*. 2021; 81(3); 218.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-08929-9>
30. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for doubly and singly charged Higgs bosons decaying into vector bosons in multi-lepton final states with the ATLAS detector using proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(6); 146.
[https://doi.org/10.1007/JHEP06\(2021\)146](https://doi.org/10.1007/JHEP06(2021)146)
31. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Measurement of the $t\bar{t}t\bar{t}$ production cross section in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(11); 118.
[https://doi.org/10.1007/JHEP11\(2021\)118](https://doi.org/10.1007/JHEP11(2021)118)
32. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Measurement of the production cross section of pairs of isolated photons in pp collisions at 13 TeV with the ATLAS detector. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(11); 169.
[https://doi.org/10.1007/JHEP11\(2021\)169](https://doi.org/10.1007/JHEP11(2021)169)
33. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for exotic decays of the Higgs boson into long-lived particles in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV using displaced vertices in the ATLAS inner detector. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(11); 229.
[https://doi.org/10.1007/JHEP11\(2021\)229](https://doi.org/10.1007/JHEP11(2021)229)

34. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; JAKOUBEK; Tomáš; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Measurement of the jet mass in high transverse momentum $Z(\rightarrow b\bar{b})$ γ production at $\sqrt{s}=13\text{TeV}$ using the ATLAS detector. *Physics Letters. B.* 2021; 812(Jan); 135991.
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2020.135991>
35. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Measurement of light-by-light scattering and search for axion-like particles with 2.2 nb^{-1} of Pb+Pb data with the ATLAS detector. *Journal of High Energy Physics.* 2021; 2021(3); 243.
[https://doi.org/10.1007/JHEP03\(2021\)243](https://doi.org/10.1007/JHEP03(2021)243)
36. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for dark matter produced in association with a Standard Model Higgs boson decaying into b-quarks using the full Run 2 dataset from the ATLAS detector. *Journal of High Energy Physics.* 2021; 2021(11); 209.
[https://doi.org/10.1007/JHEP11\(2021\)209](https://doi.org/10.1007/JHEP11(2021)209)
37. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Measurement of the associated production of a Higgs boson decaying into b-quarks with a vector boson at high transverse momentum in pp collisions at $\sqrt{s}=13\text{ TeV}$ with the ATLAS detector. *Physics Letters. B.* 2021; 816(May); 136204. ISSN 0370–2693.
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136204>
38. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; JAKOUBEK; Tomáš; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Longitudinal flow decorrelations in Xe+Xe collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.44\text{ TeV}$ with the ATLAS detector. *Physical Review Letters.* 2021; 126(12); 122301.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.122301>
39. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; JAKOUBEK; Tomáš; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Measurement of the CP-violating phase ϕ_1 in $B_s^0 \rightarrow J/\psi$ decays in ATLAS at 13 TeV. *European Physical Journal C.* 2021; 81(4); 342.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09011-0>
40. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Differential cross-section measurements for the electroweak production of dijets in association with a Z boson in proton–proton collisions at ATLAS. *European Physical Journal C.* 2021; 81(2); 163.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-020-08734-w>
41. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; JAKOUBEK; Tomáš; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Measurement of single top-quark production in association with a W boson in the single-lepton channel at $\sqrt{s}=8\text{TeV}$ with the ATLAS detector. *European Physical Journal C.* 2021; 81(8); 720.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09371-7>
42. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal;



- MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Jet energy scale and resolution measured in proton–proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector. *European Physical Journal C*. 2021; 81(8); 689.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09402-3>
43. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Measurements of $W H$ and $Z H$ production in the $H \rightarrow b\bar{b}$ decay channel in pp collisions at 13 TeV with the ATLAS detector. *European Physical Journal C*. 2021; 81(2); 178.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-020-08677-2>
 44. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. A search for the dimuon decay of the Standard Model Higgs boson with the ATLAS detector. *Physics Letters. B*. 2021; 812(Jan); 135980.
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2020.135980>
 45. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Measurements of top-quark pair single- and double-differential cross-sections in the all-hadronic channel in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV using the ATLAS detector. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(1); 33.
[https://doi.org/10.1007/JHEP01\(2021\)033](https://doi.org/10.1007/JHEP01(2021)033)
 46. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Measurement of hadronic event shapes in high- p_T multijet final states at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(1); 188.
 47. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for phenomena beyond the Standard Model in events with large b -jet multiplicity using the ATLAS detector at the LHC. *European Physical Journal C*. 2021; 81(1); 11.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-020-08730-0>
 48. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for pair production of scalar leptoquarks decaying into first- or second-generation leptons and top quarks in proton–proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector. *European Physical Journal C*. 2021; 81(4); 313.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09009-8>
 49. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for charged-lepton-flavour violation in Z -boson decays with the ATLAS detector. *Nature Physics*. 2021; 17(7); 819–825.
<https://doi.org/10.1038/s41567-021-01225-z>
 50. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Observation of photon-induced W^+W^- production in pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV using the ATLAS detector. *Physics Letters. B*. 2021; 816(May); 136190.
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136190>

51. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for dark matter produced in association with a dark Higgs boson decaying into W^+W^- or ZZ in fully hadronic final states from $\sqrt{s}=13$ TeV pp collisions recorded with the ATLAS detector. *Physical Review Letters*. 2021; 126(12); 121802.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.121802>
52. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for Higgs boson production in association with a high-energy photon via vector-boson fusion with decay into bottom quark pairs at $\sqrt{s}=13$ TeV with the ATLAS detector. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(3); 268.
[https://doi.org/10.1007/JHEP03\(2021\)268](https://doi.org/10.1007/JHEP03(2021)268)
53. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for squarks and gluinos in final states with jets and missing transverse momentum using 139 fb^{-1} of $\sqrt{s}=13$ TeV pp collision data with the ATLAS detector. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(2); 143.
[https://doi.org/10.1007/JHEP02\(2021\)143](https://doi.org/10.1007/JHEP02(2021)143)
54. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for dark matter in association with an energetic photon in pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV with the ATLAS detector. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(2); 226.
[https://doi.org/10.1007/JHEP02\(2021\)226](https://doi.org/10.1007/JHEP02(2021)226)
55. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for a heavy Higgs boson decaying into a Z boson and another heavy Higgs boson in the $\ell\bar{\ell}b\bar{b}$ and $\ell\bar{\ell}WW$ final states in pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV with the ATLAS detector. *European Physical Journal C*. 2021; 81(5); 396.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09117-5>
56. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Measurements of Higgs bosons decaying to bottom quarks from vector boson fusion production with the ATLAS experiment at $\sqrt{s}=13$ TeV. *European Physical Journal C*. 2021; 81(6); 537.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09192-8>
57. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for displaced leptons in $\sqrt{s}=13$ TeV pp collisions with the ATLAS detector. *Physical Review D*. 2021; 127(5); 051802.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.051802>
58. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDoba; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for trilepton resonances from chargino and neutralino pair production in $\sqrt{s}=13$ TeV pp collisions with the ATLAS detector. *Physical Review D*. 2021; 103(11); 112003.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.103.112003>



59. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUD OBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for new phenomena in events with two opposite-charge leptons; jets and missing transverse momentum in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(4); 165.
[https://doi.org/10.1007/JHEP04\(2021\)165](https://doi.org/10.1007/JHEP04(2021)165)
60. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUD OBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for new phenomena in final states with b-jets and missing transverse momentum in $\sqrt{s} = 13$ TeV pp collisions with the ATLAS detector. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(5); 93.
[https://doi.org/10.1007/JHEP05\(2021\)093](https://doi.org/10.1007/JHEP05(2021)093)
61. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUD OBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for pair production of third-generation scalar leptoquarks decaying into a top quark and a τ -lepton in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(6); 179.
[https://doi.org/10.1007/JHEP06\(2021\)179](https://doi.org/10.1007/JHEP06(2021)179)
62. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUD OBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Two-particle azimuthal correlations in photonuclear ultraperipheral Pb+Pb collisions at 5.02 TeV with ATLAS. *Physical Review C*. 2021; 104(1); 014903.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevC.104.014903>
63. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUD OBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for new phenomena with top quark pairs in final states with one lepton; jets; and missing transverse momentum in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(4); 174.
[https://doi.org/10.1007/JHEP04\(2021\)174](https://doi.org/10.1007/JHEP04(2021)174)
64. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUD OBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Test of the universality of τ and μ lepton couplings in W-boson decays with the ATLAS detector. *Nature Physics*. 2021; 17(7); 813–818.
<https://doi.org/10.1038/s41567-021-01236-w>
65. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUD OBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for new phenomena in final states with two leptons and one or no b-tagged jets at $\sqrt{s} = 13$ TeV using the ATLAS detector. *Physical Review Letters*. 2021; 127(14); 141801.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.141801>
66. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUD OBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČISOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Measurements of $W^+ W^- + \geq 1$ jet production cross-sections in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(6); 003.
[https://doi.org/10.1007/JHEP06\(2021\)003](https://doi.org/10.1007/JHEP06(2021)003)

67. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Evidence for Higgs boson decays to a low-mass dilepton system and a photon in pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV with the ATLAS detector. *Physics Letters. B.* 2021; 819(Aug); 136412.
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136412>
68. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for bottom-squark pair production in pp collision events at $\sqrt{s}=13$ TeV with hadronically decaying tau-leptons; b-jets; and missing transverse momentum using the ATLAS detector. *Physical Review D.* 2021; 104(3); 032014.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.032014>
69. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Measurements of differential cross-sections in four-lepton events in 13 TeV proton-proton collisions with the ATLAS detector. *Journal of High Energy Physics.* 2021; 2021(7); 5.
[https://doi.org/10.1007/JHEP07\(2021\)005](https://doi.org/10.1007/JHEP07(2021)005)
70. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for resonances decaying into photon pairs in 139 fb⁻¹ of pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV with the ATLAS detector. *Physics Letters. B.* 2021; 822(Nov); 136651.
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136651>
71. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for new phenomena in events with an energetic jet and missing transverse momentum in pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV with the ATLAS detector. *Physical Review D.* 2021; 103(11); 112006.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.103.112006>
72. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Search for charged Higgs bosons decaying into a top quark and a bottom quark at $\sqrt{s}=13$ TeV with the ATLAS detector. *Journal of High Energy Physics.* 2021; 2021(6); 145.
[https://doi.org/10.1007/JHEP06\(2021\)145](https://doi.org/10.1007/JHEP06(2021)145)
73. AAD; G.; ABBOTT; B.; ABBOTT; D.C.; CHUDOBA; Jiří; HEJBAL; Jiří; HLADÍK; Ondřej; JAČKA; Petr; KEPKA; Oldřich; KROLL; Jiří; KUPČO; Alexander; LATOŇOVÁ; Věra; LOKAJÍČEK; Miloš; LYSÁK; Roman; MARČIŠOVSKÝ; Michal; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NĚMEČEK; Stanislav; PENC; Ondřej; ŠÍCHO; Petr; STAROBA; Pavel; SVATOŠ; Michal; TAŠEVSKÝ; Marek. Performance of the ATLAS RPC detector and Level-1 muon barrel trigger at $\sqrt{s}=13$ TeV. *Journal of Instrumentation.* 2021; 16(7); P07029.
<https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/07/P07029>
74. AALTONEN; T.; AMERIO; S.; AMIDEI; D.; LYSÁK; Roman. Measurement of the charge asymmetry of electrons from the decays of W bosons produced in p p⁻ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV. *Physical Review D.* 2021; 104(9); 092002.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.092002>
75. ABAZOV; V. M.; ABBOTT; B.; ACHARYA; B.S.; KUPČO; Alexander; LOKAJÍČEK; Miloš; ROYON; C. Study of the normalized transverse momentum distribution of W bosons produced in p p⁻ collisions at $\sqrt{s}=1.96$ TeV. *Physical Review D.* 2021; 103(1); 012003.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.103.012003>
76. ABAZOV; V. M.; ABBOTT; B.; ACHARYA; B.S.; KAŠPAR; Jan; KUNDRÁT; Vojtěch; KUPČO;



- Alexander; LOKAJÍČEK; Miloš; LOKAJÍČEK; Miloš V.; PROCHÁZKA; Jiří. Odderon exchange from elastic scattering differences between pp and $p\bar{p}$ data at 1.96 TeV and from pp forward scattering measurements. *Physical Review Letters*. 2021; 127(6); 062003.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.062003>
77. ABBASI; R.U.; ABE; M.; ABU-ZAYYAD; T.; URBAN; Federico. The Cosmic-Ray composition between 2 PeV and 2 EeV observed with the TALE detector in monocular mode. *Astrophysical Journal*. 2021;
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/abdd30>
 78. ABBASI; R.U.; ABE; M.; ABU-ZAYYAD; T.; URBAN; Federico. Surface detectors of the TAx4 experiment. *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section A*. 2021; 1019(Dec); 165726.
<https://doi.org/10.1016/j.nima.2021.165726>
 79. ABDALLAH; J.; ANGELIDAKIS; S.; ARABIDZE; G.; NĚMEČEK; Stanislav. Study of energy response and resolution of the ATLAS tile calorimeter to hadrons of energies from 16 to 30 GeV. *European Physical Journal C*. 2021; 81(6); 549.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09292-5>
 80. ABED ABUD; A.; ABI; B.; ACCIARRI; R.; LOKAJÍČEK; Miloš; ZÁLEŠÁK; Jaroslav; ZUKLÍN; Josef. Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE) near detector conceptual design report. *Instruments*. 2021; 5(4); 31.
<https://doi.org/10.3390/instruments5040031>
 81. ABED ABUD; A.; ABI; B.; ACCIARRI; R.; FILIP; Peter; KVASNÍČKA; Jiří; LOKAJÍČEK; Miloš; ZÁLEŠÁK; Jaroslav; ZUKLÍN; Josef. Searching for solar KDAR with DUNE. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*. 2021; 2021(10); 065.
<https://doi.org/10.1088/1475-7516/2021/10/065>
 82. ABI; B.; ACCIARRI; R.; ACERO; M. A.; LOKAJÍČEK; Miloš; ZÁLEŠÁK; Jaroslav; ZUKLÍN; Josef. Prospects for beyond the standard model physics searches at the Deep Underground Neutrino Experiment. *European Physical Journal C*. 2021; 81(4); 322.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09007-w>
 83. ABI; B.; ACCIARRI; R.; ACERO; M. A.; LOKAJÍČEK; Miloš; ZÁLEŠÁK; Jaroslav; ZUKLÍN; Josef. Supernova neutrino burst detection with the Deep Underground Neutrino Experiment. *European Physical Journal C*. 2021; 81(5); 423.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09166-w>
 84. ABREU; P.; AGLIETTA; M.; ALBURY; J.M.; BAKALOVÁ; Alena; BLAŽEK; Jiří; BOHÁČOVÁ; Martina; CHUDOBÁ; Jiří; EBR; Jan; HAMAL; Petr; JANEČEK; Petr; JURYŠEK; Jakub; MANDÁT; Dušan; PALATKA; Miroslav; PECH; Miroslav; PROUZA; Michael; ŘÍDKÝ; Jan; DOS SANTOS; Eva M. Martins; SCHOVÁNEK; Petr; TOBIŠKA; Petr; TRÁVNÍČEK; Petr; VÍCHA; Jakub; YUSHKOV; Alexey. The XY scanner – A versatile method of the absolute end-to-end calibration of fluorescence detectors. In: *Proceedings of Science*. Vol. 395. Trieste: Sissa Medilab srl; 2021; č. článku 220.
<https://doi.org/10.22323/1.395.0220>
 85. ABREU; P.; AGLIETTA; M.; ALBURY; J.M.; BAKALOVÁ; Alena; BLAŽEK; Jiří; BOHÁČOVÁ; Martina; CHUDOBÁ; Jiří; EBR; Jan; HAMAL; Petr; JANEČEK; Petr; JURYŠEK; Jakub; MANDÁT; Dušan; PALATKA; Miroslav; PECH; Miroslav; PROUZA; Michael; ŘÍDKÝ; Jan; DOS SANTOS; Eva M. Martins; SCHOVÁNEK; Petr; TOBIŠKA; Petr; TRÁVNÍČEK; Petr; VÍCHA; Jakub; YUSHKOV; Alexey. The energy spectrum of cosmic rays beyond the turn-down around 10^{17} eV as measured with the surface detector of the Pierre Auger Observatory. *European Physical Journal C*. 2021; 81(11); 966.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09700-w>
 86. ACERO; M. A.; ADAMSON; P.; ALIAGA; L.; FILIP; Peter; HAKL; František; LOKAJÍČEK; Miloš; ZÁLEŠÁK; Jaroslav. Search for slow magnetic monopoles with the NOvA detector on the surface. *Physical Review D*. 2021; 103(1); 012007.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.103.012007>
 87. ACERO; M. A.; ADAMSON; P.; ALIAGA; L.; FILIP; Peter; HAKL; František; LOKAJÍČEK; Miloš; ZÁLEŠÁK; Jaroslav. Search for active-sterile antineutrino mixing using neutral-current interactions with the NOvA experiment. *Physical Review Letters*. 2021; 127(20); 201801.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.201801>
 88. ACERO; M. A.; ADAMSON; P.; ALIAGA; L.; FILIP; Peter; HAKL; František; LOKAJÍČEK; Miloš; ZÁLEŠÁK; Jaroslav. Extended search for supernovalike neutrinos in NOvA coincident with LIGO/Virgo detections. *Physical Review D*. 2021; 104(6); 063024.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.063024>
 89. ACERO; M. A.; ADAMSON; P.; ALIAGA; L.; FILIP; Peter; HAKL; František; LOKAJÍČEK; Miloš; ZÁLEŠÁK; Jaroslav. Seasonal variation of multiple-muon cosmic ray air showers observed in the NOvA detector on the surface. *Physical Review D*. 2021; 104(1); 012014.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.012014>

90. ACHARYYA; A.; ADAM; R.; ADAMS; C.; ARAUDO; Anabella Teresa; BLAŽEK; Jiří; CHUDOBA; Jiří; EBR; Jan; JANEČEK; Petr; JURYŠEK; Jakub; MANDÁT; Dušan; PROUZA; Michael; TRÁVNÍČEK; Petr. Sensitivity of the Cherenkov Telescope Array to a dark matter signal from the Galactic centre. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*. 2021; 2021(1); 057.
<https://doi.org/10.1088/1475-7516/2021/01/057>
91. AI; W.Y.; DREWES; M.; GLAVAN; Dražen; HAJER; J. Oscillating scalar dissipating in a medium. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(11); 160.
[https://doi.org/10.1007/JHEP11\(2021\)160](https://doi.org/10.1007/JHEP11(2021)160)
92. ALEXANDROV; S.; SPEZIALE; S.; ZLOSNIK; Thomas. Canonical structure of minimal varying Λ theories. *Classical and Quantum Gravity*. 2021; 38(17); 175011.
<https://doi.org/10.1088/1361-6382/ac1852>
93. ANDREEV; V.; BAGHDASARYAN; A.; BATY; A.; CVACH; Jaroslav; HLADKÝ; Jan; REIMER; Petr. Measurement of charged particle multiplicity distributions in DIS at HERA and its implication to entanglement entropy of partons. *European Physical Journal C*. 2021; 81(3); 212.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-08896-1>
94. BARVINSKY; A.O.; KOLGANOV; N.; VIKMAN; Alexander. Generalized unimodular gravity as a new form of k-essence. *Physical Review D*. 2021; 103(6); 064035.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.103.064035>
95. BAKALOVÁ; Alena; TRÁVNÍČEK; Petr; VÍCHA; Jakub. Constraints on the origin of the UHECR dipole anisotropy outside the Galaxy. In: PoS – Proceedings of Science. 40th International Conference on High Energy Physics. Vol. 390. Trieste: Sissa Medilab srl; 2021; č. článku 618.
<https://doi.org/10.22323/1.390.0618>
96. BARBA; S. M.; SCHILLACI; Francesco; CATALANO; R.; PETRINGA; Giada; MARGARONE; Daniele; CIRRONE; G.A.P. Dosimetric Optimization of a Laser-Driven Irradiation Facility Using the G4-ELIMED Application. *Applied Sciences-Basel*. 2021; 11(21); 9823.
<https://doi.org/10.3390/app11219823>
97. BLÁHA; P.; FEOLI; Ch.; AGOSTEO; S.; CALVARUSO; M.; CAMMARATA; F.P.; CATALANO; R.; CIOCCA; M.; CIRRONE; G.A.P.; CONTE; V.; CUTTONE; G.; FACEOETTI; A.; FORTE; G.I.; GIUFFRIDA; Lorenzo; MAGRO; G.; MARGARONE; Daniele; MINAFRA; L.; PETRINGA; Giada; PUCCI; G.; RICCIARDI; V.; ROSA; E.; RUSSO; G.; MANTI; L. The proton-boron reaction increases the radiobiological effectiveness of clinical low- and high-energy proton beams: novel experimental evidence and perspectives. *Frontiers in Oncology*. 2021; 11(Jun); 682647.
<https://doi.org/10.3389/fonc.2021.682647>
98. BLANCHET; L.; COMPERE; G.; FAYE; G.; OLIVERI; Roberto; SERAJ; A. Multipole expansion of gravitational waves: from harmonic to Bondi coordinates. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(2); 29.
[https://doi.org/10.1007/JHEP02\(2021\)029](https://doi.org/10.1007/JHEP02(2021)029)
99. BRANDO; G.; KOYAMA; K.; WANDS; D.; ZUMALACÁRREGUI; M.; SAWICKI; Ignacy; BELLINI; E. Fully relativistic predictions in Horndeski gravity from standard Newtonian N-body simulations. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*. 2021; 9(Sep.); 024.
<https://doi.org/10.1088/1475-7516/2021/09/024>
100. CAMILLONI; F.; GRIGNANI; G.; HARMARK; T.; OLIVERI; Roberto; ORSELLI; M. Force-free magnetosphere attractors for near-horizon extreme and near-extreme limits of Kerr black hole. *Classical and Quantum Gravity*. 2021; 38(7); 075022.
<https://doi.org/10.1088/1361-6382/abdf70>
101. CHAKRABORTY; S.; HOQUE; S.J.; OLIVERI; Roberto. Gravitational multipole moments for asymptotically de Sitter spacetimes. *Physical Review D*. 2021; 104(6); 064019.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.064019>
102. ČERNÝ; K.; SÝKORA; T.; TAŠEVSKÝ; Marek; ŽLEBČÍK; R. Performance studies of Time-of-Flight detectors at LHC. *Journal of Instrumentation*. 2021; 16(1); P01030.
<https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/01/P01030>
103. DATTA; S.; GHOSAL; A.; SAMANTA; Rome. Baryogenesis from ultralight primordial black holes and strong gravitational waves from cosmic strings. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*. 2021; 2021(8); 021.
<https://doi.org/10.1088/1475-7516/2021/08/021>
104. EBR; Jan; KARPOV; Sergey; ELIÁŠEK; Jiří; BLAŽEK; Jiří; CUNNIFFE; Ronan; EBROVÁ; I.; JANEČEK; Petr; JELÍNEK; Martin; JURYŠEK; Jakub; MANDÁT; Dušan; MAŠEK; Martin; PECH; Miroslav; PROUZA; Michael; TRÁVNÍČEK; Petr. A new method for aerosol measurement using wide-field photometry. *Astronomical Journal*. 2021; 162(1); 6.
<https://doi.org/10.3847/1538-3881/abf7b1>



105. ERLER; Theodore; MATSUNAGA; H. Mapping between Witten and lightcone string field theories. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(11); 208.
[https://doi.org/10.1007/JHEP11\(2021\)208](https://doi.org/10.1007/JHEP11(2021)208)
106. FILIP; Peter. Muon radiography with the NOvA Near Detector. In: PoS – Proceedings of Science. 40th International Conference on High Energy Physics. Vol. 390. Trieste: Sissa Medilab srl; 2021; č. článku 800.
<https://doi.org/10.22323/1.390.0800>
107. FREIDEL; L.; OLIVERI; Roberto; PRANZETTI; D.; SPEZIALE; S. The Weyl BMS group and Einstein's equations. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(7); 170.
[https://doi.org/10.1007/JHEP07\(2021\)170](https://doi.org/10.1007/JHEP07(2021)170)
108. FREIDEL; L.; OLIVERI; Roberto; PRANZETTI; D.; SPEZIALE; S. Extended corner symmetry; charge bracket and Einstein's equations. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(9); 83
[https://doi.org/10.1007/JHEP09\(2021\)083](https://doi.org/10.1007/JHEP09(2021)083)
109. FUJII; T.; ALBURY; J.; BELLIDO; J.; CHYTKA; Ladislav; HAMAL; Petr; HRABOVSKÝ; Miroslav; MANDÁT; Dušan; MICHAL; Stanislav; NOŽKA; Libor; PALATKA; Miroslav; PECH; Miroslav; SCHOVÁNEK; Petr; TRÁVNÍČEK; Petr. Latest results of ultra-high-energy cosmic ray measurements with prototypes of the fluorescence detector array of single-pixel telescopes (FAST). In: Proceedings of Science. Vol. 395. Trieste: Sissa Medilab srl; 2021; s. 1–8; č. článku 402.
<https://doi.org/10.22323/1.395.0402>
110. GOMEZ; H.; JUSINSKAS; Renann Lipinski. Multiparticle solutions to Einstein's equations. *Physical Review Letters*. 2021; 127(18); 181603.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.181603>
111. GOMEZ; H.; JUSINSKAS; Renann Lipinski; LIPSTEIN; A. Cosmological scattering equations. *Physical Review Letters*. 2021; 127(25); A47.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.251604>
112. GOMEZ; H.; JUSINSKAS; Renann Lipinski; LOPEZ-ARCOS; C.; VELEZ; A.Q. The L-infinity structure of gauge theories with matter. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(2); 93.
[https://doi.org/10.1007/JHEP02\(2021\)093](https://doi.org/10.1007/JHEP02(2021)093)
113. GUILLEN; M.; JOHANSSON; H.; JUSINSKAS; Renann Lipinski; SCHLOTTERER; O. Scattering massive string resonances through field-theory methods. *Physical Review Letters*. 2021; 127(5); 051601.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.051601>
114. JIROUŠEK; Pavel; SHIMADA; K.; VIKMAN; Alexander; YAMAGUCHI; M. Losing the trace to find dynamical Newton or Planck constants. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*. 2021; 4(Apr.); 028.
<https://doi.org/10.1088/1475-7516/2021/04/028>
115. KLEIN; C. T.; HOMMELS; L. B. A.; FADEYEV; V.; GILLBERG; D.; HARA; K.; KELLER; J.S.; KOFFAS; T.; KROLL; Jiří; LEE; S.J.; MIKEŠTÍKOVÁ; Marcela; NAKAMURA; K.; STAATS; E.; UNNO; Y. Initial tests of large format sensors for the ATLAS ITk strip tracker. *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section A*. 2021; 986(Jan); 164677.
<https://doi.org/10.1016/j.nima.2020.164677>
116. LATOŇOVÁ; Věra. Radiation-hard silicon strip sensors for the ATLAS phase-2 upgrade. In: Proceedings of Science. Trieste: Sissa Medilab srl; 2021; č. článku 892.
<https://doi.org/10.22323/1.390.0892>
117. MAGUEIJO; J.; ZLOSNIK; Thomas. Quantum torsion and a Hartle-Hawking beam. *Physical Review D*. 2021; 103(10); 104008.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.103.104008>
118. MEDVEDEV; Nikita; BABAEV; P.; CHALUPSKÝ; Jaromír; JUHA; Libor; VOLKOV; A.E. An interplay of various damage channels in polyethylene exposed to ultra-short XUV/X-ray pulses. *Physical Chemistry Chemical Physics*. 2021; 23(30); 16193–16205.
<https://doi.org/10.1039/d1cp02199k>
119. MOLLER; A.; PELOTON; J.; ISHIDA; E.E.O.; BAJAT; Armelle; KARPOV; Sergey. FINK; a new generation of broker for the LSST community. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 2021; 501(3); 3272–3288.
<https://doi.org/10.1093/mnras/staa3602>
120. ÖZSOY; Ogan; TASINATO; G. CMB μ T cross correlations as a probe of primordial black hole scenarios. *Physical Review D*. 2021; 104(4); 043526.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.043526>
121. ÖZSOY; Ogan. Parity violating non-Gaussianity from axion-gauge field dynamics. *Physical Review D*. 2021; 104(12); 123523.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.123523>
122. RAEYMAEKERS; Joris. Conical spaces; modular invariance and $c_{p,1}$ holography. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(3); 189.
[https://doi.org/10.1007/JHEP03\(2021\)189](https://doi.org/10.1007/JHEP03(2021)189)

123. RAEYMAEKERS; Joris. A note on ensemble holography for rational tori. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(12); 177.
[https://doi.org/10.1007/JHEP12\(2021\)177](https://doi.org/10.1007/JHEP12(2021)177)
124. RAMAZANOV; Sabir; URBAN; Federico; VIKMAN; Alexander. Observing primordial magnetic fields through Dark Matter. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*. 2021; 2021(2); 011.
<https://doi.org/10.1088/1475-7516/2021/02/011>
125. ROJO; M.E.; PROCHÁZKA; Tomáš; SACHS; I. On deformations and extensions of $\text{Diff}(S^2)$. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(10); 133.
[https://doi.org/10.1007/JHEP10\(2021\)133](https://doi.org/10.1007/JHEP10(2021)133)
126. SAMANTA; Rome; DATTA; S. Gravitational wave complementarity and impact of NANOGrav data on gravitational leptogenesis. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(5); 211.
[https://doi.org/10.1007/JHEP05\(2021\)211](https://doi.org/10.1007/JHEP05(2021)211)
127. SAMANTA; Rome; DATTA; S. Probing leptogenesis and pre-BBN universe with gravitational waves spectral shapes. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(11); 017.
[https://doi.org/10.1007/JHEP11\(2021\)017](https://doi.org/10.1007/JHEP11(2021)017)
128. VÍCHA; Jakub. The southern wide-field gamma-ray Observatory (SWG0). In: *PoS – Proceedings of Science. 40th International Conference on High Energy Physics*. Vol. 390. Trieste: Sissa Medilab srl; 2021; č. článku 880.
<https://doi.org/10.22323/1.390.0880>
129. VOS; Gideon. The large- c Virasoro identity block is a semi-classical Liouville correlator. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(5); 67.
[https://doi.org/10.1007/JHEP05\(2021\)067](https://doi.org/10.1007/JHEP05(2021)067)
130. YANG; X.X.; SONG; C.; ZHANG; L.; WANG; J.; YU; X.; YU; B.; ZABLOTSKII; Vitalii; ZHANG; X. An upward 9.4 T static magnetic field inhibits DNA synthesis and increases ROS-P53 to suppress lung cancer growth. *Translational Oncology*. 2021; 14(7); 101103.
<https://doi.org/10.1016/j.tranon.2021.101103>
- the complexes. *Polyhedron*. 2021, 200(May), 115135.
<https://doi.org/10.1016/j.poly.2021.115135>
2. AHADIAT; G.; TABATABAEE; M.; GHOLIVAND; K.; ZARE; K.; DUŠEK; Michal. A new silver 1D-coordination polymer with bridging 2-aminopyrimidine; synthesis; characterization and antibacterial activity. *Journal of Coordination Chemistry*. 2021; 74(7); 1057–1065.
<https://doi.org/10.1080/00958972.2021.1896712>
3. AHN; Kyo-Hoon; SOROKA; Miroslav; LEVINSKÝ; Petr; KNÍŽEK; Karel; HEJTMÁNEK; Jiří; KUCEK; V.; NAVRÁTIL; J. Thermal transport in CuCr_2X_4 ($\text{X}=\text{S};\text{Se};\text{Te}$): Experiment and ab initio calculations. *Physical Review B*. 2021; 104(8); 085146.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.085146>
4. ALYABYEVA; L.; PROKHOROV; A. S.; VINNIK; D.A.; ANZIN; V.B.; AHMED; A.G.; MIKHEYKIN; A.; BEDNYAKOV; Petr; KADLEC; Christelle; KADLEC; Filip; DE PRADO; Esther; PROKLEŠKA; J.; PROSCHEK; P.; KAMBA; Stanislav; PRONIN; A. V.; DRESSEL; M.; ABALMASOV; V.A.; DREMOV; V.V.; SCHMID; S.; SAVINOV; Maxim; LUNKENHEIMER; P.; GORSHUNOV; B.P. Lead-substituted barium hexaferrite for tunable terahertz optoelectronics. *NPG Asia Materials*. 2021; 13(1); 63.
<https://doi.org/10.1038/s41427-021-00331-x>
5. AMALATHAS; A.P.; LANDOVÁ; Lucie; RIDZOŇOVÁ; Katarína; HORÁK; L.; BAUEROVÁ; P.; HOLOVSKÝ; Jakub. Unveiling the effect of potassium treatment on the mesoporous TiO_2 / perovskite interface in perovskite solar cells. *ACS Applied Energy Materials*. 2021; 4(10); 11488–11495.
<https://doi.org/10.1021/acsaem.1c02229>
6. AN, Z., YOKOTA, H., ZHANG, N., PASCIAK, Marek, FÁBRY, Jan, KOPECKÝ, Miloš, KUB, Jiří, ZHANG, G., GLAZER, A.M., WELBERRY, T.R., REN, W., YE, Z. -G. Multiple structural components and their competition in the intermediate state of antiferroelectric $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$ *Physical Review B*. 2021, 103(5), 054113.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.054113>
7. ANTHI, Judita, KOLIVOŠKA, Viliam, HOLUBOVÁ, B., VAISOCHEROVÁ-LÍŠALOVÁ, Hana. Probing polymer brushes with electrochemical impedance spectroscopy: a mini review. *Biomaterials Science*. 2021, 9(22), 7379–7391.
<https://doi.org/10.1039/D1BM01330K>

8.3.12 Fyzika pevných látek a magnetismus

1. AGHVAMI, F., GHAFARI, A., KUČERÁKOVÁ, Monika, DUŠEK, Michal, KARIMI-NAMI, R., AMINI, M., BEHZAD, M. Catalytic oxidation of organic sulfides by new iron-chloro Schiff base complexes: The effect of methoxy substitution and ligand isomerism on the electronic, electrochemical and catalytic performance of



8. ARTEMENKO, Anna, SHCHUKAREV, A., ŠTENCLOVÁ, Pavla, W?GBERG, T., SEGERVALD, J., JIA, X., KROMKA, Alexander. Reference XPS spectra of amino acids. In: KOZISEK, Z., BEHULOVA, Z., POTUCEK, Z., eds. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 1050. Bristol: IOP Publishing Ltd, 2021, č. článku 012001. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1050/1/012001>
9. ARVAPALLI, S.S.; MIRYALA, M.; JIRSA; Miloš; SAKAI, N.; MURAKAMI; M. Pinning behavior in bulk MgB₂ prepared using boron powder refined via high-energy ultra-sonication. *Journal of Superconductivity and Novel Magnetism*. 2021; 34(5); 1297–1301. <https://doi.org/10.1007/s10948-021-05885-z>
10. BALÁŽ, P.; ACHIMOVÍČOVÁ, M.; BALÁŽ, M.; CHEN, K.; DOBROZHAN, O.; GUILMEAU, E.; HEJTMÁNEK; Jiří; KNÍŽEK; Karel; KUBÍČKOVÁ; Lenka; LEVINSKÝ; Petr; PUCHÝ; V.; REECE, M.J.; VARGA, P.; ZHANG; R. Thermoelectric Cu-S-based materials synthesized via a scalable mechanochemical process. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. 2021; 9(5); 2003–2016. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.0c05555>
11. BALÁŽ, P.; DUTKOVÁ, E.; BALÁŽ, M.; DŽUNDA, R.; NAVRÁTIL; Jiří; KNÍŽEK; Karel; LEVINSKÝ; Petr; HEJTMÁNEK; Jiří. Mechanochemistry for energy materials: impact of high-energy milling on chemical; electric and thermal transport properties of chalcopyrite CuFeS₂ nanoparticles. *ChemistryOpen*. 2021; 10(8); 806–814. <https://doi.org/10.1002/open.202100144>
12. BALÁŽ; Pavel; PASCIAK; Marek; HLINKA; Jiří. Melting of Néel skyrmion lattice. *Physical Review B*. 2021; 103(17); 174411. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.174411>
13. BALIJAPELLY, S.; HAUBLE, A.; POLLARD; M.; POUPON; Morgane; PETŘÍČEK; Václav; WATTS, J.L.; HOR; Y.S.; KAUZLARICH; S.M.; CHOUDHURY; A. Ultralow thermal conductivity through the interplay of composition and disorder between thick and thin layers of makovickyite structure. *Journal of Materials Chemistry C*. 2021; 9(34); 11207–11215. <https://doi.org/10.1039/d1tc02173g>
14. BARAN; M.; BELIKOV; K.N.; KISSABEKOVA; A.; KRASNIKOV; A.; LUSHCHIK; A.; MIHÓKOVÁ; Eva; TSIUMRA; V.; VASYLECHKO; L.; ZAZUBOVICH; S.; ZHYDACHEVSKYY; Ya. Origin of luminescence in Bi³⁺ – doped lanthanide niobates. *Journal of Alloys and Compounds*. 2021; 859(April); 157800. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.157800>
15. BARRA; A.; ROSS; A.; GOMONAY; O.; BALDRATI; L.; CHAVEZ; A.; LEBRUN; R.; SCHNEIDER; J.D.; SHIRAZI; P.; WANG; Q.; SINOVA; Jairo; CARMAN; G.P.; KLÁUI; M. Effective strain manipulation of the antiferromagnetic state of polycrystalline NiO. *Applied Physics Letters*. 2021; 118(17); 172408. <https://doi.org/10.1063/5.0046255>
16. BAZYARI, P., TABATABAEE, M., NASIRIZADEH, N., DUŠEK, Michal, EIGNER, Václav. A unique example of a Co-crystal of [Co(AMTTO)2(H₂O)2] (NO₃)₂ and [Co(AMTTO)2(CH₃CN)2] (NO₃)₂ (AMTTO = 4 amino 5 methyl 1,2,4 triazol 3(2H) thione). *Journal of Chemical Crystallography*. 2021, 51(4), 575–581. <https://doi.org/10.1007/s10870-021-00882-5>
17. BEANLAND, R., SMITH, K., VANĚK, Přemysl, ZHANG, H., HUBERT, A., EVANS, K., RÖMER, R.A., KAMBA, Stanislav. A new electron diffraction approach for structure refinement applied to Ca₃Mn₂O₇ Acta Crystallographica Section A-Foundation and Advances. 2021, 77(May), 196–207. <https://doi.org/10.1107/S2053273321001546>
18. BERDONCES-LAYUNTA, A., LAWRENCE, J., EDALATMANESH, Shayan, CASTRO-ESTEBAN, J., WANG, T., MOHAMMED, M.S.G., COLAZZO, L., PENA, D., JELÍNEK, Pavel, DE OTEYZA, D.G. Chemical stability of (3,1)-chiral graphene nanoribbons. *ACS Nano*. 2021, 15(3), 5610–5617. <https://doi.org/10.1021/acsnano.1c00695>
19. BOVTUN; Viktor; NUZHNYI; Dmitry; KEMPA; Martin; OSTAPCHUK; Tetyana; SKOROMETS; Volodymyr; SUCHANICZ; J.; CZAJA; P.; PETZELT; Jan; KAMBA; Stanislav. Ferroelectric soft mode and microwave dielectric relaxation in BaTiO₃-PbMg_{1/3}Nb_{2/3}O₃ ceramics. *Physical Review Materials*. 2021; 5(1); 014404. <https://doi.org/10.1103/PhysRevMaterials.5.014404>
20. BRIK, M.G., JARÝ, Vítězslav, HAVLÁK, Lubomír, BÁRTA, Jan, NIKL, Martin. Ternary sulfides A₂LnS₂:Eu²⁺ (A = Alkaline Metal, Ln = rare-earth element) for lighting: Correlation between the host structure and Eu²⁺ emission maxima. *Chemical Engineering Journal*. 2021, 418(Aug), 129380. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.129380>

21. BRYCHT, M., BALUCHOVÁ, S., TAYLOR, Andrew, MORTET, Vincent, SEDLÁKOVÁ, Silvia, KLIMŠA, Ladislav, KOPEČEK, Jaromír, SCHWARZOVÁ-PECKOVÁ, K. Comparison of electrochemical performance of various boron-doped diamond electrodes: dopamine sensing in biomimicking media used for cell cultivation. *Bioelectrochemistry*. 2021, 137(Feb), 107646. <https://doi.org/10.1016/j.bioelechem.2020.107646>
22. BUIXADERAS; Elena; PASCIAK; Marek. Disorder in strontium barium niobate: local structure; phonons; and polarization dynamics. *IEEE Transactions on Ultrasonics; Ferroelectrics and Frequency Control*. 2021; 68(2); 314–324. ISSN 0885–3010. <https://doi.org/10.1109/TUFFC.2020.2984829>
23. BULÍŘ; Jiří; MORE CHEVALIER; Joris; CHERTOPALOV; Sergii; FEKETE; Ladislav; VOLFOVÁ; Lenka; HUBÍK; Pavel; NOVOTNÝ; Michal; LANČOK; Ján. Analysis of thickness-dependent electron transport in magnetron sputtered ZrN films by spectroscopic ellipsometry. *Thin Solid Films*. 2021; 731(Aug); 138746. <https://doi.org/10.1016/j.tsf.2021.138746>
24. BURYI; Maksym; BABIN; Vladimir; LAGUTA; Valentyn; SPASSKY; D.A.; NAGIRNYI; V.; SHLEGEL; V.N. Electron and hole trapping in Li₂MoO₄ cryogenic scintillator. *Optical Materials*. 2021; 114(Apr.); 110971. <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2021.110971>
25. BURYI; Maksym; BABIN; Vladimir; LAGUTA; Valentyn; YOKOTA; Y.; SATO; H.; YOSHIKAWA; A.; PEJCHAL; Jan; NIKL; Martin. Undoped and Eu; Na co-doped LiCaAlF₆ scintillation crystals: paramagnetic centers; charge trapping and energy transfer properties. *Journal of Alloys and Compounds*. 2021; 858(Mar); 158297. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.158297>
26. BURYI; Maksym; BABIN; Vladimir; LIGTHART; R.A.M.; NAGORNY; S.S.; MIKHAILIK; V.B.; VANĚČEK; Vojtěch; PROUZOVÁ PROCHÁZKOVÁ; Lenka; KANDEL; R.; NAHORNÁ; V.V.; WANG; P. Correlation of emission; scintillation and charge trapping properties in Cs₂HfCl₆ and Cs₂ZrCl₆ single crystals. *Journal of Materials Chemistry C*. 2021; 9(8); 2955–2968. <https://doi.org/10.1039/d0tc05482h>
27. BURYI; Maksym; LAGUTA; Valentyn; BABIN; Vladimir; REMEŠ; Zdeněk; HUBÁČEK; Tomáš. Investigation of GaN thin films by electrically detected magnetic resonance and luminescence techniques. In: JANDURA; D.; MANIAKOVÁ; P.; LETTRICHOVÁ; I.; KOVÁČ; JR.; J.; eds. *Proceedings of ADEPT – ADEPT 2021*. Žilina: University of Žilina; 2021; s. 41–44. ISBN 978-80-554-1806-3.
28. BURYI; Maksym; REMEŠ; Zdeněk; BABIN; Vladimir; ARTEMENKO; Anna; VANĚČEK; Vojtěch; AUBRECHTOVÁ DRAGONOVÁ; Kateřina. Transformation of free-standing ZnO nanorods upon Er doping. *Applied Surface Science*. 2021; 562(Oct); 150217. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2021.150217>
29. BURYI; Maksym; REMEŠ; Zdeněk; BABIN; Vladimir; VANĚČEK; Vojtěch; AUBRECHTOVÁ DRAGONOVÁ; Kateřina; MIČOVÁ; J.; LANDOVÁ; Lucie; KUČERKOVÁ; Romana. ZnO nanorods alloyed with Mo/Er. The effect of post-deposition treatment on defect states and luminescence. In: KOZISEK; Z.; BEHULOVA; Z.; POTUCEK; Z.; eds. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 1050. Bristol: IOP Publishing Ltd; 2021; č. článku 012002. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1050/1/012002>
30. BURYI; Maksym; SALAMAKHA; T.; BABIN; Vladimir; PÁTEREK; Juraj; HÁJEK; František; REMEŠ; Zdeněk; LANDOVÁ; Lucie; TRUSOVA; E.; TRATSIK; Y. Stabilization of light emitting Eu²⁺ centers inside Ca(Sr)I₂:Eu particles in glass ceramics. The preliminary concept of synthesis. *Ceramics International*. 2021; 47(20); 29232–29252. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2021.07.088>
31. CADATAL-RADUBAN; M.; YAMANOI; K.; OLEJNÍČEK; Jiří; KOHOUT; Michal; KATO; S.; HORIUCHI; Y.; KATO; T.; HAOZE; Y.; SARUKURA; N.; ONO; S. Titanium dioxide thin films as vacuum ultraviolet photoconductive detectors with enhanced photoconductivity by gamma-ray irradiation. *Thin Solid Films*. 2021; 726(May); 138637. <https://doi.org/10.1016/j.tsf.2021.138637>
32. CAHLIK; Aleš; HELLERSTEDT; Jack; MENDIETA MORENO; Jesús Ignacio; ŠVEC; Martin; SANTHINI; Vijai M.; PASCAL; S.; SOLER-POLO; D.; ERLINGSSON; S.I.; VÝBORNÝ; Karel; MUTOMBO; Pingo; MARŠÁLEK; M.; SIRI; O.; JELÍNEK; Pavel. Significance Of nuclear quantum effects in hydrogen bonded molecular chains. *ACS Nano*. 2021; 15(6); 10357–10365. <https://doi.org/10.1021/acsnano.1c02572>
33. CIRERA; B.; RISS; A.; MUTOMBO; Pingo; URGEL; J. I.; SANTOS; J.; DI GIOVANNANTONIO; M.; WIDMER; R.; STOLZ; S.; SUN; Q.; BOMMERT; M.; FASEL; R.;



- JELÍNEK; Pavel; AUWARTER; W.; MARTÍN; N.; ÉCIJA; D. On-surface synthesis of organocopper metallacycles through activation of inner diacetylene moieties. *Chemical Science*. 2021; 12(38); 12806–12811.
<https://doi.org/10.1039/d1sc03703j>
34. CRAPANZANO; L.; SECCHI; V.; VILLA; Irene. Co-adjuvant nanoparticles for radiotherapy treatments of oncological diseases. *Applied Sciences-Basel*. 2021; 11(15); 7073.
<https://doi.org/10.3390/app11157073>
35. ČWIK; J.; KOSHKIDKO; Y.; NENKOV; K.; TERESHINA-CHITROVA; Evgenia; KOLCHUGINA; N. Correlation between the structure and thermomagnetic properties of pseudo-binary (Tb;Er)Ni₂ solid solutions. *Journal of Alloys and Compounds*. 2021; 859(Apr.); 157870.
<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.157870>
36. DABIĆ; P.; KAHLENBERG; V.; KRÜGER; B.; RODIĆ; M.; KOVAČ; S.; BLANUŠA; J.; JAGLIČIĆ; Z.; KARANOVIC; L.; PETŘIČEK; Václav; KREMENOVIĆ; A. Low-temperature phase transition and magnetic properties of K₃YbSi₂O₇ Acta Crystallographica Section B-Structural Science Crystal Engineering and Materials. 2021; 77(4); 584–593.
<https://doi.org/10.1107/S2052520621006077>
37. DAGHBOUJ, N., CALLISTI, M., SEN, H.S., KARLÍK, M., ČECH, J., VRONKA, Marek, HAVRÁNEK, Vladimír, ČAPEK, J., MINAŘÍK, P., BÁBOR, P., POLCAR, T. Interphase boundary layer-dominated strain mechanisms in Cu+ implanted Zr-Nb nanoscale multilayers. *Acta Materialia*. 2021, 202(Jan), 317–330.
<https://doi.org/10.1016/j.actamat.2020.10.072>
38. DĚČKÁ; Kateřina; SUCHÁ; A.; KRÁL; J.; JAKUBEC; Ivo; NIKL; Martin; JARÝ; Vítězslav; BABIN; Vladimír; MIHÓKOVÁ; Eva; ČUBA; V. On the role of Cs₄PbBr₆ phase in the luminescence performance of bright CsPbBr₃ nanocrystals. *Nanomaterials*. 2021; 11(8); 1935.
<https://doi.org/10.3390/nano11081935>
39. DEGMOVÁ, J., KRŠJAK, V., SHEN, T.L., ŠIMEG VETERNIKOVÁ, J., GATCIOVÁ, A., SOJAK, S., HRUŠKA, Petr. Near-surface investigation of positron diffusion length in helium-implanted Fe₉Cr and its ODS variant. *Applied Surface Science*. 2021, 538(Feb), 148004.
<https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2020.148004>
40. DVORSKÝ; Drahomír; KUBÁSEK; J.; HOSOVÁ; K.; ČAVOJSKÝ; M.; VOJTĚCH; D. Microstructure; mechanical; corrosion; and ignition properties of WE43 alloy prepared by different processes. *Metals*. 2021; 11(5); 728.
<https://doi.org/10.3390/met11050728>
41. DVORSKÝ; Drahomír; KUBÁSEK; J.; ROUDNICKÁ; Michaela; PRŮŠA; F.; NEČAS; D.; MINÁRIK; P.; STRÁSKÁ; J.; VOJTĚCH; D. The effect of powder size on the mechanical and corrosion properties and the ignition temperature of WE43 alloy prepared by spark plasma sintering. *Journal of Magnesium and Alloys*. 2021; 9(4); 1349–1362.
<https://doi.org/10.1016/j.jma.2020.12.012>
42. DVORSKÝ; Drahomír; KUBÁSEK; J.; VOJTĚCH; D. Characterisation of structure; mechanical and corrosion properties of pure magnesium prepared by powder metallurgy route. In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 1178. Bristol: IOP Publishing Ltd; 2021; č. článku 012012.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/1178/1/012012>
43. DVORSKÝ; Drahomír; KUBÁSEK; Jiří; PRŮŠA; F.; KRISTIANOVÁ; E.; VOJTĚCH; D. Specific interface prepared by the SPS of chemically treated Mg-based powder. *Materials Chemistry and Physics*. 2021; 261(Mar); 124197.
<https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2020.124197>
44. EBELING, R., ARASU, Narendra P., BENSCH, L., SCHULZE LAMMERS, B., MAYER, B., MUELLER, T.J.J., VÁZQUEZ, Héctor, KARTHAUEUSER, S. Preservation of the donor-acceptor character of a carbazole-phenalenone dyad upon adsorption on Pt(111). *Nanoscale Advances*. 2021, 3(2), 538–549.
<https://doi.org/10.1039/d0na00925c>
45. EL BALI, B., LACHKAR, M., DIREM, A., CETINER, E., SAYIN, K., DUŠEK, Michal. Experimental and computational studies of di-?-chlorido-bis[chlorido(1,10-phenanthroline-K₂N,N')nickel(II)] NiCl₂(H₂O)(C₁₂N₂H₈): Crystal structure, quantitative analysis of the intermolecular interactions and electronic properties. *Journal of Molecular Structure*. 2021, 1227(Mar), 129576.
<https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2020.129576>
46. FÁBRY, Jan, DUŠEK, Michal. Low-temperature phases of dicalcium barium hexakis(propanoate). *Acta Crystallographica Section C-Structural Chemistry*. 2021, 77(11), 683–690.
<https://doi.org/10.1107/S205322962101024X>

47. FAZLI, M., AKBARZADEH-T, N., BEITOLLAHI, H., DUŠEK, Michal, EIGNER, Václav. New Schiff base ligand N-(2-hydroxy-1-naphthylidene)-2-methyl aniline and its nano-sized copper(II) complex: synthesis, characterization, crystal structure and application as an electrochemical sensor of 2-phenylphenol in the presence of 4-chlorophenol. *Journal of Materials Science-Materials in Electronics*. 2021, 32(Sep.), 25118–25136.
<https://doi.org/10.1007/s10854-021-06967-3>
48. FIKÁČEK; Jan; WARMUTH; J.; ARNOLD; F.; PIAMONTEZE; C.; MAO; Z.; HOLÝ; V.; HOFMANN; P.; BREMHOLM; M.; WIEBE; J.; WIESENDANGER; R.; HONOLKA; Jan. Disorder-induced time effect in the antiferromagnetic domain state of Fe_{1+y}Te. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. 2021; 540(Dec.); 168426.
<https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2021.168426>
49. GABBASOV; B. F.; GRACHEVA; I.N.; RODIONOV; A.A.; KHAMOV; A.G.; NIKITIN; S.I.; ZVEREV; D.G.; TREPAKOV; V.A.; DEJNEKA; Alexandr; JASTRABÍK; Lubomír; YUSUPOV; R.V. Symmetry breaking in single-crystal SrTiO₃ plates: EPR manifestations. *EPL*. 2021; 133(3); 37002.
<https://doi.org/10.1209/0295-5075/133/37002>
50. GALÁŘ, Pavel, KHUN, J., FUČÍKOVÁ, A., DOHNALOVÁ, K., POPELÁŘ, Tomáš, MATULKOVÁ, I., VALENTA, J., SCHOLTZ, V., KŮSOVÁ, Kateřina. Non-thermal pulsed plasma activated water: environmentally friendly way for efficient surface modification of semiconductor nanoparticles. *Green Chemistry*. 2021, 23(2), 898–911.
<https://doi.org/10.1039/d0gc02619k>
51. GEDEON, O., JUREK, Karel. Potassium-silicate glass foil irradiated with electrons – Asymmetry in migration and space distribution given by the elastic scattering of electrons on potassium atoms. *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section B*. 2021, 502(July), 150–156.
<https://doi.org/10.1016/j.nimb.2021.06.017>
52. GHOLIVAND, K., ABBOD, M., VALMOOZI, A.A.E., BARZEGAR, O., TABAR, N.H., YAGHOUBI, R., HOSSEINI, M., SAFAIE, N., DASHTAKI, M.R., DUŠEK, Michal, MANI-VARNOSFADERANI, A. Synthesis and crystal structure of phosphonic acid and bisphosphoramidate derivatives: QSAR studies of their anti-fungal potential on *Macrophomina Phaseolina* (Tassi) Goid. *Journal of the Iranian Chemical Society*. 2021, 18(7), 1591–1606.
<https://doi.org/10.1007/s13738-020-02133-4>
53. GHOLIVAND, K., BABAEI, L.S., FALLAH, N., FARAGHI, M., DUŠEK, Michal, EIGNER, Václav. Synthesis, structural characterization and cytotoxicity of a new proton transfer compound based on 2,4-diamino-1,3,5-triazine: an experimental and computational study. *New Journal of Chemistry*. 2021, 45(42), 19755–19763.
<https://doi.org/10.1039/d1nj03674b>
54. GONANO, B., FJELLVAG, O.S., STECIUK, Gwladys, GUILLOU, F., SAHA, D., PELLOQUIN, D., FJELLVAG, H. Tuning the magnetically segregated nanolayering in Mn-Ni-As intermetallics. *Chemistry of Materials*. 2021, 33(8), 3002–3010.
<https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.1c00760>
55. GONZÁLEZ-HERRERO, H., MENDIETA MORENO, Jesús Ignacio, EDALATMANESH, Shayan, SANTOS, J., MARTÍN, N., ÉCIJA, D., DE LA TORRE CERDEÑO, Bruno, JELÍNEK, Pavel. Atomic scale control and visualization of topological quantum phase transition in π -conjugated polymers driven by their length. *Advanced Materials*. 2021, 33(44), 2104495.
<https://doi.org/10.1002/adma.202104495>
56. GORBENKO, V., WITKIEWICZ-ŁUKASZEK, S., ZORENKO, T., SYROTYCH, Y., MAREŠ, Jiří A., KUČERKOVÁ, Romana, NIKL, Martin, SIDLETSKIY, O., FEDOROV, A., ZORENKO, Yu. Development of composite scintillators based on the LuAG:Pr single crystalline films and LuAG:Sc single crystals. *Crystals*. 2021, 11(8), 846.
<https://doi.org/10.3390/cryst11080846>
57. GOUGEON, P., GALL, Ph., MIGOT, S., GHANBAJA, J., HERVIEU, M., LEVINSKÝ, Petr, HEJTMÁNEK, Jiří, DAUSCHER, A., MALAMAN, B., LENOIR, B., CANDOLFI, C. Ti_{0.6}Mo₃S₅, an original large tunnel-like molybdenum sulfide with Mo zigzag chains and disordered Ti cations. *Materials Advances*. 2021, 2(18), 6020–6030.
<https://doi.org/10.1039/D1MA00568E>
58. HADJIMICHAE; M.; LI; Y.; ZATTERIN; E.; CHAHINE; G.A.; CONROY; M.; MOORE; K.; O'CONNEL; E.N.; ONDREJKOVIČ; Petr; MÁRTON; Pavel; HLINKA; Jiří; BANGERT; U.; LEAKE; S.; ZUBKO; P. Metal-ferroelectric supercrystals with periodically curved metallic layers. *Nature Materials*. 2021; 20(4); 495–503.
<https://doi.org/10.1038/s41563-020-00864-6>
59. HÁJEK, František, HOSPODKOVÁ, Alice, HUBÁČEK, Tomáš, OSWALD, Jiří, PANGRÁC, Jiří, DOMINEC, Filip, HOREŠOVSKÝ, Robert, KULDOVÁ, Karla. Depth profile of acceptor concentration in InGa_N/Ga_N multiple quantum



- wells. *Journal of Luminescence*. 2021, 236(Aug), 118127.
<https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2021.118127>
60. HÁJEK, František, HOSPODKOVÁ, Alice, HUBÍK, Pavel, GEDEONOVÁ, Zuzana, HUBÁČEK, Tomáš, PANGRÁC, Jiří, KULDOVÁ, Karla. Transport properties of AlGaN/GaN HEMT structures with back barrier: impact of dislocation density and improved design. *Semiconductor Science and Technology*. 2021, 36(7), 075016.
<https://doi.org/10.1088/1361-6641/abfe9b>
 61. HAKIMI; M.; TARANI; B.; MARDANI; Z.; HASSANI; H.; KUČERÁKOVÁ; Monika; SKOŘEPOVÁ; Eliška. Synthesis and characterization of a manganese(II) complex containing N(sp²)₄-donor Schiff base ligand and interaction toward biomacromolecules. *Inorganic and Nano-Metal Chemistry*. 2021; 51(11); 1570–1579.
<https://doi.org/10.1080/24701556.2020.1852250>
 62. HAMPLOVÁ; Věra; MIRONOV; Sergei; CIGL; Martin; BÖHMOVÁ; Zuzana; NOVOTNÁ; Vladimíra; BUBNOV; Alexej. Lateral substitution as effective tool for tuning self-organising behaviour of chiral mesogens. *Liquid Crystals and their Application*. 2021; 21(4); 23–36.
<https://doi.org/10.18083/LCAppl.2021.4.23>
 63. HAUSCHWITZ; Petr; BIČIŠŤOVÁ; Radka; BRODSKY; A.; KAPLAN; N.; CIMRMAN; Martin; HUYNH; Jaroslav; BRAJER; Jan; ROSTOHAR; Danijela; KOPEČEK; Jaromír; SMRŽ; Martin; MOCEK; Tomáš. Towards rapid fabrication of superhydrophobic surfaces by multi-beam nanostructuring with 40;401 beams. *Nanomaterials*. 2021; 11(8); 1987.
<https://doi.org/10.3390/nano11081987>
 64. HAVLOVÁ, Šárka, NOVOTNÝ, Michal, FITL, Přemysl, MORE CHEVALIER, Joris, REMSA, Jan, KIISK, V., KODU, M., JAANISO, R., HRUŠKA, Petr, LUKÁČ, František, BULÍŘ, Jiří, FEKETE, Ladislav, VOLFOVÁ, Lenka, VONDŘÁČEK, Martin, VRŇATA, M., LANČOK, Ján. Effect of pulsed laser annealing on optical and structural properties of ZnO:Eu thin film. *Journal of Materials Science*. 2021, 56(July), 11414–11425.
<https://doi.org/10.1007/s10853-021-06030-w>
 65. HEITZ; J.J.F.; NÁDVORNÍK; L.; BALOS; V.; BEHOVITS; Y.; CHEKHOV; A.L.; SEIFERT; T.S.; OLEJNÍK; Kamil; KAŠPAR; Zdeněk; GEISHENDORF; Kevin; NOVÁK; Vít; CAMPION; R. P.; WOLF; M.; JUNGWIRTH; Tomáš; KAMPFRATH; T. Optically gated terahertz-field-driven switching of antiferromagnetic CuMnAs. *Physical Review Applied*. 2021; 16(6); 064047.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevApplied.16.064047>
 66. HERRFURTH, O., RICHTER, Steffen, REBARZ, Mateusz, ESPINOZA HERRERA, Shirley J., ZUNIGA-PEREZ, J., DEPARIS, Ch., LEVEILLE, J.A., SCHLEIFE, A., GRUNDMANN, M., ANDREASSON, Jakob, SCHMIDT-GRUND, R. Transient birefringence and dichroism in ZnO studied with fs-time-resolved spectroscopic ellipsometry. *Physical Review Research*. 2021, 3(1), 013246.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.3.013246>
 67. HLADÍK, Martin, FEJFAR, Antonín, VÁZQUEZ, Héctor. Doping of the hydrogen-passivated Si(100) electronic structure through carborane adsorption studied using density functional theory. *Physical Chemistry Chemical Physics*. 2021, 23(36), 20379–20387.
<https://doi.org/10.1039/D1CP01654G>
 68. HOCKER; M.; THONKE; K.; LI; Y. L.; BISKUPEK; J.; KAISER; U.; SCHOLZ; J.P.; HUBÁČEK; Tomáš; RETTIG; O.; SCHOLZ; F. Combined depth-resolved cathodoluminescence spectroscopy and transmission electron microscopy on Al(Ga)N multi quantum well structures. *Nano Express*. 2021; 2(1); 014002.
<https://doi.org/10.1088/2632-959X/abdad9>
 69. HOLOVSKÝ; Jakub; HORYNOVÁ; E.; HORÁK; L.; RIDZOŇOVÁ; Katarína; REMEŠ; Zdeněk; LANDOVÁ; Lucie; SHARMA; R.K. Pulsed laser deposition of high-transparency molybdenum oxide thin films. *Vacuum*. 2021; 194(Sept.); 110613.
<https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2021.110613>
 70. HONOLKA, Jan, KROTZKY, S., HERZOG, M., HERDEN, T., SESSI, V., EBERT, H., MINÁR, J., VON BERGMANN, K., WIESENDANGER, R., ŠIPR, Ondřej. Spin-spiral state of a Mn monolayer on W(110) studied by soft x-ray absorption spectroscopy at variable temperature. *Physical Review B*. 2021, 103(17), 174419.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.174419>
 71. HORIAI; Takahiko; PÁTEREK; Juraj; PEJCHAL; Jan; JAROŠOVÁ; Markéta; ROHLÍČEK; Jan; KUROSAWA; S.; HANADA; T.; MASAO; Y.; YAMAJI; A.; SATOSHI; T.; HIROKI; S.; OHASHI; Y.; KAMADA; K.; YOKOTA; Y.; YOSHIKAWA; A.; NIKL; Martin. Crystal growth and optical properties of Ce-doped (La;Y)2Si2O7 single crystal. *Journal of Crystal Growth*. 2021; 572(Oct); 126252.
<https://doi.org/10.1016/j.jcrysgro.2021.126252>

72. HRUŠKA, Petr, LUKÁČ, František, CICHONĚ, Stanislav, VONDRÁČEK, Martin, ČÍŽEK, J., FEKETE, Ladislav, LANČOK, Ján, VESELÝ, J., MINÁRIK, P., CIESLAR, M., MELIKHOVA, O., KMJEČ, T., LIEDKE, M.O., BUTTERLING, M., WAGNER, A. Oxidation of amorphous HfNbTaTiZr high entropy alloy thin films prepared by DC magnetron sputtering. *Journal of Alloys and Compounds*. 2021, 869(July), 157978.
<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.157978>
73. HRUŠKA, Petr, MORE CHEVALIER, Joris, NOVOTNÝ, Michal, ČÍŽEK, J., MELIKHOVA, O., FEKETE, Ladislav, POUPON, Morgane, BULÍŘ, Jiří, VOLFOVÁ, Lenka, BUTTERLING, M., LIEDKE, M.O., WAGNER, A., FITL, Přemysl. Effect of roughness and nanoporosity on optical properties of black and reflective Al films prepared by magnetron sputtering. *Journal of Alloys and Compounds*. 2021, 872(Aug), 159744.
<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.159744>
74. HUMENYUK; Yosyp A.; KOTRLA; Miroslav; SLANINA; František. Continuous and discontinuous waves in an ASEP with pockets. *Journal of Statistical Mechanics-Theory and Experiment*. 2021; 2021(3); 033209.
<https://doi.org/10.1088/1742-5468/abe2ae>
75. HUSAIN; S.; GUPTA; R.; KUMAR; Prabhat; BEHERA; N.; BRUCAS; R.; CHAUDHARY; S.; KUMAR; A.; SVEDLINDH; P. Probing charge density wave effects in 1T-TaS₂ monolayer/Ni₈₁Fe₁₉ heterostructure: a spin dynamics approach. *ACS Applied Electronic Materials*. 2021; 3(8); 3321–3328.
<https://doi.org/10.1021/acsaelm.1c00214>
76. HYBLER; Jiří; DOLNÍČEK; Z.; SEJKORA; J. Cronstedtite from Litošice; Czech Republic. *Journal of Geosciences*. 2021; 66(4); 227–242.
<https://doi.org/10.3190/jgeosci.335>
77. HÝVL; Matěj; NOGAY; G.; LÖPER; P.; HAUG; F.J.; JEANGROS; Q.; FEJFAR; Antonín; BALLIF; C.; LEDINSKÝ; Martin. Nanoscale study of the hole-selective passivating contacts with high thermal budget using C-AFM tomography. *ACS Applied Materials and Interfaces*. 2021; 13(8); 9994–10000.
<https://doi.org/10.1021/acsaami.0c21282>
78. CHATTERJEE; Banhi; KOLORENČ; Jindřich. Electronic structure and magnetism in UGa₂: DFT+DMFT approach. *Physical Review B*. 2021; 103(20); 205146.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.205146>
79. CHAUVIN; A.; SERGIEVSKAYA; A.; FUČÍKOVÁ; A.; CORREA; Cinthia Antunes; VESELY; J.; CORNIL; J.; CORNIL; D.; DOPITA; M.; KONSTANTINIDIS; S. Insights into the growth of nanoparticles in liquid polyol by thermal annealing. *Nanoscale Advances*. 2021; 3(16); 4780–4789.
<https://doi.org/10.1039/d1na00222h>
80. CHENG, S., BEITLEROVÁ, Alena, KUČERKOVÁ, Romana, MIHÓKOVÁ, Eva, NIKL, Martin, ZHOU, Z., REN, G., WU, Y. Non-hygroscopic, self-absorption free, and efficient 1D CsCu₂I₃ perovskite single crystal for radiation detection. *ACS Applied Materials and Interfaces*. 2021, 13(10), 12198–12202.
<https://doi.org/10.1021/acsaami.0c22505>
81. CHENG, S., NIKL, Martin, BEITLEROVÁ, Alena, KUČERKOVÁ, Romana, DU, X., NIU, G., JIA, Y., TANG, J., REN, G., WU, Y. Ultrabright and highly efficient all-inorganic zero-dimensional perovskite scintillators. *Advanced Optical Materials*. 2021, 9(13), 2100460.
<https://doi.org/10.1002/adom.202100460>
82. CHEWPRADITKUL; W.; WANTONG; K.; CHEWPRADITKUL; Wa.; YAWAI; N.; KAMADA; K.; YOSHIKAWA; A.; WITKOWSKI; M.E.; MAKOWSKI; M.; DROZDOWSKI; W.; NIKL; Martin. Scintillation yield and temperature dependence of radioluminescence of (Lu;Gd)₃Al₅O₁₂:Ce garnet crystals. *Optical Materials*. 2021; 120(Oct.); 111471.
<https://doi.org/10.1016/j.optmat.2021.111471>
83. CHEWPRADITKUL; Wa.; PATTANABOONMEE; N.; CHEWPRADITKUL; W.; SAKTHONG; O.; KIM; K.J.; YOSHINO; M.; HORIAI; T.; KUROSAWA; S.; YOSHIKAWA; A.; KAMADA; K.; DROZDOWSKI; W.; WITKOWSKI; M.E.; MAKOWSKI; M.; KUČERKOVÁ; Romana; NIKL; Martin. Luminescence and scintillation properties of Gd₃Sc₂(Al_{1-x}Ga_x)O₁₂:Ce (x = 1; 2; 3) garnet crystals. *Radiation Physics and Chemistry*. 2021; 187(Oct); 109559.
<https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2021.109559>
84. CHEWPRADITKUL; Wa.; PATTANABOONMEE; N.; CHEWPRADITKUL; W.; SZCZESNIAK; T.; MOSZYNSKI; M.; KAMADA; K.; YOSHIKAWA; A.; KUČERKOVÁ; Romana; NIKL; Martin. Optical and scintillation properties of LuGd₂Al₂Ga₃O₁₂:Ce; Lu₂GdAl₂Ga₃O₁₂:Ce; and Lu₂YAl₂Ga₃O₁₂:Ce single crystals: A comparative study. *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section A*. 2021; 1004(July); 165381.
<https://doi.org/10.1016/j.nima.2021.165381>



85. CHEWPRADITKUL; Wa.; PATTANABOONMEE; N.; SAKTHONG; O.; CHEWPRADITKUL; W.; YAMAJI; A.; KUROSAWA; S.; KAMADA; K.; YOSHIKAWA; A.; MAKOWSKI; M.; WITKOWSKI; M.E.; DROZDOWSKI; W.; BEITLEROVÁ; Alena; KUČERKOVÁ; Romana; BABIN; Vladimir; NIKL; Martin. Scintillation characteristics and temperature quenching of radio- and photoluminescence of Mg²⁺-codoped (Lu;Gd)3Al₂4Ga₂6O₁₂:Ce garnet crystals. *Optical Materials*. 2021; 121(Nov.); 111595. <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2021.111595>
86. CHZHAN; V.B.; KURGANSKAYA; A.A.; TERESHINA; I. S.; KARPENKOV; A.Yu.; OVCHENKOVA; I.A.; TERESHINA-CHITROVA; Evgenia; ANDREEV; Alexander V.; GORBUNOV; D.I.; LUSHNIKOV; S.A.; VERBETSKY; V.N. Influence of interstitial and substitutional atoms on magnetocaloric effects in RNi compounds. *Materials Chemistry and Physics*. 2021; 264(May); 124455. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2021.124455>
87. CHZHAN; V.B.; TERESHINA; I. S.; RUSAKOV; V.S.; KURGANSKAYA; A.A.; TERESHINA-CHITROVA; Evgenia; FILIMONOV; A.V.; TRAN; V.H.; KARPENKOV; A.Yu.; DRULIS; H. Magnetocaloric and Mössbauer effects studies of the multicomponent Tb-Dy-Ho-Co-Fe-H compounds with a Laves phase structure near the Curie temperature. *Journal of Alloys and Compounds*. 2021; 868(July); 159056. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.159056>
88. IRIMICIUC; Stefan; CHERTOPALOV; Sergii; BULÍŘ; Jiří; FEKETE; Ladislav; VONDRAČEK; Martin; NOVOTNÝ; Michal; CRACIUN; V.; LANČOK; Ján. In situ optical and electrical analysis of transient plasmas generated by ns-laser ablation for Ag nanostructured film production. *Vacuum*. 2021; 193(Nov.); 110528. <https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2021.110528>
89. IRIMICIUC; Stefan; CHERTOPALOV; Sergii; NOVOTNÝ; Michal; CRACIUN; V.; LANČOK; Ján. On the dynamics of transient plasmas generated by nanosecond laser ablation of several metals. *Materials*. 2021; 14(23); 7336. <https://doi.org/10.3390/ma14237336>
90. IRZIQAT; B.; BERGER; Jan; MENDIETA MORENO; Jesús Ignacio; SHYAM SUNDAR; Mothuku; BEDEKAR; A. V.; ERNST; Karl-Heinz. Transition from homochiral clusters to racemate monolayers during 2D crystallization of trioxa[11]helicene on Ag(100). *ChemPhysChem*. 2021; 22(3); 293–297. <https://doi.org/10.1002/cphc.202000853>
91. IRZIQAT; B.; CEBRAT; A.; BALJOZOVIĆ; M.; MARTIN; K.; PARSCHAU; M.; AVARVARI; N.; ERNST; Karl-Heinz. Stereospecific on-surface cyclodehydrogenation of bishelicenes: preservation of handedness from helical to planar chirality. *Chemistry – A European Journal*. 2021; 27(54); 13523–13526. <https://doi.org/10.1002/chem.202102069>
92. ISHII, I., SUZUKI, D., UMENO, T., KURATA, Y., WADA, Y., SUZUKI, T., ANDREEV, Alexander V., GORBUNOV, D.I., MIYATA, A., ZHERLITSYN, S., WOSNITZA, J. Distinct field-induced ferroquadrupolar states for two different magnetic-field directions in DyNiAl. *Physical Review B*. 2021, 103(19), 195151. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.195151>
93. JÁGEROVÁ, D., ŠMAHEL, M., PORYVAI, A., MACHÁČEK, J., NOVOTNÁ, Vladimíra, KOHOUT, M. Photosensitive bent-core liquid crystals with laterally substituted azobenzene unit. *Crystals*. 2021, 11(10), 1265. <https://doi.org/10.3390/cryst11101265>
94. JANIŠ, Václav, YAN, Jiawei. Many-body perturbation theory for the superconducting quantum dot: Fundamental role of the magnetic field. *Physical Review B*. 2021, 103(23), 235163. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.235163>
95. JANKOWSKA-SUMARA, I., PASCIAK, Marek, PODGORNA, M., MAJCHROWSKI, A., KOPECKÝ, Miloš, KUB, Jiří. Incommensurately modulated structures in Pb(Zr_{1-x}Sn_x)O₃ single crystals by x-ray diffraction. *APL Materials*. 2021, 9(2), 021101. <https://doi.org/10.1063/5.0035877>
96. JARÝ, Vítězslav, HAVLÁK, Lubomír, BURYI, Maksym, MIHÓKOVÁ, Eva, BABIN, Vladimir, BÁRTA, Jan, VANĚČEK, Vojtěch, REMEŠ, Zdeněk, NIKL, Martin. Peculiarities and the red shift of Eu²⁺ luminescence in Gd³⁺-admixed YAG phosphors. *Optical Materials*. 2021, 120(Oct), 111464. <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2021.111464>
97. JENDRZEJEWSKA, I., GROŃ, T., KNÍŽEK, Karel, PILCH, M., ŠLEBARKI, A., GORAUS, J., ZAJDEL, P., STOKLOSA, Z., PIETRASIK, E., GORYCZKA, T., FIJALKOWSKI, M., BARSOVA, Z., JAMPÍLEK, J. Preparation, structure and magnetic, electronic and thermal properties of Dy³⁺-doped ZnCr₂Se₄ with unique geometric type spin-glass. *Journal of Solid State Chemistry*. 2021, 298(June), 122114. <https://doi.org/10.1016/j.jssc.2021.122114>

98. JENDRZEJEWSKA, I., KNÍŽEK, Karel, KUBACKI, J., GORAUS, J., GORYCZKA, T., PIETRASIK, E., BARSOVA, Z., JAMPÍLEK, J., WITKOWSKA-KITA, B. Structure and properties of nano- and polycrystalline Mn-doped CuCr_2Se_4 obtained by ceramic method and high-energy ball milling. *Materials Research Bulletin*. 2021, 137(May), 111174.
<https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2020.111174>
99. JÍRA, J., RUTHERFORD, D., MIČOVÁ, J., REMEŠ, Zdeněk, REZEK, B. Effect of ZnO nanoparticle sizes and illumination on growth inhibition of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria in cultivation medium. In: KOZISEK, Z., BEHULOVA, Z., POTUCEK, Z., eds. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 1050. Bristol: IOP Publishing Ltd, 2021, č. článku 012007.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/1050/1/012007>
100. KAČENKA, Z., ROUDNICKÁ, Michaela, EKRT, Ondřej, VOJTĚCH, D. High susceptibility of 3D-printed Ti-6Al-4V alloy to hydrogen trapping and embrittlement. *Materials Letters*. 2021, 301(Oct.), 130334.
<https://doi.org/10.1016/j.matlet.2021.130334>
101. KALINAY, P., SLANINA, František. Dichotomic ratchet in a two-dimensional corrugated channel. *Physical Review E*. 2021, 104(6), 064115.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevE.104.064115>
102. KAMARÁD, Jiří, KAŠTIL, Jiří, FRIÁK, Martin, MAZALOVÁ, Martina, SCHNEEWEISS, Oldřich, ARNOLD, Zdeněk. Effect of hydrostatic pressure on magneto-crystalline anisotropy of Heusler Ni_2MnSn -based alloy. *High Pressure Research*. 2021, 41(4), 405–413.
<https://doi.org/10.1080/08957959.2021.2001466>
103. KAMARÁD, Jiří, KAŠTIL, Jiří, FRIÁK, Martin, MAZALOVÁ, Martina, SCHNEEWEISS, Oldřich, MÍŠEK, Martin, KAMAN, Ondřej, ARNOLD, Zdeněk. Pressure study of magnetism in off-stoichiometric Ni_2MnSn -based alloys. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. 2021, 539(Dec.), 168345.
<https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2021.168345>
104. KAMBA, Stanislav. Soft-mode spectroscopy of ferroelectrics and multiferroics: A review. *APL Materials*. 2021, 9(2), 020704.
<https://doi.org/10.1063/5.0036066>
105. KASHIR, Alireza, FARAHANI, M.G., KAMBA, Stanislav, YADAV, M., HWANG, H. $\text{Hf}_{1-x}\text{Zr}_x\text{O}_2/\text{ZrO}_2$ nanolaminate thin films as a high?? dielectric. *ACS Applied Electronic Materials*. 2021, 3(12), 5632–5640.
<https://doi.org/10.1021/acsaelm.1c01105>
106. KAŠPAR, Zdeněk, SURÝNEK, M., ZUBÁČ, Jan, KŘÍŽEK, Filip, NOVÁK, Vít, CAMPION, R. P., WOERNLE, M.S., GAMBARDILLA, P., MARTÍ, Xavier, NĚMEC, P., EDMONDS, K. W., REIMERS, S., AMIN, O. J., MACCHEROZZI, F., DHESI, S.S., WADLEY, P., WUNDERLICH, Joerg, OLEJNÍK, Kamil, JUNGWIRTH, Tomáš. Quenching of an antiferromagnet into high resistivity states using electrical or ultrashort optical pulses. *Nature Electronics*. 2021, 4(1), 30–37.
<https://doi.org/10.1038/s41928-020-00506-4>
107. KAŠTIL, Jiří, KAMARÁD, Jiří, MÍŠEK, Martin, ISNARD, O., AMARA, M., ARNOLD, Zdeněk. Magnetostriction and extraordinary exchange spring and exchange bias effects in $\text{Ni}_{48}\text{Mn}_{39}\text{Sn}_{13}$ Heusler alloy. *Intermetallics*. 2021, 132(May), 107137.
<https://doi.org/10.1016/j.intermet.2021.107137>
108. KHALAJI, A.D., DUŠEK, Michal, EIGNER, Václav, PEYGHOUN, S.J. Mononuclear copper(I) Schiff base complex $\text{Cu}((\text{Cl-NO}_2\text{-ba})_2\text{en})\text{I}(\text{CH}_3\text{CN})$: Synthesis and crystal structure. *Journal of the Chemical Society of Pakistan*. 2021, 43(1), 88–94.
<https://doi.org/10.52568/000547>
109. KHALAJI, A.D., MACHEK, Pavel, JAROŠOVÁ, Markéta. $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ nanoparticles: synthesis, characterization, magnetic properties and photocatalytic degradation of methyl orange. *Advanced Journal of Chemistry-Section A*. 2021, 4(4), 317–326.
<https://doi.org/10.22034/AJCA.2021.292396.1268>
110. KHALAJI, A.D., MOUSAVI, S.M., SANGDEVINI, Z.P., JAROŠOVÁ, Markéta, MACHEK, Pavel, DUŠEK, Michal. Hematite ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) nanoparticles: synthesis, characterization and optical properties. *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran*. 2021, 32(3), 213–219.
<https://doi.org/10.22059/jsciences.2021.312076.1007584>
111. KHALAJI, A.D., SANGDEVINI, Z.P., MOUSAVI, S.M., JAROŠOVÁ, Markéta, MACHEK, Pavel. Benzoic acid-functionalized $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ nanoparticles: synthesis, characterization, magnetic and optical properties. *Asian Journal of Nanoscience and Materials*. 2021, 4(2), 137–146.
<https://doi.org/10.26655/AJNANOMAT.2021.2.4>



112. KLIUIKOV, A., BUKRYNOV, O., ČIŽMÁR, E., VÁHOVSKÁ, L., VITUSHKINA, S., SAMOĽOVÁ, Erika, POTOČNÁK, I. Syntheses, structures and magnetic properties of two isostructural dicyanamide-bridged 2D polymers. *New Journal of Chemistry*. 2021, 45(16), 7117–7128.
<https://doi.org/10.1039/d1nj00726b>
113. KNÍŽEK, Karel, NOVÁK, Pavel, JIRÁK, Zdeněk. Exchange interactions in γ -Fe₂O₃: GGA + U calculations. *Journal of Physics-Condensed Matter*. 2021, 33(15), 155502.
<https://doi.org/10.1088/1361-648X/abdb13>
114. KNÍŽEK, Karel, SOROKA, Miroslav, KAMAN, Ondřej, KULIČKOVÁ, Jarmila, LEVINSKÝ, Petr, HEJTMÁNEK, Jiří, JIRÁK, Zdeněk. Electronic and heat transport phenomena in the nanogranular thiospinel Fe₃S₄ *Physical Review B*. 2021, 103(24), 245129.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.245129>
115. KOCIAN, Š., ŠTEJFA, V., ROHLÍČEK, Jan, ČERVINKA, C. Phase behavior and heat capacities of biocompatible ionic liquids and low-temperature molten salts. *Crystal Growth & Design*. 2021, 21(12), 6810–6823.
<https://doi.org/10.1021/acs.cgd.1c00760>
116. KOLOMIETS, A. V., PAUKOV, M., VALENTA, J., CHATTERJEE, Banhi, ANDREEV, Alexander V., KVASHNINA, K.O., WILHELM, F., ROGALEV, A., DROZDENKO, D., MINÁRIK, P., KOLORENČ, Jindřich, RICHTER, M., PRCHAL, J., HAVELA, L. 5f states in UGa₂ probed by x-ray spectroscopies. *Physical Review B*. 2021, 104(4), 045119.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.045119>
117. KONDORI, T., AKBARZADEH-T, N., FAZLI, M., MIR, B., DUŠEK, Michal, EIGNER, Václav. A novel Schiff base ligand and its copper complex: Synthesis, characterization, X-ray crystal structure and biological evaluation. *Journal of Molecular Structure*. 2021, 1226(Feb), 129395.
<https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2020.129395>
118. KONDORI, T., AKBARZADEH-T, N., GHAZNAVI, H., KARIMI, Z., SHEERVALILOU, R., DUŠEK, Michal, EIGNER, Václav, SHAHRAKI, O. Structure analysis and biological functionalities of a nickel(II) complex and its sonochemically synthesized nano form: in vitro anti-proliferation, DNA binding, antibacterial and molecular docking study. *Journal of Molecular Structure*. 2021, 1231(May), 129989.
<https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.129989>
119. KONDORI, T., GHAZNAVI, H., AFSHARI, F., SHAHRAKI, S., SHAHRAKI, J., DUŠEK, Michal, KUČERÁKOVÁ, Monika, SHAHRAKI, O. A novel Au(III) complex with the 5,5'-dimethyl-2,2'-bipyridine ligand: synthesis, characterization, X-ray crystal structure and biological evaluation. *Polyhedron*. 2021, 210(Dec.), 115513.
<https://doi.org/10.1016/j.poly.2021.115513>
120. KOPECKÝ, Vít, RAMEŠ, Michal, VEŘTÁT, Petr, COLMAN, R.H., HECZKO, Oleg. Full variation of site substitution in Ni-Mn-Ga by ferromagnetic transition metals. *Metals*. 2021, 11(6), 850.
<https://doi.org/10.3390/met11060850>
121. KORIKI, A., MÍŠEK, Martin, POSPÍŠIL, J., KRATOCHVÍLOVÁ, M., CARVA, K., PROKLEŠKA, J., DOLEŽAL, P., KAŠTIL, Jiří, SON, S., PARK, J.-G., SECHOVSKÝ, V. Magnetic anisotropy in the van der Waals ferromagnet VI₃ *Physical Review B*. 2021, 103(17), 174401.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.174401>
122. KORNEEVA, Yu.V., CHZHAN, V.B., TERESHINA, I. S., KAMINSKAYA, T.P., TERESHINA-CHITROVA, Evgenia, DRULIS, H., ROGACKI, K. The influence of small hydrogen addition on the structural and magnetocaloric properties of high-purity nanocrystalline terbium. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2021, 46(27), 14556–14564.
<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.01.228>
123. KOSTYUCHENKO, N.V., TERESHINA, I. S., ANDREEV, Alexander V., DOERR, M., TERESHINA-CHITROVA, Evgenia, PAUKOV, M.A., GORBUNOV, D.I., POLITOVA, G.A., PYATAKOV, A.P., MIYATA, A., DRACHENKO, O., ZVEZDIN, A. K., PORTUGALL, O. Investigation of the field-induced phase transitions in the (R,R')₂Fe₁₄B rare-earth intermetallics in ultrahigh magnetic fields. *IEEE Transactions on Magnetics*. 2021, 57(2), 2101105.
<https://doi.org/10.1109/TMAG.2020.3014664>
124. KOSTYUCHENKO, N.V., TERESHINA, I. S., TERESHINA-CHITROVA, Evgenia, IVANOV, L.A., PAUKOV, M., GORBUNOV, D.I., ANDREEV, Alexander V., DOERR, M., POLITOVA, G.A., ZVEZDIN, A. K., VESELOVA, S.V., PYATAKOV, A.P., MIYATA, A., DRACHENKO, O., PORTUGALL, O. Drastic reduction of the R-Fe exchange in interstitially modified (Nd,Ho)₂Fe₁₄B compounds probed by megagauss magnetic fields. *Physical Review Materials*. 2021, 5(July), 074404.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevMaterials.5.074404>

125. KOVALEVA, N. N., CHVOSTOVÁ, Dagmar, PACHEROVÁ, Oliva, MURATOV, A.V., FEKETE, Ladislav, SHERSTNEV, I.A., KUGEL, K.I., PUDONIN, F.A., DEJNEKA, Alexandr. Bismuth layer properties in the ultrathin Bi-FeNi multilayer films probed by spectroscopic ellipsometry. *Applied Physics Letters*. 2021, 119(Nov), 183101.
<https://doi.org/10.1063/5.0069691>
126. KOŽÍŠEK, Zdeněk, BEHÚLOVÁ, M., POTŮČEK, Zdeněk, eds. *Proceedings of the Development of Materials Science in Research and Education (DMSRE30)*. 1050. IOP Publishing Ltd, 2021.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/1050/1/011001>
127. KRÁL, P., KAŠTIL, Jiří, KLICPERA, M., DOLEŽAL, P., PROKLEŠKA, J., HAVELA, L., PRCHAL, J. Stability of the 4f-magnetism in Ce₂Pd₂In under hydrostatic and uniaxial pressure. *Journal of Alloys and Compounds*. 2021, 878(Oct.), 160304.
<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.160304>
128. KRÁTKÁ, Marie, ČERMÁK, Jan, VACHELOVÁ, Jana, DAVÍDKOVÁ, Marie, ROMANYUK, Nataliya, KROMKA, Alexander, REZEK, B. Gamma radiation effects on diamond field-effect biosensors with fibroblasts and extracellular matrix. *Colloids and Surfaces B-Biointerfaces*. 2021, 204(Aug.), 111689.
<https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2021.111689>
129. KRATOCHVÍL, J.; BOHÁČEK, Pavel; ŠULC, J.; NĚMEC, M.; JELÍNKOVÁ, H.; FIBRICH, M.; TRUNDA, Bohumil; HAVLÁK, Lubomír; JUREK, Karel; NIKL, Martin; PRAJZLER, V. Tm:GGAG disordered garnet crystal for 2 μm diode-pumped solid-state laser. *Laser Physics Letters*. 2021; 18(11); 115802.
<https://doi.org/10.1088/1612-202X/ac2519>
130. KRATOCHVÍLOVÁ, M.; KLICPERA, M.; MALÝ, F.; VALENTA, J.; VEIS, M.; COLMAN, R.H.; HECZKO, Oleg. Systematic experimental search for Fe₂YZ Heusler compounds predicted by ab-initio calculation. *Intermetallics*. 2021; 131(Apr.); 107073.
<https://doi.org/10.1016/j.intermet.2020.107073>
131. KRAUS, Luděk, HECZKO, Oleg. Magnetic order in Mn excess Ni-Mn-Ga Heusler alloy single crystal probed by ferromagnetic resonance. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. 2021, 532(Aug), 167983.
<https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2021.167983>
132. KRAUS, Luděk, KOPEČEK, Jaromír. Investigation of Cu/NiFe composite wires by SAMR method. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. 2021, 533(Sep.), 168010.
<https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2021.168010>
133. KRYSIK, Yaşar, MASLYK, M., SILVA, B.N., PLANA-RUIZ, S., MOURA, H.M., MUNSIGNATTI, E.O., VAISS, V.S., KOLB, U., TREMEL, W., PALATINUS, Lukáš, LEITAO, A.A., MARLER, B., PASTORE, H.O. The elusive structure of magadiite, solved by 3D electron diffraction and model building. *Chemistry of Materials*. 2021, 33(9), 3207–3219.
<https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.1c00107>
134. KŘENEK, T., POLA, J., DOCHEVA, D., STICH, T., FAJGAR, R., KOVÁŘIK, T., POLA, M., MARTAN, J., MOSKAL, D., JANDOVÁ, V., KUPČÍK, Jaroslav, MIKYSEK, P. Porous micro/nano structured oxidic titanium surface decorated with silicon monoxide. *Surfaces and Interfaces*. 2021, 26(July), 101304.
<https://doi.org/10.1016/j.surf.2021.101304>
135. KUBÁSEK, J., MINÁRIK, P., HOSOVÁ, K., ŠÁSEK, S., KNAPEK, M., VESELÝ, J., STRÁSKÁ, J., DVORSKÝ, Drahomír, ČAVOJSKÝ, M., VOJTĚCH, D. Novel magnesium alloy containing Y, Gd and Ca with enhanced ignition temperature and mechanical properties for aviation applications. *Journal of Alloys and Compounds*. 2021, 877(Oct.), 160089.
<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.160089>
136. KUBÁSEK, Jiří, MOLNÁROVÁ, Orsolya, ČAPEK, Jaroslav, BARTHA, Kristína, ČÍŽEK, J., DOLEŽAL, P., RACEK, Jan, KAUFMAN, Jan, ŘÍDKÝ, Jan, LEJČEK, Pavel. Laser shock peening of copper poly- and single crystals. *Materials Characterization*. 2021, 174(April), 111037.
<https://doi.org/10.1016/j.matchar.2021.111037>
137. KUČERÁKOVÁ, M., ROHLÍČEK, Jan, VRATISLAV, S., JAROŠOVÁ, Markéta, KALVODA, L., NIKOLAYEV, D., LYCHAGINA, T., DOUDA, K. Texture of the freshwater shells from the Unionidae family collected in the Czech Republic investigated by X-ray and neutron diffraction. *Crystals*. 2021, 11(12), 1483.
<https://doi.org/10.3390/cryst11121483>
138. KUČERÁKOVÁ, M., ROHLÍČEK, Jan, VRATISLAV, S., NIKOLAYEV, D., LYCHAGINA, T., KALVODA, L., DOUDA, K. Texture study of Sinanodonta woodiana shells by X-Ray diffraction. *Journal of Surface Investigation-X-Ray Synchrotron and Neutron Techniques*. 2021, 15(3), 640–643.
<https://doi.org/10.1134/S1027451021030289>



139. KÜHNE, Irina A., GAVIN, L.C., HARRIS, M., GILDEA, B., MÜLLER-BUNZ, H., STEIN, M., MORGAN, G.G. Mn(III) complexes with nitro-substituted ligands-Spin states with a twist. *Journal of Applied Physics*. 2021, 129(21), 213903.
<https://doi.org/10.1063/5.0050276>
140. KURASHIMA, Y., KUROSAWA, S., MURAKAMI, R., YAMAJI, A., ISHIKAWA, S., PEJCHAL, Jan, KAMADA, K., YOSHINO, M., TOYODA, S., SATO, H., YOKOTA, Y., OHASHI, Y., YOSHIKAWA, A. Novel method of search for transparent optical materials with extremely high melting point. *Crystal Growth & Design*. 2021, 21(1), 572–578.
<https://doi.org/10.1021/acs.cgd.0c01396>
141. KŮSOVÁ, Kateřina, POPELÁŘ, Tomáš, PELANT, Ivan, MORSELLI, G., ANGELONI, S., CERONI, P. Trap-state-induced Becquerel type of photoluminescence decay in DPA-activated silicon nanocrystals. *Journal of Physical Chemistry C*. 2021, 125(3), 2055–2063.
<https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.0c09072>
142. LALIK, E., DRUŽBICKI, K., IRVINE, G., GUTMANN, M., RUDIĆ, S., MANUEL, P., PETŘÍČEK, Václav, KRZYSTYNIÁK, M. Interplay between local structure and nuclear dynamics in tungstic acid: a neutron scattering study. *Journal of Physical Chemistry C*. 2021, 125(43), 23864–23879.
<https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.1c05121>
143. LANČOK, Ján, NOVOTNÝ, Michal, VOLFOVÁ, Lenka, MORE CHEVALIER, Joris, PEREIRA, A. Effect of oxygen pressure on stoichiometric transfer in laser ablation of Pr³⁺ doped Gd₂O₃-Ga₂O₃ binary system. *Journal of Vacuum Science & Technology A : Vacuum, Surfaces and Films*. 2021, 39(4), 043403.
<https://doi.org/10.1116/6.0001001>
144. LEJČEK, Pavel, ČAPEK, Jaroslav, ROUDNICKÁ, Michaela, MOLNÁROVÁ, Orsolya, MAŇÁK, Jan, DUCHOŇ, Jan, DVORSKÝ, Drahomír, KOLLER, Martin, SEINER, Hanuš, SVORA, Petr, VOJTĚCH, D. Selective laser melting of iron: multiscale characterization of mechanical properties. *Materials Science and Engineering A Structural Materials Properties Microstructure and Processing*. 2021, 800(Jan), 140316.
<https://doi.org/10.1016/j.msea.2020.140316>
145. LEJČEK, Pavel, HOFMANN, S. Entropy-dominated grain boundary segregation. *Journal of Materials Science*. 2021, 56(12), 7464–7473.
<https://doi.org/10.1007/s10853-021-05800-w>
146. LEJČEK, Pavel, HOFMANN, S. Entropy-driven grain boundary segregation: prediction of the phenomenon. *Metals*. 2021, 11(8), 1331.
<https://doi.org/10.3390/met11081331>
147. LEJČEK, Pavel, HOFMANN, S., VŠIANSKÁ, M., ŠOB, Mojmír. Entropy matters in grain boundary segregation. *Acta Materialia*. 2021, 206(Mar.), 116597. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2020.116597>
148. LÉON, A., MISRA, S., LEVINSKÝ, Petr, HEJTMÁNEK, Jiří, WIENDLOCHA, B., LENOIR, B., CANDOLFI, C. High temperature thermoelectric properties of the tetradymite Bi₂-xPb_xTe₂Se (0 ≤ x ≤ 0.03). *Applied Physics Letters*. 2021, 119(23), 232103.
<https://doi.org/10.1063/5.0077166>
149. LI, Q., STOICA, V.A., PASCIAK, Marek, ZHU, Y., YUAN, Y., YANG, T.N., MCCARTER, M.R., DAS, S., YADAV, A.K., PARK, S., DAI, C., LEE, H. J., AHN, Y., MARKS, S.D., YU, S.K., KADLEC, Christelle, SATO, T., HOFFMANN, M.C., CHOLLET, M., KOZINA, M.E., NELSON, S., ZHU, D., WALKO, D.A., LINDENBERG, A.M., EVANS, P.G., CHEN, L.Q., RAMESH, R., MARTIN, L.W., GOPALAN, V., FREELAND, J.W., HLINKA, Jiří, WEN, H. Subterahertz collective dynamics of polar vortices. *Nature*. 2021, 592(7854), 376–380.
<https://doi.org/10.1038/s41586-021-03342-4>
150. LIN, J.X., THAOMONPUN, J., THONGPOOL, V., CHEN, W.J., HUANG, C.H., SUN, S. J., REMEŠ, Zdeněk, TSENG, Y.T., LIAO, Y.F., HSU, H.S. Enhanced photodegradation in metal oxide nanowires with Co-doped surfaces under a low magnetic field. *ACS Applied Materials and Interfaces*. 2021, 13(19), 23173–23180.
<https://doi.org/10.1021/acsami.1c03397>
151. LIU, J.J., LAGUTA, Valentyn, INZANI, K., HUANG, W.C., DAS, S., CHATTERJEE, R., SHERIDAN, E., GRIFFIN, S.M., ARDAVAN, A., RAMESH, R. Coherent electric field manipulation of Fe³⁺ spins in PbTiO₃ *Science Advances*. 2021, 7(10), eabf8103.
<https://doi.org/10.1126/sciadv.abf8103>
152. MALLADA FAES, Benjamin Jose, BŁOŃSKI, P., LANGER, R., JELÍNEK, Pavel, OTYPEKA, M., DE LA TORRE CERDEÑO, Bruno. On-surface synthesis of one-dimensional coordination polymers with tailored magnetic anisotropy. *ACS Applied Materials and Interfaces*. 2021, 13(27), 32393–32401.
<https://doi.org/10.1021/acsami.1c04693>

153. MANKOVSKY, S., SIMON, E., POLESYA, S., MARMODORO, Alberto, EBERT, H. Electric-field control of the exchange interactions. *Physical Review B*. 2021, 104(17), 174443. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.174443>
154. MARTÍN-FUENTES, C., URGEL, J. I., EDALATMANESH, Shayan, RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, E., SANTOS, J., MUTOMBO, Pingo, BISWAS, K., LAUWAET, K., GALLEGÓ, J. M., MIRANDA, R., JELÍNEK, Pavel, MARTÍN, N., ÉCIJA, D. Cumulene-like bridged indeno[1,2-b]fluorene?-conjugated polymers synthesized on metal surfaces. *Chemical Communications*. 2021, 57(61), 7545–7548. <https://doi.org/10.1039/d1cc02058g>
155. MASKOVA-CERNA, S., KOLOMIETS, A., PRCHAL, J., HALEVY, I., BUTURLIM, V., NIKOLAEVSKY, M., KOLOSKOVA, O., KOZELJ, P., KÖNIG, M., DIVIS, M., SANDRATSKII, L.M., KAŠTIL, Jiří, ANDREEV, Alexander V., SVANIDZE, E., HAVELA, L. Insight into the physics of the 5f-band antiferromagnet U₂Ni₂Sn from the pressure dependence of crystal structure and electrical resistivity. *Physical Review B*. 2021, 103(3), 035104. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.035104>
156. MAZIN, I.I., KOEPERNIK, K., JOHANNES, M.D., GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, R., ŠMEJKAL, Libor. Prediction of unconventional magnetism in doped FeSb₂ Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2021, 118(42), e2108924118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2108924118>
157. MEDVEDEV, Nikita, MILOV, I. Contribution of inter- and intraband transitions into electron-phonon coupling in metals. *European Physical Journal D*. 2021, 75(7), 212. <https://doi.org/10.1140/epjd/s10053-021-00200-w>
158. MEER, H., SCHREIBER, F., SCHMITT, C., RAMOS, R., SAITOH, E., GOMONAY, O., SINOVA, Jairo, BALDRATI, L., KLÄUI, M. Direct imaging of current-induced antiferromagnetic switching revealing a pure thermomagnetoelastic switching mechanism in NiO. *Nano Letters*. 2021, 21(1), 114–119. <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.0c03367>
159. MIRDARVATAN, V., BAHRAMIAN, B., KHALAJI, A.D., POUPON, Morgane, DUŠEK, Michal, MAZANDARANI, R. A new vanadium complex having [OVV(μ-O)2VVO] core with anti-coplanar configuration: Synthesis, crystal structure, DFT calculation, antibacterial and a homogeneous catalyst for epoxidation of alkenes. *Polyhedron*. 2021, 194(Jan), 114939. <https://doi.org/10.1016/j.poly.2020.114939>
160. MIRYALA, M., ARVAPALLI, S.S., SAKAI, N., MURAKAMI, M., MOCHIZUKI, H., NAITO, T., FUJISHIRO, H., JIRSA, Miloš, MURAKAMI, A., NOUDEM, J. Complex pulse magnetization process and mechanical properties of spark plasma sintered bulk MgB₂ Materials Science and Engineering B-Advanced Functional Solid-State Materials. 2021, 273(Nov), 115390. <https://doi.org/10.1016/j.mseb.2021.115390>
161. MIRZAAHMADI, A., HOSSEINI-YAZDI, S.A., MAHDAVI, M., DUŠEK, Michal, EIGNER, Václav, POUPON, Morgane. Apoptotic induction in K562 cell line by new water-soluble complexes of nickel(II) and zinc(II). *Polyhedron*. 2021, 202(July), 115205. <https://doi.org/10.1016/j.poly.2021.115205>
162. MISRA, S., LÉON, A., LEVINSKÝ, Petr, HEJTMÁNEK, Jiří, LENOIR, B., CANDOLFI, C. Enhanced thermoelectric performance of InTe through Pb doping. *Journal of Materials Chemistry C*. 2021, 9(40), 14490–14496. <https://doi.org/10.1039/d1tc04069c>
163. MISRA, S., LEVINSKÝ, Petr, DAUSCHER, A., MEDJAHDI, G., HEJTMÁNEK, Jiří, MALAMAN, B., SNYDER, G.J., LENOIR, B., CANDOLFI, C. Synthesis and physical properties of single-crystalline InTe: towards high thermoelectric performance. *Journal of Materials Chemistry C*. 2021, 9(15), 5250–5260. <https://doi.org/10.1039/d1tc00876c>
164. MOLNÁROVÁ, Orsolya, HABR, Stanislav, DE PRADO, Esther, ČAPEK, Jaroslav, EKRT, Ondřej, NÉMETH, Gergely, MÁLEK, P., LEJČEK, Pavel. Microstructural evolution of a 3003 based aluminium alloy during the CSET process. *Materials*. 2021, 14(19), 5770. <https://doi.org/10.3390/ma14195770>
165. MOLNÁROVÁ, Orsolya, TYC, Ondřej, HELLER, Luděk, SEINER, Hanuš, ŠITTNER, Petr. Evolution of martensitic microstructures in nanocrystalline NiTi wires deformed in tension. *Acta Materialia*. 2021, 218(Oct), 117166. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2021.117166>
166. MONDAL, Ritwik, KAMRA, A. Spin pumping at terahertz nutation resonances. *Physical Review B*. 2021, 104(21), 214426. ISSN 2469–9950. E-ISSN 2469–9969. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.214426>
167. MONDAL, Ritwik, OPPENEER, P.M. Influence of intersublattice coupling on the terahertz nutation spin dynamics in antiferromagnets. *Physical Review B*. 2021, 104(10), 104405. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.104405>



168. MONDAL, Ritwik. Theory of magnetic inertial dynamics in two-sublattice ferromagnets. *Journal of Physics-Condensed Matter*. 2021, 33(27), 275804.
<https://doi.org/10.1088/1361-648X/abfc6d>
169. MONTES MUÑOZ, Enrique, VÁZQUEZ, Héctor. Role of the binding motifs in the energy level alignment and conductance of amine-gold linked molecular junctions within DFT and DFT+?. *Applied Sciences-Basel*. 2021, 11(2), 802.
<https://doi.org/10.3390/app11020802>
170. MONTI, A.M., BURYI, Maksym, FASOLI, M., MARTINI, M. Anomalous thermal stability of the [GeO₄]- electron paramagnetic resonance signal and the 110°C thermally stimulated luminescence peak in natural and synthetic quartz. *Journal of Luminescence*. 2021, 238(Oct.), 118263.
<https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2021.118263>
171. MONTI, A.M., BURYI, Maksym, FASOLI, M., MARTINI, M. EPR characterization in natural quartz samples of a newly discovered hydrogen related defect and already known germanium related defects. *Radiation Measurements*. 2021, 145(Jul.), 106604.
<https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2021.106604>
172. MORTET, Vincent, TAYLOR, Andrew, LAMBERT, Nicolas, GEDEONOVÁ, Zuzana, FEKETE, Ladislav, LORINČÍK, J., KLIMŠA, Ladislav, KOPEČEK, Jaromír, HUBÍK, Pavel, ŠOBÁŇ, Zbyněk, LAPOSA, A., DAVYDOVA, Marina, VOVES, J., POŠTA, A., POVOLNÝ, V., HAZDRA, P. Properties of boron-doped (113) oriented homoepitaxial diamond layers. *Diamond and Related Materials*. 2021, 111(Jan), 108223.
<https://doi.org/10.1016/j.diamond.2020.108223>
173. MRKYVKOVA, N., HELD, V., NÁDAŽDY, P., SUBAIR, R., MAJKOVÁ, E., JERGEL, M., VLK, Aleš, LEDINSKÝ, Martin, KOTLÁR, M., TIAN, J., ŠIFFALOVICH, P. Combined in situ photoluminescence and X-ray scattering reveals defect formation in lead-halide perovskite films. *Journal of Physical Chemistry Letters*. 2021, 12(41), 10156–10162.
<https://doi.org/10.1021/acs.jpclett.1c02869>
174. MSALLAMOVÁ, Š., NOVÁK, P., MIOSEC, P., KOPEČEK, Jaromír, TSEPELEVA, A., RUDOMILOVA, D., FOJT, J. Corrosion properties of Mn-based alloys obtained by aluminothermic reduction of deep-sea nodules. *Materials*. 2021, 14(18), 5211.
<https://doi.org/10.3390/ma14185211>
175. MURAŠKOVÁ, V., EIGNER, Václav, DUŠEK, Michal, SEDMIDUBSKÝ, D. Iron(III) and cobalt(III) complexes with pentadentate pyridoxal Schiff base ligand structure, spectral, electrochemical, magnetic properties and DFT calculations. *Polyhedron*. 2021, 197(Mar), 115019.
<https://doi.org/10.1016/j.poly.2021.115019>
176. MUSIIENKO, Denys, NILSÉN, Frans, ARMSTRONG, Andrew, RAMEŠ, Michal, VEŘTÁT, Petr, COLMAN, R.H., ČAPEK, Jaroslav, MÜLLNER, P., HECZKO, Oleg, STRAKA, Ladislav. Effect of crystal quality on twinning stress in Ni-Mn-Ga magnetic shape memory alloys. *Journal of Materials Research and Technology-JMR&T*. 2021, 14(Sept.), 1934–1944.
<https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.07.081>
177. NÁDVORNÍK, L., BORCHERT, M., BRANDT, L., SCHLITZ, R., DE MARE, K.A., VÝBORNÝ, Karel, MERTIG, I., JAKOB, G., KLÄUI, M., GOENNENWEIN, S.T.B., WOLF, M., WOLTERS DORF, G., KAMPFRATH, T. Broadband terahertz probes of anisotropic magnetoresistance disentangle extrinsic and intrinsic contributions. *Physical Review X*. 2021, 11(2), 021030.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevX.11.021030>
178. NEZNAKHIN, D.S., BARTASHEVICH, A.M., VOLEGOV, A.S., BARTASHEVICH, M. I., ANDREEV, Alexander V. Magnetic anisotropy in RCo₃ (R = Lu and Y) single crystals. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. 2021, 539(Dec.), 168367.
<https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2021.168367>
179. NOVÁK, P., VU, N.H., ŠULCOVÁ, L., KOPEČEK, Jaromír, LAUFEK, F., TSEPELEVA, A., DVOŘÁK, P., MICHALCOVÁ, A. Structure and properties of alloys obtained by aluminothermic reduction of deep-sea nodules. *Materials*. 2021, 14(3), 561.
<https://doi.org/10.3390/ma14030561>
180. NOVOTNÁ, Vladimíra, LEJČEK, Lubor, HAMPLOVÁ, Věra, VEJPRADOVÁ, J. Defect structures of magnetic nanoparticles in smectic a liquid crystals. *Molecules*. 2021, 26(18), 5717.
<https://doi.org/10.3390/molecules26185717>
181. NOVOTNÁ, Vladimíra, STULOV, Sergey, HAMPLOVÁ, Věra, CIGL, Martin, POCIECHA, D. The cholesteric and TGB phases under the applied electric field. *Liquid Crystals*. 2021, 48(9), 1283–1294.
<https://doi.org/10.1080/02678292.2020.1858513>

182. NOVOTNÁ, Vladimíra, STULOV, Sergey, POČIECHA, D., HAMPLOVÁ, Věra, FEKETE, Ladislav, CIGL, Martin. Mesogens with four-benzene molecular core and two lactate units in the chiral chain. *Liquid Crystals*. 2021, 48(15), 2097–2105.
<https://doi.org/10.1080/02678292.2021.1929528>
183. NOVOTNÝ, Michal, FITL, Přemysl, IRIMICIUC, S.A., BULÍŘ, Jiří, MORE CHEVALIER, Joris, FEKETE, Ladislav, HRUŠKA, Petr, CHERTOPALOV, Sergii, VRŇATA, M., LANČOK, Ján. In situ monitoring of electrical resistivity and plasma during pulsed laser deposition growth of ultra-thin silver films. *Journal of Applied Physics*. 2021, 130(8), 085301.
<https://doi.org/10.1063/5.0057317>
184. NUZHNYI, Dmitry, BOVTUN, Viktor, SAVINOV, Maxim, KEMPA, Martin, PETZELT, Jan, KAMAN, Ondřej, KLEMENTOVÁ, Mariana, KULIČKOVÁ, Jarmila, JIRÁK, Zdeněk. Synthesis and broadband dielectric-infrared spectroscopy of $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3/\text{BaTiO}_3$ nanocomposite. *Materials Research Bulletin*. 2021, 144(Dec), 111459.
<https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2021.111459>
185. OGLOBLICHEV, V.V., VERKHOVSKII, S.V., MIRMELSTEIN, A.V., PISKUNOV, Y.V., GERMOV, A.Y., POTAPOV, A.M., GUBKIN, A.F., ANDREEV, Alexander V. 5f-electron magnetism in single crystal UN probed by ^{14}N NMR. *Physical Review B*. 2021, 104(15), 155148.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.155148>
186. OLSHTREM, A., CHERTOPALOV, Sergii, GUSELNIKOVA, O., VALIEV, R.R., CIESLAR, M., MILIUTINA, E., ELASHNIKOV, R., FITL, Přemysl, POSTNIKOV, P., LANČOK, Ján, ŠVORČÍK, V., LYUTAKOV, O. Plasmon-assisted MXene grafting: tuning of surface termination and stability enhancement. *2D Materials*. 2021, 8(4), 045037.
<https://doi.org/10.1088/2053-1583/ac27c0>
187. ONO, R., MARMODORO, Alberto, SCHUSSER, J., NAKATA, Y., SCHWIER, E.F., BRAUN, J., EBERT, H., MINÁR, J., SAKAMOTO, K., KRÜGER, P. Surface band characters of Weyl semimetal candidate material MoTe_2 revealed by one-step angle-resolved photoemission theory. *Physical Review B*. 2021, 103(12), 125139.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.125139>
188. PAINGAD, Vaisakh Chelod, KUNC, J., REJHON, M., RYCHETSKÝ, Ivan, MOHELSKÝ, I., ORLITA, M., KUŽEL, Petr. Ultrafast plasmon thermalization in epitaxial graphene probed by time-resolved THz spectroscopy. *Advanced Functional Materials*. 2021, 31(45), 2105763.
<https://doi.org/10.1002/adfm.202105763>
189. PALATINUS, Lukáš, KRATOCHVÍL, B. Elektronová difrakce – nový nástroj pro řešení krystalové struktury látek. *Chemické listy*. 2021, 115(7), 368–374. ISSN 0009–2770. E-ISSN 1213–7103.
<http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/3879/3795>
190. PAL-VAL, P., VATAZHUK, O., OSTAPOVETS, Andriy, KRÁL, Lubomír, PINC, Jan. Thermoactivated dislocation motion in rolled and extruded magnesium: Data of the low-temperature acoustic experiment. *Metals*. 2021, 11(10), 1647.
<https://doi.org/10.3390/met11101647>
191. PASHCHENKO, Mariia, VEVERKA, Pavel, KMJEC, T., KAMAN, Ondřej, KUBÍČKOVÁ, Lenka, KOHOUT, J., KLEMENTOVÁ, Mariana, KRAVCHUK, O., VAKULA, A., TARAPOV, S., HEJTMÁNEK, Jiří, KNÍŽEK, Karel. Magnetic, FMR and Mössbauer studies of nanocrystalline greigite. *Journal of Alloys and Compounds*. 2021, 857(March), 157569.
<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.157569>
192. PELANT, Ivan. Bimolekulární rekombinace. *Československý časopis pro fyziku*. 2021, 71(3), 197–201.
<https://ccf.fzu.cz/vyhledej1.php>
193. PENG, X., MAHALINGAM, H., DONG, S., MUTOMBO, Pingo, SU, J., TELYCHKO, M., SONG, S., LYU, P., NG, P.W., WU, J., JELÍNEK, Pavel, CHI, Ch., RODIN, A., LU, J. Visualizing designer quantum states in stable macrocycle quantum corrals. *Nature Communications*. 2021, 12(1), 5895.
<https://doi.org/10.1038/s41467-021-26198-8>
194. PEREIRA, Mauro Fernandes, APOSTOLAKIS, Apostolos. Combined structural and voltage control of giant nonlinearities in semiconductor superlattices. *Nanomaterials*. 2021, 11(5), 1287.
<https://doi.org/10.3390/nano11051287>
195. PETZELT, Jan, BOVTUN, Viktor, NUZHNYI, Dmitry, KEMPA, Martin, SAVINOV, Maxim, PASCIAK, Marek, KAMBA, Stanislav, CANU, G., BUSCAGLIA, V. Broadband dielectric, terahertz, and infrared spectroscopy of BaTiO_3 - BaZrO_3 solid solution: from proper ferroelectric over diffuse and relaxor ferroelectrics and dipolar glass to normal dielectric. *Physica Status Solidi B*. 2021, 258(10), 2100259.
<https://doi.org/10.1002/pssb.202100259>



196. PINMANGKORN, S., MIRYALA, M., ARVAPALLI, S.S., JIRSA, Miloš, OKA, T., SAKAI, N., MURAKAMI, M. (Gd,Y,Er)Ba₂Cu₃O_y bulk superconducting system processed via infiltration growth. *Journal of Alloys and Compounds*. 2021, 881(Nov), 160535.
<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.160535>
197. PODOLIAK, Natalia, CIGL, Martin, HAMPLOVÁ, Věra, POČIECHA, D., NOVOTNÁ, Vladimíra. Multichiral liquid crystals based on terphenyl core laterally substituted by chlorine atom. *Journal of Molecular Liquids*. 2021, 336(Aug), 116267.
<https://doi.org/10.1016/j.molliq.2021.116267>
198. POKORNÝ, Martin, BABIN, Vladimír, BEITLEROVÁ, Alena, JUREK, Karel, POLÁK, J., HOUŽVIČKA, J., PÁNEK, D., PARKMAN, T., VANĚČEK, Vojtěch, NIKL, Martin. Gd-admixed (Lu,Gd)AlO₃ single crystals: breakthrough in heavy perovskite scintillators. *NPG Asia Materials*. 2021, 13(1), 66.
<https://doi.org/10.1038/s41427-021-00332-w>
199. POKORNÝ, Petr, NOVOTNÝ, Michal, DEKHTYAR, Y., LUSHCHIK, A., HRUŠKA, Petr, FARA, Jan, FITL, Přemysl, MUSIL, Jindřich, JAANISO, R., LANČOK, Ján. Surface processes on KBr single crystals examined by thermostimulated exo-electron emission and desorption. *Optical Materials*. 2021, 114(April), 110898.
<https://doi.org/10.1016/j.optmat.2021.110898>
200. POKORNÝ, Petr, NOVOTNÝ, Michal, FARA, Jan, DEKHTYAR, Y., LUSHCHIK, A., JAANISO, R., FITL, Přemysl, LANČOK, Ján. Bulk and surface processes in KBr single crystals examined by thermostimulated luminescence and exo-electron emission. *Optical Materials*. 2021, 117(July), 111191.
<https://doi.org/10.1016/j.optmat.2021.111191>
201. POKORNÝ, Vladislav, NOVOTNÝ, T. Footprints of impurity quantum phase transitions in quantum Monte Carlo statistics. *Physical Review Research*. 2021, 3(2), 023013.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.3.023013>
202. POKORNÝ, Vladislav, RAM, P. Evolution of the Andreev bands in the half-filled superconducting periodic Anderson model. *Physical Review B*. 2021, 104(15), 155102.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.155102>
203. PROSCHEK, P., PRCHAL, J., DIVIŠ, M., PROKLEŠKA, J., VLÁŠKOVÁ, K., VALENTA, J., ZUBÁČ, Jan, KAŠTIL, Jiří, HEDO, M., NAKAMA, T., ONUKI, Y., HONDA, F. Weakly anisotropic ferromagnet EuRu₂P₂: ambient and hydrostatic pressure characterization. *Journal of Alloys and Compounds*. 2021, 864(May), 158753.
<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.158753>
204. PRŮŠA, Petr, KUČERA, M., VEDDA, A., FASOLI, M., MORETTI, F., HANUŠ, M., LUČENIČOVÁ, Z., VRBA, T., NIKL, Martin. Substantial reduction of trapping by Mg co-doping in LuAG:Ce, Mg epitaxial garnet films. *Journal of Luminescence*. 2021, 238(Oct), 118230.
<https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2021.118230>
205. RAZMARA, Z., EIGNER, Václav, DUŠEK, Michal. Hydrothermal synthesis and crystal structure of a new organic-inorganic magnesium complex for the removal of tetracycline. *Journal of Molecular Structure*. 2021, 1224(Jan), 129315.
<https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2020.129315>
206. RAZMARA, Z., SHAHRAKI, S., EIGNER, Václav, DUŠEK, Michal. Sonochemical synthesis, crystal structure and catalase interaction of a new 2D coordination polymer based on isoniazid and oxalato bridges. *Journal of Molecular Structure*. 2021, 1244(Nov), 131276.
<https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.131276>
207. REMEŠ, Zdeněk, AUBRECHTOVÁ DRAGOUNOVÁ, Kateřina, MIČOVÁ, J. Plasma hydrogenation of hydrothermally grown ZnO micropods. In: *Proceedings 12th International Conference on Nanomaterials – Research & Application – Nanocon 2020*. Ostrava: Tanger Ltd., 2021, s. 512–517.
<https://doi.org/10.37904/nanocon.2020.3777>
208. REMEŠ, Zdeněk, BURYI, Maksym, SHARMA, Dhananjay K., KROMKA, Alexander, POTOCKÝ, Štěpán, SHAGIEVA, Ekaterina, PORUBA, A., MIČOVÁ, J. Surface treatment of ZnO microrods by the inductively coupled hydrogen plasma with self-biased holder. In: JANDURA, D., MANIAKOVÁ, P., LETTRICHOVÁ, I., KOVÁČ, JR., J., eds. *Proceedings of ADEPT – ADEPT 2021*. Žilina: University of Žilina, 2021, s. 37–40. ISBN 978-80-554-1806-3.
209. REMEŠ, Zdeněk, KROMKA, Alexander, MIČOVÁ, J., REZEK, B., PORUBA, A., HSU, H.S. Optical emission spectroscopy of radio frequency inductively coupled plasma for cold hydrogenation of nanoparticles. In: KOZISEK, Z., BEHULOVA, Z., POTUCEK, Z., eds. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 1050. Bristol: IOP Publishing Ltd, 2021, č. článku 012012.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/1050/1/012012>

210. RICHTER, Steffen, REBARZ, Mateusz, HERRFURTH, O., ESPINOZA HERRERA, Shirley J., SCHMIDT-GRUND, R., ANDREASSON, Jakob. Broadband femtosecond spectroscopic ellipsometry. *Review of Scientific Instruments*. 2021, 92(3), 033104.
<https://doi.org/10.1063/5.0027219>
211. RITZINGER, Ph., REICHLOVA, H., KRIEGNER, Dominik, MARKOU, A., SCHLITZ, R., LAMMEL, M., SCHEFFLER, D., PARK, G.H., THOMAS, A., STŘEDA, Pavel, FELSER, C., GOENNENWEIN, S.T.B., VÝBORNÝ, Karel. Anisotropic magnetothermal transport in Co₂MnGa thin films. *Physical Review B*. 2021, 104(9), 094406.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.094406>
212. RODKEY, N., KAAL, S., SEBASTIA-LUNA, P., BIRKHÖLZER, Y.A., LEDINSKÝ, Martin, PALAZON, F., BOLINK, H.J., MORALES-MASIS, M. Pulsed laser deposition of Cs₂AgBiBr₆: from mechanochemically synthesized powders to dry, single-step deposition. *Chemistry of Materials*. 2021, 33(18), 7417–7422.
<https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.1c02054>
213. ROMANYUK, Olexandr, PASZUK, A., BARTOŠ, Igor, WILKS, R.G., NANDY, M., BOMBSCH, J., HARTMANN, C., FÉLIX, R., UEDA, S., GORDEEV, Ivan, HOUDKOVÁ, Jana, KLEINSCHMIDT, P., MACHEK, Pavel, BĀR, M., JIŘÍČEK, Petr, HANNAPPEL, T. Band bending at heterovalent interfaces: hard X-ray photoelectron spectroscopy of GaP/Si(0 0 1) heterostructures. *Applied Surface Science*. 2021, 565(Nov.), 150514.
<https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2021.150514>
214. ROTHENBACH, N., GRUNER, M.E., OLLEFS, K., SCHMITZ-ANTONIAK, C., SALAMON, S., ZHOU, P., LI, R., MO, M., PARK, S., SHEN, X., WEATHERSBY, S., YANG, J., WANG, X.J., ŠIPR, Ondřej, EBERT, H., SOKOLOWSKI-TINTEN, K., PENTCHEVA, R., BOVENSIEPEN, U., ESCHENLOHR, A., WENDE, H. Effect of lattice excitations on transient near-edge x-ray absorption spectroscopy. *Physical Review B*. 2021, 104(14), 144302.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.144302>
215. ROUDNICKÁ, Michaela, BIGAS, J., MOLNÁROVÁ, Orsolya, PALOUŠEK, D., VOJTĚCH, D. Different response of cast and 3D-printed Co-Cr-Mo alloy to heat treatment: A thorough microstructure characterization. *Metals*. 2021, 11(5), 687.
<https://doi.org/10.3390/met11050687>
216. ROUDNICKÁ, Michaela, BIGAS, J., ŠREIBR, V., PALOUŠEK, D., VOJTĚCH, D. Direct comparison between Co-28Cr-6Mo alloy prepared by selective laser melting and traditional investment casting. In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 1178. Bristol: IOP Publishing Ltd, 2021, č. článku 012046.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/1178/1/012046>
217. ROUDNICKÁ, Michaela, KUBÁSEK, J., PANTĚLEJEV, L., MOLNÁROVÁ, Orsolya, BIGAS, J., DRAHOKOUPIL, Jan, PALOUŠEK, D., VOJTĚCH, D. Heat treatment of laser powder-bed-fused Co-28Cr-6Mo alloy to remove its microstructural instability by massive FCC→HCP transformation. *Additive Manufacturing*. 2021, 47(Nov.), 102265.
<https://doi.org/10.1016/j.addma.2021.102265>
218. ROUDNICKÁ, Michaela, MOLNÁROVÁ, Orsolya, DRAHOKOUPIL, Jan, KUBÁSEK, J., BIGAS, J., ŠREIBR, V., PALOUŠEK, D., VOJTĚCH, D. Microstructural instability of L-PBF Co-28Cr-6Mo alloy at elevated temperatures. *Additive Manufacturing*. 2021, 44(Aug.), 102025.
<https://doi.org/10.1016/j.addma.2021.102025>
219. RYCHETSKÝ, Ivan, SCHRANZ, W., TRÖSTER, A. Symmetry and polarity of antiphase boundaries in PbZrO₃ *Physical Review B*. 2021, 104(22), 224107.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.224107>
220. SABBAGHI, F., AS'HABI, A., SANEEI, A., POURAYOUBI, M., SALAM, A.A.A., NEČAS, M., DUŠEK, Michal, KUČERÁKOVÁ, Monika, ACHARYA, S. Conformational analysis of two new organotin(IV) structures completed with a CSD survey. *Acta Crystallographica Section C-Structural Chemistry*. 2021, 77(Feb), 68–80.
<https://doi.org/10.1107/S2053229620016502>
221. SAGHATFOROUSH, L., HAKIMI, M., GHOLIPOUR, A., BAKHTIARI, A., MOEINI, K., EIGNER, Václav, DUŠEK, Michal. Formation of 1D coordination polymers by reaction of a tetrazine ligand and PbX₂ (X: Br, I) salts: spectral, structural and theoretical studies. *Polyhedron*. 2021, 208(Nov), 115440.
<https://doi.org/10.1016/j.poly.2021.115440>
222. SAHELI, S., REZVANI, A.R., ARABSHAHI, A., DUŠEK, Michal, SAMOĽOVÁ, Erika, JAROŠOVÁ, Markéta. Synthesis new Co-Mn mixed oxide catalyst for the production of light olefins by tuning the catalyst structure. *Applied Organometallic Chemistry*. 2021, 35(1), e6038.
<https://doi.org/10.1002/aoc.6038>
223. SAKTHONG, O., CHEWPRADITKUL, Wa., CHEWPRADITKUL, W., KUROSAWA, S., YOSHIKAWA, A., KAMADA, K., KIM, K.J.,



- DROZDOWSKI, W., WITKOWSKI, M.E., MAKOWSKI, M., KUČERKOVÁ, Romana, BEITLEROVÁ, Alena, NIKL, Martin. Luminescence and scintillation properties of Mo co-doped $\text{Y}_0.8\text{Gd}_{2.2}(\text{Al}_{15-x}\text{Ga}_x)\text{O}_{12}$: Ce multicomponent garnet crystals. *Optical Materials*. 2021, 122(Dec), 111783. <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2021.111783>
224. SAMAL, Sneha Manjaree, CIBULKOVÁ, J., ČTVRTLÍK, Radim, TOMÁŠTÍK, Jan, VÁCLAVEK, Lukáš, KOPEČEK, Jaromír, ŠITTNER, Petr. Tribological behavior of NiTi alloy produced by spark plasma sintering method. *Coatings*. 2021, 11(10), 1246. <https://doi.org/10.3390/coatings11101246>
225. SAMAL, Sneha Manjaree, MOLNÁROVÁ, Orsolya, PRŮŠA, F., KOPEČEK, Jaromír, HELLER, Luděk, ŠITTNER, Petr, ŠKODOVÁ, M., ABATE, L., BLANCO, I. Net-shape NiTi shape memory alloy by spark plasma sintering method. *Applied Sciences-Basel*. 2021, 11(4), 1802. <https://doi.org/10.3390/app11041802>
226. SAMAL, Sneha Manjaree, TYC, Ondřej, ČÍŽEK, Jan, KLEČKA, Jakub, LUKÁČ, František, MOLNÁROVÁ, Orsolya, DE PRADO, Esther, WEISS, Zdeněk, KOPEČEK, Jaromír, HELLER, Luděk, ŠITTNER, Petr, CHRÁSKA, Tomáš. Fabrication of thermal plasma sprayed NiTi coatings possessing functional properties. *Coatings*. 2021, 11(5), 610. <https://doi.org/10.3390/coatings11050610>
227. SAMOĽOVÁ, Erika, KHALAJI, A.D., EIGNER, Václav. 4-(Diphenylmethoxy)-3-ethoxybenzaldehyde. *IUCrData*. 2021, 6(4), x210356. <https://doi.org/10.1107/S2414314621003564>
228. SAMOĽOVÁ, Erika, KHALAJI, A.D., EIGNER, Václav. 4-Bromo-2-[(2-[(2-hydroxyethyl)amino]ethyl)-imino]methyl]phenol. *IUCrData*. 2021, 6(4), x210335. <https://doi.org/10.1107/S2414314621003357>
229. SAMOĽOVÁ, Erika, KUCHAR, J., ČIŽMÁR, E., DUŠEK, Michal. New heterobimetallic Cu(II)/Mn(II) complexes with trans-1,8-cyclam derivatives: Synthesis, characterization, magnetic properties and crystal structures of $(\mu_2\text{-Cloro})\text{-(dpc)-copper(II)-trichloro-manganese(II)}$ and two polymorphs of $(\mu_2\text{-Cloro})\text{-(dac)-copper(II)-trichloro-manganese(II)}$. *Journal of Molecular Structure*. 2021, 1241(Oct), 130592. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.130592>
230. SASAKI, S., CALDES, M.T., GUILLOT-DEUDON, C., BRAEMS, I., STECIUK, Gwladys, PALATINUS, Lukáš, GAUTRON, E., FRAPPER, G., JANOD, E., CORRAZE, B., JOBIC, S., CARIO, L. Design of metastable oxychalcogenide phases by topochemical (de)intercalation of sulfur in $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}_2$ *Nature Communications*. 2021, 12(1), 3605. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-23677-w>
231. SASAKI, S., STECIUK, Gwladys, GUILLOT-DEUDON, C., CALDES, M.T., BRAEMS, I., JANOD, E., CORRAZE, B., JOBIC, S., CARIO, L. Solvothermal and mechanochemical intercalation of Cu into $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}_2$ enabled by the redox reactivity of $(\text{S}_2)^{2-}$ pairs. *Dalton Transactions*. 2021, 50(36), 12419–12423. <https://doi.org/10.1039/d1dt01976g>
232. SAU, T., YADAV, P., SHARMA, S., RAGHUNATHAN, R., PASCAL, M., PETŘÍČEK, Václav, DESHPANDE, U.P., LALLA, N.P. High-resolution time of flight neutron diffraction and magnetization studies of spin reorientation and polar transitions in SmCrO_3 *Physical Review B*. 2021, 103(14), 144418. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.144418>
233. SAVCHENKO, Dariia, MEMON, V.S., VASIN, A.V., KYSIL, D., RUSAVSKY, A.V., KUZ, O.P., GAREEVA, F.M., KALABUKHOVA, E.N. EPR study of paramagnetic centers in $\text{SiO}_2\text{:C:Zn}$ nanocomposites obtained by infiltration of fumed silica with luminescent $\text{Zn}(\text{acac})_2$ solution. *Semiconductor Physics Quantum Electronics & Optoelectronics*. 2021, 24(2), 124–130. <https://doi.org/10.15407/spqeo24.02.124>
234. SEIFERT, T.S., MARTENS, U., RADU, F., RIBOW, M., BERRITTA, M., NÁDVORNÍK, L., STARKE, R., JUNGWIRTH, Tomáš, WOLF, M., RADU, I., MUENZENBERG, M., OPPENEER, P.M., WOLTERS DORF, G., KAMPFRATH, T. Frequency-independent terahertz anomalous Hall effect in DyCo_5 , $\text{Co}_{32}\text{Fe}_{68}$, and $\text{Gd}_{27}\text{Fe}_{73}$ thin films from DC to 40 THz. *Advanced Materials*. 2021, 33(14), 2007398. <https://doi.org/10.1002/adma.202007398>
235. SHAYANFARD, Pejman, HELLER, Luděk, ŠANDERA, P., ŠITTNER, Petr. Experimental and numerical investigation of thermomechanical cycling of notched NiTi shape memory ribbon using SMA model accounting for plastic deformation. *Journal of Materials Research and Technology-JMR&T*. 2021, 15(Nov), 1759–1776. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.08.132>

236. SHICK, Alexander, FUJIMORI, S.-I., PICKETT, W. E. UTe₂: a nearly insulating half-filled $j=5/2$ 5f₃ heavy-fermion metal. *Physical Review B*. 2021, 103(12), 125136.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.125136>
237. SHICK, Alexander, MÁČA, František. Electronic structure and magnetic properties of Dy-doped Bi₂Te₃ *Journal of Alloys and Compounds*. 2021, 872(Aug.), 159709.
<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.159709>
238. SHIMAKAWA, K., KADLEC, Filip, KADLEC, Christelle, PŘIKRYL, J., WÁGNER, T., FRUMAR, M., KASAP, S. Effects of grain boundaries on THz conductivity in the crystalline states of Ge₂Sb₂Te₅ phase-change materials: correlation with DC loss. *Physica Status Solidi*. 2021, 15(3), 2000411.
<https://doi.org/10.1002/pssr.202000411>
239. SCHWABE, S., NIEMANN, R., BACKEN, A., WOLF, D., DAMM, C., WALTER, T., SEINER, Hanuš, HECZKO, Oleg, NIELSCH, K., FÄHLER, S. Building Hierarchical Martensite. *Advanced Functional Materials*. 2021, 31(7), 2005715.
<https://doi.org/10.1002/adfm.202005715>
240. SIMON, E., MARMODORO, Alberto, MANKOVSKY, S., EBERT, H. Theoretical study on the electric field effect on magnetism of Pd/Co/Pt thin films. *Physical Review B*. 2021, 103(6), 064406.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.064406>
241. SKOŘEPOVÁ, Eliška, ROHLÍČEK, Jan, CHATZIADI, A., ZVONÍČEK, V., JIRÁT, J., ČEJKA, J., RIDVAN, L., ŠÓOŠ, M. Low-temperature polymorphs of lacosamide. *Journal of Crystal Growth*. 2021, 562(May), 126085.
<https://doi.org/10.1016/j.jcrysgro.2021.126085>
242. SMOLKO, L., ŠPAKOVÁ, I., KLEPCOVÁ, Z., DUBAYOVÁ, K., SAMOLOVÁ, Erika, RABAJDOVÁ, M., MAREKOVÁ, M. Zinc(II) niflumato complex with neocuproine: Synthesis, crystal structure, characterization and cytotoxic effects on human endometrial cell lines. *Journal of Molecular Structure*. 2021, 1237(Aug), 130312.
<https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.130312>
243. SOROKA, Miroslav, KNÍŽEK, Karel, JIRÁK, Zdeněk, LEVINSKÝ, Petr, JAROŠOVÁ, Markéta, BURŠÍK, J., HEJTMÁNEK, Jiří. Anomalous Nernst effect in the ceramic and thin film samples of La_{0.7}Sr_{0.3}CoO₃ perovskite. *Physical Review Materials*. 2021, 5(3), 035401.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevMaterials.5.035401>
244. SOTO-MONTERO, T., SOLTANPOOR, W., KRALJ, S., BIRKHÖLZER, Y.A., REMEŠ, Zdeněk, LEDINSKÝ, Martin, RIJNDERS, G., MORALES-MASIS, M. Single-source pulsed laser deposition of MAPbI₃ In: *Proceedings of the 2021 IEEE 48th Photovoltaic Specialists Conference (PVSC)*. New York: IEEE, 2021, s. 1318–1323.
<https://doi.org/10.1109/PVSC43889.2021.9518799>
245. STECIUK, Gwladys, MAJZIAN, J., PLÁŠIL, Jakub. Hydrogen disorder in kaatialeite Fe[AsO₂(OH)₂]5H₂O from Jáchymov, Czech Republic: determination from low-temperature 3D electron diffraction. *IUCrJ*. 2021, 8(1), 116–123.
<https://doi.org/10.1107/S2052252520015626>
246. STECIUK, Gwladys, SCHAF, O., TORTET, L., PIZZALA, H., PALATINUS, Lukáš, HORNFECK, Wolfgang, PAILLAUD, J.L. A new lithium-rich zeolitic 10-MR zincolithosilicate MZS-1 hydrothermally synthesized under high pressure and characterized by 3D electron diffraction. *European Journal of Inorganic Chemistry*. 2021, 2021(7), 628–638.
<https://doi.org/10.1002/ejic.202000939>
247. STEHLÍK, Štěpán, MERMOUX, M., SCHUMMER, B., VANĚK, O., KOLÁŘOVÁ, Kateřina, ŠTENCLOVÁ, Pavla, VLK, Aleš, LEDINSKÝ, Martin, PFEIFER, Rene, ROMANYUK, Olexandr, GORDEEV, Ivan, ROUSSEL-DHERBEY, F., NĚMEČKOVÁ, Zuzana, HENYCH, Jiří, BEZDIČKA, Petr, KROMKA, Alexander, REZEK, B. Size effects on surface chemistry and Raman spectra of sub-5 nm oxidized high-pressure high-temperature and detonation nanodiamonds. *Journal of Physical Chemistry C*. 2021, 125(10), 5647–5669.
<https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.0c09190>
248. STRAKOŠOVÁ, A., ROUDNICKÁ, Michaela, EKRT, Ondřej, VOJTĚCH, D., MICHALCOVÁ, A. Hydrogen embrittlement of the additively manufactured high-strength X3NiCoMoTi 18-9-5 maraging steel. *Materials*. 2021, 14(17), 5073.
<https://doi.org/10.3390/ma14175073>
249. SU, J., FAN, W., MUTOMBO, Pingo, PENG, X., SONG, S.T., ONDRÁČEK, Martin, GOLUB, Pavlo, BRABEC, Jiří, VEIS, Libor, TELYCHKO, M., JELÍNEK, Pavel, WU, J., LU, J. On-surface synthesis and characterization of [7]triangulene quantum ring. *Nano Letters*. 2021, 21(1), 861–867.
<https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.0c04627>
250. SUNDARESAN, S., KÜHNE, Irina A., EVESSON, C., HARRIS, M.M., FITZPATRICK, A.J.,



- AHMED, A., MÜLLER-BUNZ, H., MORGAN, G.G. Compressed Jahn-Teller octahedra and spin quintet-triplet switching in coordinatively elastic manganese(III) complexes. *Polyhedron*. 2021, 208(Nov), 115386.
<https://doi.org/10.1016/j.poly.2021.115386>
251. SWEKIS, P., GAYLES, J., KRIEGNER, Dominik, FECHER, G.H., SUN, Y., GOENNENWEIN, S.T.B., FELSER, C., MARKOU, A. Role of magnetic exchange interactions in chiral-type Hall effects of epitaxial MnxPtSn films. *ACS Applied Electronic Materials*. 2021, 3(3), 1323–1333.
<https://doi.org/10.1021/acsaelm.0c01104>
252. ŠPIČKA, Václav, VELICKÝ, Bedřich, KALVOVÁ, Anděla. Relation between full NEGF, non-Markovian and Markovian transport equations. *European Physical Journal-Special Topics*. 2021, 230(4), 771–808.
<https://doi.org/10.1140/epjs/s11734-021-00109-w>
253. ŠTEJFA, V., POKORNÝ, V., ROHLÍČEK, Jan, FULEM, M., RŮŽIČKA, K. Polymorphism of anhydrous oxalic acid unravelled. *Journal of Chemical Thermodynamics*. 2021, 160(Sep), 106488.
<https://doi.org/10.1016/j.jct.2021.106488>
254. ŠTEJFA, V., ROHLÍČEK, Jan, ČERVINKA, C. Phase behaviour and heat capacities of selected 1-ethyl-3-methylimidazolium-based ionic liquids II. *Journal of Chemical Thermodynamics*. 2021, 160(Sep), 106392.
<https://doi.org/10.1016/j.jct.2021.106392>
255. TAHERZADEH, M., POURAYOUBI, M., ALVIRI, B.V., BAYRAQ, S.S., ARIANI, M., NEČAS, M., DUŠEK, Michal, EIGNER, Václav, RUDBARI, H.A., BRUNO, G., PERCINO, T.M., LEYVA-RAMÍREZ, M.A., DAMODARAN, K. Hydrogen-bond directionality and symmetry in $[\text{C}(\text{O})\text{NH}](\text{N})2\text{P}(\text{O})$ -based structures: a comparison between X-ray crystallography data and neutron-normalized values, and evaluation of reliability. *Acta Crystallographica Section B-Structural Science Crystal Engineering and Materials*. 2021, 77(June), 384–396.
<https://doi.org/10.1107/S2052520621003371>
256. TAHIRI, A. A., LACHKAR, M., DUŠEK, Michal, CASTELLÓ, J.B.C., STOYANOVA-LYUBENOVA, T., FRAGA, D., EL BALI, B. Crystal structure and spectroscopy studies of the thulium acid pyrophosphate $\text{HTmP}_2\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. *Journal of Molecular Structure*. 2021, 1224(Jan), 129157.
<https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2020.129157>
257. TELYCHKO, M., LI, G., MUTOMBO, Pingo, SOLER-POLO, D., PENG, X., SU, J., SONG, S.T., KOH, M.J., EDMONDS, M., JELÍNEK, Pavel, WU, J., LU, J. Ultrahigh-yield on-surface synthesis and assembly of circumcoronene into a chiral electronic Kagome-honeycomb lattice. *Science Advances*. 2021, 7(3), eabf0269.
<https://doi.org/10.1126/sciadv.abf0269>
258. TERESHINA, I. S., KARPENKOV, A.Yu., GORBUNOV, D.I., DOERR, M., TERESHINA-CHITROVA, Evgenia, DRULIS, H. Structural and high-field magnetic properties of Laves phase $\text{RFe}_2\text{-H}$ hydrides. *Journal of Applied Physics*. 2021, 130(21), 210901.
<https://doi.org/10.1063/5.0065176>
259. TERESHINA, I. S., PANKRATOV, N.Yu., KARPENKOV, A.Yu., GORBUNOV, D.I., DOERR, M., PAUKOV, M.A., TERESHINA-CHITROVA, Evgenia, ANDREEV, Alexander V. Perspective on synthesis, structure, and magnetic properties of R-Fe-H hydrides. *Journal of Applied Physics*. 2021, 130(22), 220902.
<https://doi.org/10.1063/5.0073521>
260. TERESHINA-CHITROVA, Evgenia, HAVELA, L., PAUKOV, M., DOPITA, M., HORÁK, L., KOLOSKOVA, O., ŠOBÁŇ, Zbyněk, GOUDER, T., HUBER, F., SEIBERT, A. Role of disorder in magnetic and conducting properties of U-Mo and U-Mo-H thin films. *Materials Chemistry and Physics*. 2021, 260(Feb), 124069.
<https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2020.124069>
261. TESAŘ, Karel, SOMEKAWA, H., SINGH, A. Achieving yield symmetry in an extruded Mg-Zn-Y alloy by more effective dispersion of quasicrystalline i-phase . *Metallurgical and Materials Transactions A*. 2021, 52(6), 2185–2194.
<https://doi.org/10.1007/s11661-021-06209-5>
262. TESAŘ, Roman, ŠINDLER, Michal, KADLEC, Christelle, LIPAŤSKÝ, P., SKRBEK, L., KOLÁČEK, Jan. Mass of Abrikosov vortex in high-temperature superconductor $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$. *Scientific Reports*. 2021, 11(Nov.), 21708.
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-00846-x>
263. THOŘ, T., RUBEŠOVÁ, K., JAKEŠ, V., MIKOLÁŠOVÁ, D., CAJZL, J., HAVLÍČEK, J., NÁDHERNÝ, L., PRŮŠA, F., KUČERKOVÁ, Romana, NIKL, Martin. Dense ceramics of lanthanide-doped Lu_2O_3 prepared by spark plasma sintering. *Journal of the European Ceramic Society*. 2021, 41(1), 741–751.
<https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2020.08.028>

264. TCHAPLIANKA, Maxim, SHICK, Alexander, LICHTENSTEIN, A.I. Valence fluctuations and Kondo resonance in Co adatom on Cu₂N/Cu(100) surface: DFT + ED study. *New Journal of Physics*. 2021, 23(10), 103037.
<https://doi.org/10.1088/1367-2630/ac2d71>
265. TIKUIŠIS, Kristupas, WYZULA, J., OHNOUTEK, L., CEJPEK, P., UHLÍŘOVÁ, K., HAKL, M., FAUGERAS, C., VÝBORNÝ, Karel, ISHIDA, A., VEIS, M., ORLITA, M. Landau level spectroscopy of the PbSnSe topological crystalline insulator. *Physical Review B*. 2021, 103(15), 155304.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.155304>
266. TKACH, A., OKHAY, O., NUZHNYI, Dmitry, PETZELT, Jan, VILARINHO, P. M. Polar phonon behaviour in polycrystalline Bi-doped strontium titanate thin films. *Materials*. 2021, 14(21), 6414.
<https://doi.org/10.3390/ma14216414>
267. TSUCHIURA, H., YOSHIOKA, T., NOVÁK, Pavel, FISCHBACHER, J., KOVACS, A., SCHREFFL, T. First-principles calculations of magnetic properties for analysis of magnetization processes in rare-earth permanent magnets. *Science and Technology of Advanced Materials*. 2021, 22(1), 748–757.
<https://doi.org/10.1080/14686996.2021.1947119>
268. TYC, Ondřej, MOLNÁROVÁ, Orsolya, ŠITTNER, Petr. Effect of microstructure on fatigue of superelastic NiTi wires. *International Journal of Fatigue*. 2021, 152(Oct), 106400.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2021.106400>
269. TYUNINA, Marina, MIKŠOVSKÝ, Jan, KOCOUREK, Tomáš, DEJNEKA, Alexandr. Hysteresis-free piezoresponse in thermally strained ferroelectric barium titanate films. *Electronic materials*. 2021, 2(1), 17–23.
<https://doi.org/10.3390/electronicmat2010002>
270. TYUNINA, Marina, NEPOMNIASHCHAYA, Natalia, VETOKHINA, Volha, DEJNEKA, Alexandr. Superior elasto-optic tetragonal SrTiO₃ films. *APL Materials*. 2021, 9(12), 121108.
<https://doi.org/10.1063/5.0075614>
271. TYUNINA, Marina, PACHEROVÁ, Oliva, KOCOUREK, Tomáš, DEJNEKA, Alexandr. Anisotropic chemical expansion due to oxygen vacancies in perovskite films. *Scientific Reports*. 2021, 11(1), 15247.
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-93968-1>
272. TYUNINA, Marina, RUSEVICH, L.L., KOTOMIN, E.A., PACHEROVÁ, Oliva, KOCOUREK, Tomáš, DEJNEKA, Alexandr. Epitaxial growth of perovskite oxide films facilitated by oxygen vacancies. *Journal of Materials Chemistry C*. 2021, 9(5), 1693–1700.
<https://doi.org/10.1039/d0tc05750a>
273. TYUNINA, Marina, SAVINOV, Maxim, DEJNEKA, Alexandr. Electrical conductivity in oxygen-substituted SrTiO₃-? films. *Applied Physics Letters*. 2021, 119(Nov.), 192901.
<https://doi.org/10.1063/5.0072225>
274. TYUNINA, Marina. Conductivity in ferroelectric barium titanate: electrons versus oxygen vacancies. *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control*. 2021, 68(2), 296–302.
<https://doi.org/10.1109/TUFFC.2020.2978901>
275. VALENTA, J., KRATOCHVÍLOVÁ, M., MÍŠEK, Martin, CARVA, K., KAŠTIL, Jiří, DOLEŽAL, P., OPLETAL, P., ČERMÁK, P., PROSCHEK, P., UHLÍŘOVÁ, K., PRCHAL, J., COAK, M.J., SON, S., PARK, J.-G., SECHOVSKÝ, V. Pressure-induced large increase of Curie temperature of the van der Waals ferromagnet V13 *Physical Review B*. 2021, 103(5), 054424.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.054424>
276. VANĚČEK, Vojtěch, PÁTEREK, Juraj, KRÁL, Robert, BURYI, Maksym, BABIN, Vladimír, ZLOUŽEOVÁ, Kateřina, KODAMA, S., KUROSAWA, S., YOKOTA, Y., YOSHIKAWA, A., NIKL, Martin. Cs₂HfCl₆ doped with Zr: Influence of tetravalent substitution on scintillation properties. *Journal of Crystal Growth*. 2021, 573(Nov), 126307.
<https://doi.org/10.1016/j.jcrysgro.2021.126307>
277. VANĚK, Tomáš, HÁJEK, František, DOMINEC, Filip, HUBÁČEK, Tomáš, KULDOVÁ, Karla, PANGRÁC, Jiří, KOŠUTOVÁ, Tereza, KEJZLAR, P., BÁBOR, P., LACHOWSKI, A., HOSPODKOVÁ, Alice. Luminescence redshift of thick InGa_N/Ga_N heterostructures induced by the migration of surface adsorbed atoms. *Journal of Crystal Growth*. 2021, 565(July), 126151.
<https://doi.org/10.1016/j.jcrysgro.2021.126151>
278. VANĚK, Tomáš, HUBÁČEK, Tomáš, HÁJEK, František, DOMINEC, Filip, PANGRÁC, Jiří, KULDOVÁ, Karla, OSWALD, Jiří, HOSPODKOVÁ, Alice. Nanostructured layer enhancing light extraction from Ga_N-based scintillator using MOVPE. In: *Proceedings of the 12th International Conference on Nanomaterials – Research & Application*. Ostrava: Tanger Ltd., 2021, s. 12–17. ISBN 978-80-87294-98-7.
<https://doi.org/10.37904/nanocon.2020.3698>



279. VEŘTÁT, Petr, SEINER, Hanuš, STRAKA, Ladislav, KLICPERA, M., SOZINOV, A., FABELO, O., HECZKO, Oleg. Hysteretic structural changes within five-layered modulated 10M martensite of Ni-Mn-Ga(-Fe). *Journal of Physics-Condensed Matter*. 2021, 33(26), 265404. <https://doi.org/10.1088/1361-648X/abfb8f>
280. VILLA, Irene, GONZALEZ, B.S., ORFANO, M., COVA, F., SECCHI, V., COLOMBO, C., PÁTEREK, Juraj, KUČERKOVÁ, Romana, BABIN, Vladimir, MAURI, M., NIKL, Martin, MONGUZZI, A. The sensitization of scintillation in polymeric composites based on fluorescent nanocomplexes. *Nanomaterials*. 2021, 11(12), 3387. <https://doi.org/10.3390/nano11123387>
281. VÍT, Jakub, VIROK, J., PEEDU, L., ROOM, T., NAGEL, U., KOCIS, V., TOKUNAGA, Y., TAGUCHI, Y., TOKURA, Y., KEZSMARKI, I., BALLA, P., PENC, K., ROMHANYI, J., BORDÁCS, S. In situ electric-field control of THz nonreciprocal directional dichroism in the multiferroic Ba₂CoGe₂O₇. *Physical Review Letters*. 2021, 127(15), 157201. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.157201>
282. VOIGT, J., ROY, M., BALJOZOVIĆ, M., WÄCKERLIN, Ch., COQUEREL, Y., GINGRAS, M., ERNST, Karl-Heinz. Unbalanced 2D chiral crystallization of pentahelicene propellers and their planarization into nanographenes. *Chemistry – A European Journal*. 2021, 27(40), 10251–10254. ISSN 0947–6539. <https://doi.org/10.1002/chem.202101223>
283. VRONKA, Marek, STRAKA, Ladislav, KLEMENTOVÁ, Mariana, HECZKO, Oleg. Magnetic domain structure across the austenite-martensite interface in Ni₅₀Mn₂₅Ga₂₀Fe₅ single crystalline thin foil. *Applied Physics Letters*. 2021, 119(21), 212901. <https://doi.org/10.1063/5.0066983>
284. WÄCKERLIN, Ch., ERNST, Karl-Heinz. Autocatalytic surface explosion chemistry of 2D metal-organic frameworks. *Journal of Physical Chemistry C*. 2021, 125(24), 13343–13349. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.1c03809>
285. WANG, Q., NIKL, Martin, CHENG, S., REN, G., WU, Y. Undoped and Ti-doped Cs₃Cu₂I₅ thin films as potential X-ray scintillators. *Physica Status Solidi*. 2021, 15(11), 2100422. <https://doi.org/10.1002/pssr.202100422>
286. WITKIEWICZ-LUKASZEK, S., GORBENKO, V., ZORENKO, T., SYROTYCH, Y., KUČERKOVÁ, Romana, MAREŠ, Jiří A., NIKL, Martin, SIDLETSKIY, O., FEDOROV, A., KUROSAWA, S., KAMADA, K., YOSHIKAWA, A., ZORENKO, Yu. New types of composite scintillators based on the single crystalline films and crystals of Gd₃(Al,Ga)₅O₁₂:Ce mixed garnets. *Materials Science and Engineering B-Advanced Functional Solid-State Materials*. 2021, 264(Feb), 114909. <https://doi.org/10.1016/j.mseb.2020.114909>
287. XIE, Y., YUAN, Y., BIROWSKA, M., ZHANG, C., CAO, L., WANG, M., GRENZER, J., KRIEGNER, Dominik, DOLEŽAL, P., ZENG, Y.J., ZHANG, X., HELM, M., ZHOU, S., PRUCNAL, S. Strain-induced switching between noncollinear and collinear spin configuration in magnetic Mn₅Ge₃ films. *Physical Review B*. 2021, 104(6), 064416. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.064416>
288. YAHAGI, Y., MIURA, D., SAKUMA, A., ŽELEZNÝ, Jakub. Theoretical study of extrinsic spin current generation in ferromagnets induced by anisotropic spin-flip scattering. *Physical Review B*. 2021, 104(9), 094417. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.094417>
289. YAMAMOTO, Sh., GORBUNOV, D.I., DIAZ-ORTEGA, I.F., MIYATA, A., KIHARA, T., KOTANI, Y., NAKAMURA, T., MUSHNIKOV, N. V., ANDREEV, Alexander V., NOJIRI, H., WOSNITZA, J. High-field soft-x-ray dichroism of a hard ferrimagnet with easy-plane anisotropy. *Physical Review B*. 2021, 104(6), 064405. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.064405>
290. YUDIN, Petr, DUCHOŇ, Jan, PACHEROVÁ, Oliva, KLEMENTOVÁ, Mariana, KOCOUREK, Tomáš, DEJNEKA, Alexandr, TYUNINA, Marina. Ferroelectric phase transitions induced by a strain gradient. *Physical Review Research*. 2021, 3(3), 033213. <https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.3.033213>
291. YUDIN, Petr, SHAPOVALOV, K., SLUKA, T., PERÄNTIE, J., JANTUNEN, H., DEJNEKA, Alexandr, TYUNINA, Marina. Mobile and immobile boundaries in ferroelectric films. *Scientific Reports*. 2021, 11(1), 1899. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81516-w>
292. ZABLOTSKII, Vitalii, POLYAKOVA, Tetyana, DEJNEKA, Alexandr. Modulation of the cell membrane potential and intracellular protein transport by high magnetic fields. *Bioelectromagnetics*. 2021, 42(1), 27–36. <https://doi.org/10.1002/bem.22309>

293. ZAKARIA, N.L., POURAYOUBI, M., TOULAROUD, M. E., DUŠEK, Michal, SKOŘEPOVÁ, Eliška. Structural differences/ similarities of diastereotopic groups in three new chiral phosphoramides. *Acta Crystallographica Section C-Structural Chemistry*. 2021, 77(Apr), 186–196.
<https://doi.org/10.1107/S2053229621002047>
294. ZALOM, Peter, NOVOTNÝ, T. Tunable reentrant Kondo effect in quantum dots coupled to metal-superconducting hybrid reservoirs. *Physical Review B*. 2021, 104(3), 035437.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.035437>
295. ZALOM, Peter, POKORNÝ, Vladislav, NOVOTNÝ, T. Spectral and transport properties of a half-filled Anderson impurity coupled to phase-biased superconducting and metallic leads. *Physical Review B*. 2021, 103(3), 035419.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.035419>
296. ZANDVAKILI, T., FATEMI, S.J., EBRAHIMPOUR, S.Y., EBRAHIMNEJAD, H., DUŠEK, Michal, EIGNER, Václav. Synthesis, structural elucidation, in vitro antibacterial activity and antioxidant property of a novel oxo-vanadium(V) dimer complex incorporating deferasirox ligand. *ChemistrySelect*. 2021, 6(38), 10405–10411.
<https://doi.org/10.1002/slct.202102776>
297. ZAPADLÍK, Ondřej, PEJCHAL, Jan, KUČERKOVÁ, Romana, BEITLEROVÁ, Alena, NIKL, Martin. Composition-engineered GSAG garnet: single-crystal host for fast scintillators. *Crystal Growth & Design*. 2021, 21(12), 7139–7149.
<https://doi.org/10.1021/acs.cgd.1c01007>
298. ZARZUELA, R., HILL, D., SINOVA, Jairo, TSERKOVNYAK, Y. Dynamically stabilized spin superfluidity in frustrated magnets. *Physical Review B*. 2021, 103(17), 174424.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.174424>
299. ZAZUBOVICH, S., LAGUTA, Valentyn, KAMADA, K., YOSHIKAWA, A., JUREK, Karel, NIKL, Martin. Effect of W and Mo co-doping on the photo- and thermally stimulated luminescence and defects creation processes in Gd₃(Ga,Al)5O₁₂:Ce crystals. *Optical Materials*. 2021, 114(Apr.), 110923.
<https://doi.org/10.1016/j.optmat.2021.110923>
300. ZELENÝ, M., SEDLÁK, Petr, HECZKO, Oleg, SEINER, Hanuš, VEŘTÁT, Petr, OBATA, M., KOTANI, T., ODA, T., STRAKA, Ladislav. Effect of electron localization in theoretical design of Ni-Mn-Ga based magnetic shape memory alloys. *Materials and Design*. 2021, 209(November), 109917.
<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2021.109917>
301. ZEMEK, Josef, HOUDKOVÁ, Jana, JIŘÍČEK, Petr, JELÍNEK, Miroslav, JUREK, Karel, KOCOUREK, Tomáš, LEDINSKÝ, Martin. In-depth distribution of elements and chemical bonds in the surface region of calcium-doped diamond-like carbon films. *Applied Surface Science*. 2021, 539(Feb), 148250.
<https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2020.148250>
302. ZHANG, Y., XU, Q., KOEPERNIK, K., REZAEV, R., JANSON, O., ŽELEZNÝ, Jakub, JUNGWIRTH, Tomáš, FELSER, C., VAN DEN BRINK, J., SUN, Y. Different types of spin currents in the comprehensive materials database of nonmagnetic spin Hall effect. *NPJ Computational*. 2021, 7(1), 167.
<https://doi.org/10.1038/s41524-021-00635-0>
303. ZUBÁČ, Jan, KAŠPAR, Zdeněk, KRÍŽEK, Filip, FÖRSTER, T., CAMPION, R. P., NOVÁK, Vít, JUNGWIRTH, Tomáš, OLEJNÍK, Kamil. Hysteretic effects and magnetotransport of electrically switched CuMnAs. *Physical Review B*. 2021, 104(18), 184424.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.184424>
304. ŽELEZNÝ, Jakub, FANG, Z., OLEJNÍK, Kamil, PATCHETT, J., GERHARD, F., GOULD, C., MOLENKAMP, L. W., GÓMEZ-OLIVELLA, Carles, ZEMEN, J., TICHÝ, T., JUNGWIRTH, Tomáš, CICCARELLI, C. Unidirectional magnetoresistance and spin-orbit torque in NiMnSb. *Physical Review B*. 2021, 104(5), 054429.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.054429>
305. ŽELEZNÝ, Vladimír, GOIAN, Veronica, NAVRÁTIL, Jiří, DRAŠAR, Č., ORLITA, M., PIOT, B.A., PROKLEŠKA, J., MÍŠEK, Martin, KAŠTIL, Jiří, KAMBA, Stanislav. Anomalous temperature dependence of the effective mass in p-type Bi₂Te₃ *Physical Review B*. 2021, 104(16), 165203.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.104.165203>
306. ŽONDA, M., STETSOVYCH, Oleksandr, KORYTÁR, R., TERNES, M., TEMIROV, R., RACCANELLI, A., TAUTZ, F.S., JELÍNEK, Pavel, NOVOTNÝ, T., ŠVEC, Martin. Resolving ambiguity of the Kondo temperature determination in mechanically tunable single-molecule Kondo systems. *Journal of Physical Chemistry Letters*. 2021, 12(27), 6320–6325.
<https://doi.org/10.1021/acs.jpclett.1c01544>

8.3.13 Fyzikální chemie a teoretická chemie

1. ARASU; Narendra P.; VÁZQUEZ; Héctor. Origin of the electron transport properties of aromatic and antiaromatic single molecule circuits. *ChemPhysChem*. 2021; 22(9); 864–869. <https://doi.org/10.1002/cphc.202100010>
2. JIRÁTOVÁ; Květa; PEREKRESTOV; Roman; DVOŘÁKOVÁ; M.; BALABÁNOVÁ; Jana; KOŠTEJN; Martin; VESELÝ; M.; ČADA; Martin; TOPKA; Pavel; POKORNÁ; Dana; HUBIČKA; Zdeněk; KOVANDA; F. Modification of cobalt oxide electrochemically deposited on stainless steel meshes with co-mn thin films prepared by magnetron sputtering: Effect of preparation method and application to ethanol oxidation. *Catalysts*. 2021; 11(12); 1453. <https://doi.org/10.3390/catal11121453>
3. MALLADA FAES; Benjamin Jose; DE LA TORRE CERDEÑO; Bruno; MENDIETA MORENO; Jesús Ignacio; NACHTIGALLOVÁ; Dana; MATĚJ; Adam; MATOUŠEK; Mikuláš; MUTOMBO; Pingo; BRABEC; Jiří; VEIS; Libor; CADART; T.; KOTORA; M.; JELÍNEK; Pavel. On-surface strain-driven synthesis of nonalternant non-benzenoid aromatic compounds containing four- to eight-membered rings. *Journal of the American Chemical Society*. 2021; 143(36); 14694–14702. <https://doi.org/10.1021/jacs.1c06168>
4. MALLADA FAES; Benjamin Jose; GALLARDO CAPARRÓS; Aurelio Jesús; LAMANEC; Maximilián; DE LA TORRE CERDEÑO; Bruno; ŠPIRKO; Vladimír; HOBZA; Pavel; JELÍNEK; Pavel. Real-space imaging of anisotropic charge of σ -hole by means of Kelvin probe force microscopy. *Science*. 2021; 374(6569); 863–867. <https://doi.org/10.1126/science.abk1479>
5. MATULKOVÁ; I.; CÍSAŘOVÁ; I.; FRIDRICHOVÁ; M.; GYEPES; Robert; NĚMEC; P.; KROUPA; Jan; NĚMEC; I. Inorganic Salts of N-phenylbiguanidium(1+)-Novel Family with Promising Representatives for Nonlinear Optics. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021; 22(16); 8419. <https://doi.org/10.3390/ijms22168419>
6. NIKL; Jan; GÖTHEL; I.; KUCHARÍK; M.; WEBER; Stefan A.; BUSSMANN; M. Implicit reduced Vlasov–Fokker–Planck–Maxwell model based on high-order mixed elements. *Journal of Computational Physics*. 2021; 434(June); 110214. <https://doi.org/10.1016/j.jcp.2021.110214>
7. PITTKOWSKI; Rebecca; DIVANIS; S.; KLEMENTOVÁ; Mariana; NEBEL; Roman; NIKMAN; S.; HOSTER; H.; MUKERJEE; S.; ROSSMEISL; J.; KRTIL; Petr. Engendering Unprecedented Activation of Oxygen Evolution via Rational Pinning of Ni Oxidation State in Prototypical Perovskite: Close Juxtaposition of Synthetic Approach and Theoretical Conception. *ACS Catalysis*. 2021; 11(2); 985–997. <https://doi.org/10.1021/acscatal.0c04733>
8. SÁNCHEZ-GRANDE; A.; URGEL; J. I.; VEIS; Libor; EDALATMANESH; Shayan; SANTOS; J.; LAUWAET; K.; MUTOMBO; Pingo; GALLEGÓ; J. M.; BRABEC; Jiří; BERAN; Pavel; NACHTIGALLOVÁ; Dana; MIRANDA; R.; MARTÍN; N.; JELÍNEK; Pavel; ÉCIJA; D. Unravelling the Open-Shell Character of Peripentacene on Au(111). *Journal of Physical Chemistry Letters*. 2021; 12(1); 330–336. <https://doi.org/10.1021/acs.jpclett.0c02518>
9. SANTHINI; Vijai M.; WÄCKERLIN; Christian; CAHLIK; Aleš; ONDRÁČEK; Martin; PASCAL; S.; MATĚJ; Adam; STETSOVYCH; Oleksandr; MUTOMBO; Pingo; LAZAR; P.; SIRI; O.; JELÍNEK; Pavel. 1D Coordination π -d conjugated polymers with distinct structures defined by the choice of the transition metal: towards a new class of antiaromatic macrocycles. *Angewandte Chemie – International Edition*. 2021; 60(1); 439–445. <https://doi.org/10.1002/anie.202011462>
10. ŽOUŽELKA; Radek; OLEJNÍČEK; Jiří; KŠÍROVÁ; Petra; HUBIČKA; Zdeněk; DUCHOŇ; Jan; MARTINIAKOVÁ; Ivana; MUŽÍKOVÁ; Barbora; MERGL; Martin; KALBÁČ; Martin; BRABEC; Libor; KOČÍŘÍK; Milan; REMZOVÁ; Monika; VANĚČKOVÁ; Eva; RATHOUSKÝ; Jiří. Hierarchical TiO₂ layers prepared by plasma jets. *Nanomaterials*. 2021; 11(12); 3254. <https://doi.org/10.3390/nano11123254>



8.3.14 Jaderná, atomová a molekulová fyzika, urychlovače

1. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KOTLIAROV; Artem; KŘÍŽEK; Filip; KŘÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; ZÁVADA; Petr. Measurement of the Cross Section of $\Xi(0)(c)$ and $\Xi(+)(c)$ Baryons and of the Branching-Fraction Ratio $BR(\Xi(0)(c) \rightarrow \Xi(-) e^{+} \nu(c) / BR(\Xi(0)(c) \rightarrow \Xi(-) \pi^{+})$ in pp Collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV. *Physical Review Letters*. 2021; 127(DEC); 272001. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.272001>
2. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KŘÍŽEK; Filip; KŘÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. $\Lambda_b(c^{+})$ Production and Baryon-to-Meson Ratios in pp and p-Pb Collisions at $\sqrt{s(NN)}=5.02$ TeV at the LHC. *Physical Review Letters*. 2021; 127(20); 1–13); 202301. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.202301>
3. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KOTLIAROV; Artem; KŘÍŽEK; Filip; KŘÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Inclusive J/ψ production at midrapidity in pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV. *European Physical Journal C*. 2021; 81(12); 1–18); 1121. <https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09873-4>
4. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KOTLIAROV; Artem; KŘÍŽEK; Filip; KŘÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Charged-particle multiplicity fluctuations in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s(NN)}=2.76$ TeV. *European Physical Journal C*. 2021; 81(11); 1012. <https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09784-4>
5. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KŘÍŽEK; Filip; KŘÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; ZÁVADA; Petr. Production of muons from heavy-flavour hadron decays at high transverse momentum in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s(NN)}=5.02$ and 2.76 TeV. *Physics Letters. B*. 2021; 820(SEP); 136558. <https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136558>
6. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KŘÍŽEK; Filip; KŘÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. $\Lambda_b(c^{+})$ production in pp and in p-Pb collisions at $\sqrt{s(NN)}=5.02$ TeV. *Physical Review C*. 2021; 104(5); 054905. <https://doi.org/10.1103/PhysRevC.104.054905>
7. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KŘÍŽEK; Filip; KŘÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. First measurement of coherent $\rho(0)$ photoproduction in ultra-peripheral Xe-Xe collisions at $\sqrt{s(NN)}=5.44$ TeV. *Physics Letters. B*. 2021; 820(SEP); 136481. <https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136481>
8. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KOTLIAROV; Artem; KŘÍŽEK; Filip; KŘÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Experimental Evidence for an Attractive p-phi Interaction. *Physical Review Letters*. 2021; 127(17); 172301. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.172301>
9. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KOTLIAROV; Artem; KŘÍŽEK; Filip; KŘÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. K-S(0)- and (anti)- Λ_b -hadron correlations in pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV. *European Physical Journal C*. 2021; 81(10); 945. <https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09678-5>



10. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KOTLIAROV; Artem; KRÍŽEK; Filip; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Kaon-proton strong interaction at low relative momentum via femtoscopy in Pb-Pb collisions at the LHC. *Physics Letters. B.* 2021; 822(NOV 10); 136708.
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136708>
11. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KRÍŽEK; Filip; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Upsilon production and nuclear modification at forward rapidity in Pb-Pb collisions at root sNN=5.02 TeV. *Physics Letters. B.* 2021; 822(NOV 10); 136579. ISSN 0370–2693.
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136579>
12. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KOTLIAROV; Artem; KRÍŽEK; Filip; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Anisotropic flow of identified hadrons in Xe-Xe collisions at root s(NN)=5.44 TeV. *Journal of High Energy Physics.* 2021; 10(OCT 23); 152. ISSN 1029–8479.
[https://doi.org/10.1007/JHEP10\(2021\)152](https://doi.org/10.1007/JHEP10(2021)152)
13. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KOTLIAROV; Artem; KRÍŽEK; Filip; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Measurement of the production cross section of prompt Xi(0)(c) baryons at midrapidity in pp collisions at root s=5.02 TeV. *Journal of High Energy Physics.* 2021; 10(OCT 19); 159.
[https://doi.org/10.1007/JHEP10\(2021\)159](https://doi.org/10.1007/JHEP10(2021)159)
14. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KOTLIAROV; Artem; KRÍŽEK; Filip; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. First measurements of N-subjettiness in central Pb-Pb collisions at p root s(NN)=2.76 TeV. *Journal of High Energy Physics.* 2021; 2021(10); 003.
[https://doi.org/10.1007/JHEP10\(2021\)003](https://doi.org/10.1007/JHEP10(2021)003)
15. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KRÍŽEK; Filip; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Jet fragmentation transverse momentum distributions in pp and p-Pb collisions at root s; root s(NN)=5.02 TeV. *Journal of High Energy Physics.* 2021; 2021(9); 211.
[https://doi.org/10.1007/JHEP09\(2021\)211](https://doi.org/10.1007/JHEP09(2021)211)
16. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KRÍŽEK; Filip; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Coherent J/psi and psi ,photoproduction at midrapidity in ultra-peripheral Pb-Pb collisions at root s(NN)=5.02 TeV. *European Physical Journal C.* 2021; 81(8); 712.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09437-6>
17. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KRÍŽEK; Filip; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Multiharmonic Correlations of Different Flow Amplitudes in Pb-Pb Collisions at root s(NN)=2.76 TeV. *Physical Review Letters.* 2021; 127(AUG); 092302.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.092302>
18. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KOTLIAROV; Artem; KRÍŽEK; Filip; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Energy dependence of phi meson production at forward rapidity in pp collisions at the LHC. *European Physical Journal C.* 2021; 81(8); 772.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09545-3>

19. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KRÍŽEK; Filip; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Production of pions; kaons; (anti-)protons and phi mesons in Xe-Xe collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.44$ TeV. *European Physical Journal C*. 2021; 81(7); 584.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09304-4>
20. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KRÍŽEK; Filip; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Pseudorapidity distributions of charged particles as a function of mid- and forward rapidity multiplicities in pp collisions at $\sqrt{s}=5.02$; 7 and 13 TeV. *European Physical Journal C*. 2021; 81(7); 630.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09349-5>
21. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KRÍŽEK; Filip; KUSHPIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Inclusive heavy-flavour production at central and forward rapidity in Xe-Xe collisions at; $\sqrt{s_{NN}}=5.44$ TeV. *Physics Letters. B*. 2021; 819(AUG); 136437.
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136437>
22. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KRÍŽEK; Filip; KUSHPIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Jet-associated deuteron production in pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV. *Physics Letters. B*. 2021; 819(AUG); 136440.
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136440>
23. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KRÍŽEK; Filip; KUSHPIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Soft-Dielectron Excess in Proton-Proton Collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV. *Physical Review Letters*. 2021; 127(4); 042302.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.042302>
24. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KRÍŽEK; Filip; KUSHPIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Long- and short-range correlations and their event-scale dependence in high-multiplicity pp collisions at $\sqrt{s}=13$ TeV. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(5); 290.
[https://doi.org/10.1007/JHEP05\(2021\)290](https://doi.org/10.1007/JHEP05(2021)290)
25. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KRÍŽEK; Filip; KUSHPIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Measurement of beauty and charm production in pp collisions at $\sqrt{s}=5.02$ TeV via non-prompt and prompt D mesons. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(MAY); 220.
[https://doi.org/10.1007/JHEP05\(2021\)220](https://doi.org/10.1007/JHEP05(2021)220)
26. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KRÍŽEK; Filip; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. First measurement of the vertical bar t vertical bar-dependence of coherent J/psi photonuclear production. *Physics Letters. B*. 2021; 817(JUN); 136280.
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136280>
27. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KRÍŽEK; Filip; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Measurements of mixed harmonic cumulants in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.02$ TeV. *Physics Letters. B*. 2021; 818(JUL); 136354.
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136354>
28. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; ISAKOV; Artem; HERMAN; T.; HORÁK;



- D.; KRÍŽEK; Filip; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Elliptic Flow of Electrons from Beauty-Hadron Decays in Pb-Pb Collisions at root s(NN)=5.02 TeV. *Physical Review Letters*. 2021; 126(16); 162001.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.162001>
29. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KRÍŽEK; Filip; KUSHPIIL; Svetlana; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Lambda K femtoscopy in Pb-Pb collisions at root s(NN)=2.76 TeV. *Physical Review C*. 2021; 103(5); 1–23; 055201.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevC.103.055201>
 30. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KRÍŽEK; Filip; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; ZÁVADA; Petr. First measurement of quarkonium polarization in nuclear collisions at the LHC. *Physics Letters. B*. 2021; 815(APR); 136146.
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136146>
 31. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KRÍŽEK; Filip; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Production of light-flavor hadrons in pp collisions at root s=7 and root s=13 TeV. *European Physical Journal C*. 2021; 81(3); 256.
<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-020-08690-5>
 32. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KRÍŽEK; Filip; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Centrality dependence of J/psi and psi(2S) production and nuclear modification in p-Pb collisions at root sNN=8.16 TeV. *Journal of High Energy Physics*. 2021; 2021(2); 2.
[https://doi.org/10.1007/JHEP02\(2021\)002](https://doi.org/10.1007/JHEP02(2021)002)
 33. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KRÍŽEK; Filip; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠAFAŘÍK; K.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Pion-kaon femtoscopy and the lifetime of the hadronic phase in Pb-Pb collisions at root(S)(NN)=2.76 TeV. *Physics Letters. B*. 2021; 813(FEB); 136030.
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2020.136030>
 34. ACHARYA; S.; ADAMOVÁ; Dagmar; BIELČÍK; J.; BIELČÍKOVÁ; Jana; BROŽ; M.; CONTRERAS; J. G.; HERMAN; T.; HORÁK; D.; ISAKOV; Artem; KRÍŽEK; Filip; KRÍŽKOVÁ GAJDOŠOVÁ; K.; KUSHPIIL; Svetlana; LAVIČKA; R.; MAREŠ; Jiří A.; PETRÁČEK; V.; ŠUMBERA; Michal; TORRES; S. R.; TRZECIAK; B. A.; ZÁVADA; Petr. Transverse-momentum and event-shape dependence of D-meson flow harmonics in Pb-Pb collisions at root(S)(NN)=5.02 TeV. *Physics Letters. B*. 2021; 813(FEB); 136054.
<https://doi.org/10.1016/j.physletb.2020.136054>
 35. BONVALET; J.; NICOLAI; Ph.; RAFFESTIN; D.; D'HUMIERES; E.; BATANI; D.; TIKHONCHUK; Vladimir; KANTARELOU; Vasiliki; GIUFFRIDA; Lorenzo; TOSCA; Marco; KORN; Georg; PICCIOTTO; A.; MORACE; A.; ABE; Y.; ARIKAWA; Y.; FUJIOKA; S.; FUKUDA; Y.; KURAMITSU; Y.; HABARA; H.; MARGARONE; Daniele. Energetic α -particle sources produced through proton-boron reactions by high-energy high-intensity laser beams. *Physical Review E*. 2021; 103(5); 053202.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevE.103.053202>
 36. LAVRENTIEV; Vasil; CHVOSTOVÁ; Dagmar; POKORNÝ; Jan; LAVRENTIEVA; Inna; VACÍK; Jiří; DEJNEKA; Alexandr. Tuneable interplay of plasmonic and molecular excitations in self-assembled silver-fullerene nanocomposites. *Carbon*. 2021; 184(OCT); 34–42.
<https://doi.org/10.1016/j.carbon.2021.08.002>
 37. MACKOVÁ; Anna; FERNANDES; Sandrina; MATĚJČEK; Jiří; VILÉMOVÁ; Monika; HOLÝ; V.; LIEDKE; M. O.; MARTAN; J.; VRONKA; Marek; POTOČEK; M.; BÁBOR; P.; BUTTERLING; M.; ATTALLAH; A. G.; HIRSCHMANN; E.; WAGNER; A.; HAVRÁNEK; Vladimír. Radiation damage evolution in pure W and W-Cr-Hf alloy caused by 5 MeV Au ions in a broad range of dpa. *Nuclear Materials and Energy*. 2021; 29(DEC); 1–15; 101085.
<https://doi.org/10.1016/j.nme.2021.101085>

8.3.15 Kompozitní materiály

1. HOSOVÁ; K.; PINC; Jan; ŠKOLÁKOVÁ; Andrea; BARTŮŇEK; V.; VEŘTÁT; Petr; ŠKOLÁKOVÁ; T.; PRŮŠA; F.; VOJTĚCH; D.; ČAPEK; Jaroslav. Influence of ceramic particles character on resulted properties of zinc-hydroxyapatite/monetite composites. *Metals*. 2021; 11(3); 499. <https://doi.org/10.3390/met11030499>

8.3.16 Koroze a povrchové úpravy materiálů

1. BABČENKO; Oleg; POTOCKÝ; Štěpán; AUBRECHTOVÁ DRAGONOVÁ; Kateřina; SZABÓ; Ondrej; BERGONZO; P.; REZEK; B.; KROMKA; Alexander. Growth and properties of diamond films prepared on 4-inch substrates by cavity plasma systems. In: *Proceedings 12th International Conference on Nanomaterials – Research & Application – Nanocon 2020*. Ostrava: Tanger Ltd.; 2021; s. 86–92. <https://doi.org/10.37904/nanocon.2020.3701>
2. HIPPLER; Rainer; ČADA; Martin; HUBIČKA; Zdeněk. A positively biased external anode for energy control of plasma ions: hollow cathode and magnetron sputtering discharge. *Plasma Sources Science & Technology*. 2021; 30(4); 045003. <https://doi.org/10.1088/1361-6595/abe0cc>
3. IRIMICIUC; Stefan; MORE CHEVALIER; Joris; CHERTOPALOV; Sergii; FEKETE; Ladislav; NOVOTNÝ; Michal; HAVLOVÁ; Šárka; POUPON; Morgane; ZIKMUND; Tomáš; KŮSOVÁ; Kateřina; LANČOK; Ján. In-situ plasma monitoring by optical emission spectroscopy during pulsed laser deposition of doped Lu₂O₃. *Applied Physics B-Lasers and Optics*. 2021; 127(10); 140. <https://doi.org/10.1007/s00340-021-07689-4>
4. IZSÁK; Tibor; VANKO; G.; BABČENKO; Oleg; VINCZE; A.; VOJS; M.; ZAŤKO; B.; KROMKA; Alexander. Influence of SiON interlayer on the diamond/GaN heterostructures studied by Raman and SIMS measurements. *Materials Science and Engineering B-Advanced Functional Solid-State Materials*. 2021; 273(Nov.); 115434. <https://doi.org/10.1016/j.mseb.2021.115434>
5. NOVOTNÝ; Michal; REMSA; Jan; HAVLOVÁ; Šárka; MORE CHEVALIER; Joris; IRIMICIUC; Stefan; CHERTOPALOV; Sergii; PÍSAŘÍK; Petr; VOLFOVÁ; Lenka; FITL; Přemysl; KMJEČ; Tomáš; VRŇATA; M.; LANČOK; Ján. In situ monitoring of pulsed laser annealing of Eu-doped oxide thin films. *Materials*. 2021; 14(24); 7576. <https://doi.org/10.3390/ma14247576>

6. PINC; Jan; ŠPANKO; M.; LACINA; L.; KUBÁSEK; J.; ASHCHEULOV; Petr; VEŘTÁT; Petr; ŠKOLÁKOVÁ; Andrea; KVÍTEK; O.; VOJTĚCH; D.; ČAPEK; Jaroslav. Influence of the pre-exposure of a Zn-0.8Mg-0.2Sr absorbable alloy in bovine serum albumin containing media on its surface changes and their impact on the cytocompatibility of the material. *Materials Today Communications*. 2021; 28(Sept.); 102556. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2021.102556>
7. STUPAKOV; Alexandr; KOCOUREK; Tomáš; NEPOMNIASHCHAI; Natalia; TYUNINA; Marina; DEJNEKA; Alexandr. Large negative photoresistivity in amorphous NdNiO₃ film. *Coatings*. 2021; 11(11); 1411. <https://doi.org/10.3390/coatings11111411>
8. VLČEK; Jan; KÜHNE; Irina A.; ZÁKUTNÁ; D.; MAREŠOVÁ; Eva; FEKETE; Ladislav; OTTA; Jaroslav; FITL; P.; VRŇATA; M. Temperature-dependent phase composition of fluorinated zinc phthalocyanine thin films and their sensing properties towards gaseous NO₂. *CrystEngComm*. 2021; 23(41); 7237–7244. <https://doi.org/10.1039/d1ce01014j>
9. VOVES; J.; POŠTA; A.; DAVYDOVA; Marina; LAPOSA; A.; POVOLNÝ; V.; HAZDRA; P.; LAMBERT; Nicolas; SEDLÁKOVÁ; Silvia; MORTET; Vincent. Effect of the substrate crystalline orientation on the surface morphology and boron incorporation into epitaxial diamond layers. In: *NANOCON 2020 – Conference proceedings. 12th International Conference on Nanomaterials – Research & Application*. Ostrava: TANGER; 2021; s. 98–102. <https://doi.org/10.37904/nanocon.2020.3683>
10. ZABELINA; A.; ZABELIN; D.; MILIUTINA; E.; LANČOK; Ján; ŠVORČÍK; V.; CHERTOPALOV; Sergii; LYUTAKOV; O. Surface plasmon-polariton triggering of Ti₃C₂T_x MXene catalytic activity for hydrogen evolution reaction enhancement. *Journal of Materials Chemistry A*. 2021; 9(33); 17770–17779. <https://doi.org/10.1039/d1ta04505a>

8.3.17 Makromolekulární chemie

1. ANGELOVA; A.; ANGELOV; Borislav; DRECHSLER; M.; BIZIEN; T.; GORSHKOVA; Yu. E.; DENG; Y. Plasmalogen-based liquid crystalline multiphase structures involving docosapentaenoyl derivatives inspired by biological cubic membranes. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*. 2021; 9(FEB); 617984. <https://doi.org/10.3389/fcell.2021.617984>



2. BOYCHUK; A.; SHIBAEV; V.; CIGL; Martin; POMEISL; Karel; HAMPLOVÁ; Věra; POCIECHA; D.; BUBNOV; Alexej; BOBROVSKY; A. Photo-orientation processes in liquid crystalline polymethacrylates with side azobenzene groups having lateral methyl substituents. *Macromolecules*. 2021; 54(22); 10499–10509. <https://doi.org/10.1021/acs.macromol.1c01637>
3. HERYNEK; V.; BABIČ; Michal; KAMAN; Ondřej; CHARVÁTOVÁ; Hana; VESELÁ; M.; BUCHHOLZ; O.; VOSMANSKÁ; M.; KUBÁNIOVÁ; D.; KOHOUT; J.; HOFMANN; U. G.; ŠEFC; L. Maghemite nanoparticles coated by methacrylamide-based polymer for magnetic particle imaging. *Journal of Nanoparticle Research*. 2021; 23(2); 1–15; 52. <https://doi.org/10.1007/s11051-021-05164-x>
4. SANTHINI; Vijai M.; STETSOVYCH; Oleksandr; ONDRÁČEK; Martin; MENDIETA MORENO; Jesús Ignacio; MUTOMBO; Pingo; DE LA TORRE CERDEÑO; Bruno; ŠVEC; Martin; KLÍVAR; Jiří; STARÁ; Irena G.; VÁZQUEZ; Héctor; STARÝ; Ivo; JELÍNEK; Pavel. On-surface synthesis of polyferrocenylene and its single-chain conformational and electrical transport properties. *Advanced Functional Materials*. 2021; 31(5); 2006391. <https://doi.org/10.1002/adfm.202006391>
5. SHAPOVAL; Oleksandr; SULIMENKO; Vadym; KLEBANOBYCH; Anastasiya; RABYK; Mariia; SHAPOVAL; P.; KAMAN; Ondřej; RYDVALOVÁ; Eliška; FILIPOVÁ; Marcela; DRÁBEROVÁ; Eduarda; DRÁBER; Pavel; HORÁK; Daniel. Multimodal fluorescently labeled polymer-coated GdF₃ nanoparticles inhibit degranulation in mast cells. *Nanoscale*. 2021; 13(45); 19023–19037. <https://doi.org/10.1039/D1NR06127E>
6. BOHLIN; Hannes; BRACK; F.E.; ČERVEŇÁK; M.; CHODUKOWSKI; T.; CIKHARDT; J.; DOSTÁL; Jan; DUDŽÁK; Roman; HÜBNER; J.; HUO; Wenyi; JELÍNEK; Š.; KLÍR; T.; KROLL; F.; KRUPKA; Michal; KRŮS; M.; PISARCZYK; T.; RUSINIAK; Z.; SCHRAMM; U.; NGUYEN-BUI; T. H.; WEBER; Stefan A.; ZARAS-SZYDŁOWSKA; A.; ZEIL; K.; BATHEJA; Deepak Kumar; SCHLEGEL; Theo; TIKHONCHUK; Vladimir. Radiative characterization of supersonic jets and shocks in a laser-plasma experiment. *Plasma Physics and Controlled Fusion*. 2021; 63(4); 045026. <https://doi.org/10.1088/1361-6587/abe526>
7. I. N. Investigation of X-Ray self-emission of plasma of targets heated by high-power pulses of soft X-Ray radiation. *Plasma Physics Reports*. 2021; 47(7); 669–703. <https://doi.org/10.1134/S1063780X21070035>
8. ANSARI; I.N.; HOFMANN; C.; MEDIŠAUSKAS; L.; LEWENSTEIN; M.; CIAPPINA; Marcelo F.; DIXIT; G. Controlling polarization of attosecond pulses with plasmonic-enhanced bichromatic counter-rotating circularly polarized fields. *Physical Review A*. 2021; 103(1); 013104. <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.103.013104>
9. ARAUDO; Anabella Teresa; PADOVANI; M.; MARCOWITH; A. Particle acceleration and magnetic field amplification in massive young stellar object jets. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 2021; 504(2); 2405–2419. <https://doi.org/10.1093/mnras/stab635>
10. ATZENI; S.; BATANI; D.; DANSON; C.N.; GIZZI; L.A.; PERLADO; M.; TATARAKIS; M.; TIKHONCHUK; Vladimir; VOLPE; L. An evaluation of sustainability and societal impact of high-power laser and fusion technologies: a case for a new European research infrastructure. *High Power Laser Science and Engineering*. 2021; 9(52); 1–4; e52. <https://doi.org/10.1017/hpl.2021.41>
11. BECERRA; R. L.; DE COLLE; F.; CANTÓ; J.; LIZANO; S.; GONZÁLEZ; R. F.; GRANOT; J.; KLOTZ; A.; WATSON; A. M.; FRAJIA; N.; ARAUDO; Anabella Teresa; TROJA; E.; ATTEIA; J. L.; LEE; W.H.; TURPIN; D.; BLOOM; J. S.; BOER; M.; BUTLER; N. R.; GONZÁLEZ; J. J.; KUTYREV; A. S.; PROCHASKA; J. X.; RAMIREZ-RUIZ; E.; RICHER; M. G.; ROMÁN-ZÚNIGA; C. G. Modeling the prompt optical emission of GRB 180325A: the evolution of a spike from the optical to gamma rays. *Astrophysical Journal*. 2021; 908(1); abcd3a. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/abcd3a>
12. BOHLIN; Hannes; BRACK; F.E.; ČERVEŇÁK; M.; CHODUKOWSKI; T.; CIKHARDT; J.; DOSTÁL; Jan; DUDŽÁK; Roman; HÜBNER; J.; HUO; Wenyi; JELÍNEK; Š.; KLÍR; T.; KROLL; F.; KRUPKA; Michal; KRŮS; M.; PISARCZYK; T.; RUSINIAK; Z.; SCHRAMM; U.; NGUYEN-BUI; T. H.; WEBER; Stefan A.; ZARAS-SZYDŁOWSKA; A.; ZEIL; K.; BATHEJA; Deepak Kumar; SCHLEGEL; Theo; TIKHONCHUK; Vladimir. Radiative characterization of supersonic jets and shocks in a laser-plasma experiment. *Plasma Physics and Controlled Fusion*. 2021; 63(4); 045026. <https://doi.org/10.1088/1361-6587/abe526>

8.3.18 Mechanika tekutin, fyzika plazmatu a výboje v plynech

1. AHMED; H.; HADJISOLOMOU; Prokopis; NAUGHTON; K.; ALEJO; A.; BRAUCKMANN; S.; CANTONO; G.; FERGUSON; S.; CERCHEZ; M.; DORIA; D.; GREEN; J.; GWYNNE; D.; HODGE; T.; BATHEJA; Deepak Kumar; MACCHI; A.; PRASAD; R.; WILLI; O.; BORGHESI; M.; KAR; S. High energy implementation of coil-target scheme for guided re-acceleration of laser-driven protons. *Scientific Reports*. 2021; 11(1); 699. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-77997-w>
2. ALEKSANDROV; V. V.; BASKO; M. M.; BRANITSKII; A. V.; GRABOVSKY; E. V.; GRITSUK; A. N.; MITROFANOV; K. N.; OLEINIK; G. M.; SASOROV; Pavel; FROLOV;

8. BONVALET; J.; LOISEAU; P.; MARQUÉS; J.-R.; ATUKPOR; E.; D'HUMIERES; E.; DOMANGE; J.; FORESTIER-COLLEONI; P.; HANNACHI; F.; LANCIA; L.; RAFFESTIN; D.; TARISIEN; M.; TIKHONCHUK; Vladimir; NICOLAI; Ph. Laser-driven collisionless shock acceleration of protons from gas jets tailored by one or two nanosecond beams. *Physics of Plasmas*. 2021; 28(11); 113102.
<https://doi.org/10.1063/5.0062503>
9. BORNEIS; Stefan; LAŠTOVIČKA; Tomáš; SOKOL; Martin; JEONG; Tae Moon; CONDAMINE; Florian P.; RENNER; Oldřich; TIKHONCHUK; Vladimir; BOHLIN; Hannes; FAJSTAVR; Antonín; HERNANDEZ MARTIN; Juan C.; JOURDAIN; Noémie; BATHEJA; Deepak Kumar; MODŘANSKÝ; David; POKORNÝ; Adam; WOLF; Adam; ZHAI; Shuhua; KORN; Georg; WEBER; Stefan A. Design, installation and commissioning of the ELI-Beamlines high-power; high-repetition rate HAPLS laser beam transport system to P3. *High Power Laser Science and Engineering*. 2021; 9(June); e30.
<https://doi.org/10.1017/hpl.2021.16>
10. BRADFORD; P.; DEARLING; A.; EHRET; M.; ANTONELLI; L.; BOOTH; N.; CARROLL; D.C.; CLARKE; R.J.; GLIZE; K.; HEATHCOTE; R.; KHAN; M.; MOODY; J.D.; PIKUZ; S.; POLLOCK; B.B.; READ; M.P.; RYAZANTSEV; S.; SPINDLOE; C.; RIDGERS; C.P.; SANTOS; J.J.; TIKHONCHUK; Vladimir; WOOLSEY; N.C. Measuring magnetic fields in laser-driven coils with dual-axis proton deflectometry. *Plasma Physics and Controlled Fusion*. 2021; 63(8); 084008.
<https://doi.org/10.1088/1361-6587/ac0bca>
11. CHAUDHARY; P.; MILLUZZO; G.; AHMED; H.; ODLOŽILÍK; Boris; MCMURRAY; A.; PRISE; K. M.; BORGHESI; M. Radiobiology experiments with ultra-high dose rate laser-driven protons: methodology and state-of-the-art. *Frontiers in Physics*. 2021; 9(Apr); 624963.
<https://doi.org/10.3389/fphy.2021.624963>
12. CHAULAGAIN; Uddhab P.; KARATODOROV; Stefan; RACLAUSKÝ; Marek; LORENZ; Sebastian; LAMAČ; Marcel; ALBRECHT; Martin; TOMKUS; V.; DUDUTIS; J.; MACKEVIČIUTE; M.; GEČYS; P.; NEJDL; Jaroslav. Tomographic characterization of gas jets for laser-plasma acceleration with increased sensitivity. In: BLEINER; D.; ed. *International Conference on X-Ray Lasers*. Bellingham: SPIE; 2021; s. 1–7; č. článku 118860A.
<https://doi.org/10.1117/12.2592861>
13. CHOUKOUROV; A.; NIKITIN; D.; PLESKUNOV; P.; TAFIICHUK; R.; BILIAK; K.; PROTSAK; M.; KISHENINA; K.; HANUŠ; J.; DOPITA; M.; CIESLAR; M.; POPELÁŘ; Tomáš; ONDIČ; Lukáš; VARGA; Marián. Residual- and linker-free metal/polymer nanofluids prepared by direct deposition of magnetron-sputtered Cu nanoparticles into liquid PEG. *Journal of Molecular Liquids*. 2021; 336(Aug); 116319.
<https://doi.org/10.1016/j.molliq.2021.116319>
14. CONDAMINE; Florian P.; JOURDAIN; Noémie; HERNANDEZ MARTIN; Juan C.; TAYLOR; Matthew Alan; BOHLIN; Hannes; FAJSTAVR; Antonín; JEONG; Tae Moon; BATHEJA; Deepak Kumar; LAŠTOVIČKA; Tomáš; RENNER; Oldřich; WEBER; Stefan A. High-repetition rate solid target delivery system for PW-class laser-matter interaction at ELI Beamlines. *Review of Scientific Instruments*. 2021; 92(6); 063504.
<https://doi.org/10.1063/5.0053281>
15. CONSOLI; F.; ANDREOLI; P.L.; CIPRIANI; M.; CRISTOFARI; G.; DE ANGELIS; R.; DI GIORGIO; G.; DUVILLARET; L.; KRÁSA; Josef; NEELY; D.; SALVADORI; M.; SCISCIO; M.; SMITH; R.A.; TIKHONCHUK; Vladimir. Sources and space-time distribution of the electromagnetic pulses in experiments on inertial confinement fusion and laser-plasma acceleration. *Philosophical Transactions of the Royal Society A-Mathematical Physical and Engineering Sciences*. 2021; 379(2189); 1–11; 20200022.
<https://doi.org/10.1098/rsta.2020.0022>
16. CRISTOFORETTI; G.; HÜLLER; S.; KOESTER; P.; ANTONELLI; L.; ATZENI; S.; BAFFIGI; F.; BATANI; F.; BAIRD; C.; BOOTH; N.; GALIMBERTI; M.; GLIZE; K.; HÉRON; A.; KHAN; M.; LOISEAU; P.; MANCELLI; D.; NOTLEY; M.; OLIVEIRA; P.; RENNER; Oldřich; ŠMÍD; M.; SCHIAVI; A.; TRAN; G.; WOOLSEY; N.C.; GIZZI; L.A. Observation and modelling of stimulated Raman scattering driven by an optically smoothed laser beam in experimental conditions relevant for shock ignition. *High Power Laser Science and Engineering*. 2021; 9(Oct); e60.
<https://doi.org/10.1017/hpl.2021.48>
17. DANYLO; R.; LAMBERT; G.; LIU; Y.; TIKHONCHUK; Vladimir; HOUARD; A.; MYSYROWICZ; A. Time-resolved study of laser emission in nitrogen gas pumped by two near IR femtosecond laser pulses. *Optics Letters*. 2021; 46(6); 1253–1256.
<https://doi.org/10.1364/OL.414863>
18. ENTLER; Slavomír; ĎURAN; Ivan; KOCAN; M.; VAYAKIS; G.; SLÁDEK; Petr; GROVER; Ondřej; ŠEBEK; Josef; VÝBORNÝ; Karel. Calibration of the ITER outer vessel steady-state magnetic



- sensors. *Fusion Engineering and Design*. 2021; 168(July); 112398.
<https://doi.org/10.1016/j.fusengdes.2021.112398>
19. ENTLER; Slavomír; ŠOBÁŇ; Zbyněk; ĎURAN; Ivan; KOVAŘÍK; Karel; VÝBORNÝ; Karel; ŠEBEK; Josef; TAZLARU; S.; STŘELEČEK; J.; SLÁDEK; Petr. Ceramic-chromium hall sensors for environments with high temperatures and neutron radiation. *Sensors*. 2021; 21(3); 1–12; 721.
<https://doi.org/10.3390/s21030721>
 20. GAUS; L.; BISCHOFF; L.; BUSSMANN; M.; NIKL; Jan. Probing ultrafast laser plasma processes inside solids with resonant small-angle x-ray scattering. *Physical Review Research*. 2021; 3(4); 043194.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.3.043194>
 21. GELFER; Evgeny; FEDOTOV; A.M.; WEBER; Stefan A. Radiation induced acceleration of ions in a laser irradiated transparent foil. *New Journal of Physics*. 2021; 23(9); 095002.
<https://doi.org/10.1088/1367-2630/ac1a97>
 22. GINTRAND; Antoine; MORENO-GELOS; Quentin; ARAUDO; Anabella Teresa; TIKHONCHUK; Vladimir; WEBER; Stefan A. Collision between radiative and adiabatic supersonic flows. *Astrophysical Journal*. 2021; 920(2); 113.
<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac19a6>
 23. GREPL; Filip; KRÁSA; Josef; VELYHAN; Andriy; DE MARCO; Massimo; DOSTÁL; Jan; PFEIFER; Miroslav; MARGARONE; Daniele. Distortion of Thomson parabolic-Like proton patterns due to electromagnetic interference. *Applied Sciences-Basel*. 2021; 11(10); 4484.
<https://doi.org/10.3390/app11104484>
 24. GU; Yanjun; BULANOV; Sergey V. Magnetic field annihilation and charged particle acceleration in ultra-relativistic laser plasmas. *High Power Laser Science and Engineering*. 2021; 9(Jan); e2.
<https://doi.org/10.1017/hpl.2020.45>
 25. GU; Yanjun; KLIMO; Ondřej; TIKHONCHUK; Vladimir; WEBER; Stefan A. Multi-dimensional kinetic simulations of laser radiation absorption and electron acceleration in inhomogeneous underdense plasma. *Nuclear Fusion*. 2021; 61(6); 066014.
<https://doi.org/10.1088/1741-4326/abf630>
 26. HADJISOLOMOU; Prokopis; JEONG; Tae Moon; VALENTA; Petr; KORN; Georg; BULANOV; Sergey V. Gamma-ray flash generation in irradiating a thin foil target by a single-cycle tightly focused extreme power laser pulse. *Physical Review E*. 2021; 104(1); 015203.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevE.104.015203>
 27. HARTMANN; A. K.; MEERSON; B.; SASOROV; Pavel. Observing symmetry-broken optimal paths of the stationary Kardar-Parisi-Zhang interface via a large-deviation sampling of directed polymers in random media. *Physical Review E*. 2021; 104(5); 054125.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevE.104.054125>
 28. HIPPLER; Rainer; ČADA; Martin; KŠÍROVÁ; Petra; OLEJNÍČEK; Jiří; JIŘÍČEK; Petr; HOUDKOVÁ; Jana; WULFF; H.; KRUTH; A.; HELM; C.A.; HUBIČKA; Zdeněk. Deposition of cobalt oxide films by reactive pulsed magnetron sputtering. *Surface and Coatings Technology*. 2021; 405(Jan); 126590.
<https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2020.126590>
 29. HIPPLER; Rainer; ČADA; Martin; HUBIČKA; Zdeněk. Direct current and high power impulse magnetron sputtering discharges with a positively biased anode. *Journal of Vacuum Science & Technology A : Vacuum; Surfaces and Films*. 2021; 39(4); 043007.
<https://doi.org/10.1116/6.0001054>
 30. HOMOLA; Tomáš; PRUKNER; Václav; ARTEMENKO; Anna; HANUŠ; J.; KYLIÁN; O.; ŠIMEK; Milan. Direct treatment of pepper (*Capsicum annuum* L.) and melon (*Cucumis melo*) seeds by amplitude-modulated dielectric barrier discharge in air. *Journal of Applied Physics*. 2021; 129(19); 193303.
<https://doi.org/10.1063/5.0039165>
 31. IRIMICIUC; S.A.; CHERTOPALOV; Sergii; LANČOK; Ján; CRACIUN; V. Langmuir probe technique for plasma characterization during pulsed laser deposition process. *Coatings*. 2021; 11(7); 762.
<https://doi.org/10.3390/coatings11070762>
 32. ISTOKSKAIA; Valeria; STRÁNSKÝ; Vojtěch; GIUFFRIDA; Lorenzo; VERSACI; Roberto; GREPL; Filip; TRYUS; Maksym; VELYHAN; Andriy; DUDŽÁK; Roman; KRÁSA; Josef; KRUPKA; Michal; SINGH; Sushil K.; NEELY; D.; OLŠOVCOVÁ; Veronika; MARGARONE; Daniele. Experimental tests and signal unfolding of a scintillator calorimeter for laser-plasma characterization. *Journal of Instrumentation*. 2021; 16(2); T02006.
<https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/02/T02006>

33. JEONG; Tae Moon; BULANOV; Sergey V.; VALENTA; Petr; KORN; Georg; ESIRKEPOV; T.Z.; KOGA; J.K.; PIROZHKOV; A.S. Ultra-strong attosecond laser focus produced by a relativistic-flying parabolic mirror. In: BLEINER; D.; ed. International Conference on X-Ray Lasers. Bellingham: SPIE; 2021; s. 1–8; č. článku 118860H.
<https://doi.org/10.1117/12.2592047>
34. JEONG; Tae Moon; BULANOV; Sergey V.; HADJISOLOMOU; Prokopis; ESIRKEPOV; T.Z. Superluminal-subluminal orbital angular momentum femtosecond laser focus. Optics Express. 2021; 29(20); 31665–31679.
<https://doi.org/10.1364/OE.439377>
35. JIANG; C.; WANG; W. P.; WEBER; Stefan A.; DONG; H.; LENG; Y. X.; LI; R. X.; XU; Z. Z. Direct acceleration of an annular attosecond electron slice driven by near-infrared Laguerre–Gaussian laser. High Power Laser Science and Engineering. 2021; 9(May); e44.
<https://doi.org/10.1017/hpl.2021.28>
36. JIRKA; Martin; KLIMO; Ondřej; MATYS; Martin. Relativistic plasma aperture for laser intensity enhancement. Physical Review Research. 2021; 3(3); 033175.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.3.033175>
37. JOURDAIN; Noémie; CHAULAGAIN; Uddhab P.; HAVLIK; Mojmir; KRAMER; Daniel; BATHEJA; Deepak Kumar; MAJEROVÁ; Irena; TIKHONCHUK; Vladimir; KORN; Georg; WEBER; Stefan A. The L4n laser beamline of the P3-installation: towards high-repetition rate high-energy density physics at ELI-Beamlines. Matter and Radiation at Extremes. 2021; 6(1); 1–9; 015401.
<https://doi.org/10.1063/5.0022120>
38. KLIMO; O.; LIMPOUCH; J.; TIKHONCHUK; Vladimir; WEBER; Stefan A. EMP satellite workshop. online; Fyzikální ústav AV ČR; v. v. i.; 25. 3. 2021–25. 3. 2021. Workshop.
<https://indico.eli-beams.eu/event/348/>
39. KLIMO; O.; LIMPOUCH; J.; TIKHONCHUK; Vladimir; WEBER; Stefan A. The 16th direct drive and fast ignition workshop. online; Fyzikální ústav AV ČR; v. v. i.; 22. 3. 2021–24. 3. 2021. Workshop.
<https://indico.eli-beams.eu/event/347/>
40. KARATODOROV; Stefan; LERA; Roberto; RACLAVSKÝ; Marek; LORENZ; Sebastian; CHAULAGAIN; Uddhab P.; NEJDL; Jaroslav. Multi-pass probing for high-sensitivity tomographic interferometry. Scientific Reports. 2021; 11(1); 15072.
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-94436-6>
41. KRÁSA; Josef; KLÍR; D.; CIKHARDT; J.; ŘEZÁČ; K.; PFEIFER; Miroslav; BURIAN; Tomáš; DUDŽÁK; Roman; DOSTÁL; Jan; KRUPKA; Michal; SINGH; Sushil K.; JUHA; Libor; KRŮS; M.; CHODUKOWSKI; T.; BORODZIUK; S.; RUSINIAK; Z.; PISARCZYK; T. Variance of DD-neutron yield in laser fusion experiments. In: EPS 2021: 47th European Physical Society Conference on Plasma Physics. Vol. 45A. Mulhouse: European Physical Society; 2021; č. článku P2.2001. ISBN 979-10-96389-13-1.
<http://ocs.ciemat.es/eps2021pap/pdf/P2.2001.pdf>
42. KRÁSA; Josef; NASSISI; V.; KLÍR; D. Effect of grounding and isolation of the target on the emissive properties of laser-produced plasma. Physics of Plasmas. 2021; 28(9); 092104.
<https://doi.org/10.1063/5.0049988>
43. KRATOCHVÍL; Jiří; PRYSIAZHNYI; V.; DYČKA; F.; KYLIÁN; O.; KÚŠ; P.; SEZEMSKÝ; P.; ŠTĚRBA; Ján; STRAŇÁK; Vítězslav. Gas aggregated Ag nanoparticles as the inorganic matrix for laser desorption/ionization mass spectrometry. Applied Surface Science. 2021; 541(Mar); 148469.
<https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2020.148469>
44. KRUPKA; Michal; SINGH; Sushil K.; PISARCZYK; T.; DOSTÁL; Jan; KÁLAL; M.; KRÁSA; Josef; DUDŽÁK; Roman; BURIAN; Tomáš; JELÍNEK; Š.; CHODUKOWSKI; T.; RUSINIAK; Z.; KRŮS; M.; JUHA; Libor. Design of modular multi-channel electron spectrometers for application in laser matter interaction experiments at Prague Asterix Laser System. Review of Scientific Instruments. 2021; 92(2); 023514.
<https://doi.org/10.1063/5.0029849>
45. KRUPKA; Michal; KRÁSA; J.; SINGH; Sushil K.; DOSTÁL; Jan; DUDŽÁK; Roman; BURIAN; Tomáš; KÁLAL; M.; PFEIFER; Miroslav; CIKHARDT; J.; KLÍR; D.; ŘEZÁČ; K.; PISARCZYK; T.; CHODUKOWSKI; T.; RUSINIAK; Z.; KRŮS; M.; JUHA; Libor. Ablation instability experimentally observed on the thin foil metal target surface during its irradiation by terawatt laser. In: EPS 2021: 47th European Physical Society Conference on Plasma Physics. Vol. 45A. Mulhouse: European Physical Society; 2021; č. článku P1.2023. ISBN 979-10-96389-13-1.
<http://ocs.ciemat.es/eps2021pap/pdf/P1.2023.pdf>



46. LAMAČ; Marcel; CHAULAGAIN; Uddhab P.; JURKOVIČ; Matěj; NEJDL; Jaroslav; BULANOV; Sergey V. Two-color nonlinear resonances in betatron oscillations of laser accelerated relativistic electrons. *Physical Review Research*. 2021; 3(3); 033088.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.3.033088>
47. LEWENSTEIN; M.; CIAPPINA; Marcelo F.; PISANTY; E.; RIVERA-DEAN; J.; STAMMER; P.; LAMPROU; T.; TZALLAS; P. Generation of optical Schrödinger cat states in intense laser-matter interactions. *Nature Physics*. 2021; 17(OCT); 1104–1108.
<https://doi.org/10.1038/s41567-021-01317-w>
48. LU; Chao; TIKHONCHUK; Vladimir; WEBER; Stefan A. Analytic solutions for delocalized heat transport. *Plasma Physics and Controlled Fusion*. 2021; 63(7); 075005.
<https://doi.org/10.1088/1361-6587/abf766>
49. MANGIONE; A.; PICCIOTTO; A.; MARGARONE; Daniele; MALINOWSKA; A.; SZYDŁOWSKY; A.; VELYHAN; Andriy; KRÁSA; Josef; TOMARCHIO; E.; GANCI; F. Carbon nanotubes embedded in a polyimide foil for proton acceleration with a sub-ns laser. *Journal of Instrumentation*. 2021; 16(7); P07008.
<https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/07/P07008>
50. MEDVEDEV; Nikita; NOEI; H.; TOLEIKIS; S.; ZIAJA; B. Response of free-standing graphene monolayer exposed to ultrashort intense XUV pulse from free-electron laser. *Journal of Chemical Physics*. 2021; 154(20); 204706.
<https://doi.org/10.1063/5.0041261>
51. MEERSON; B.; SASOROV; Pavel. Persistent fluctuations of the swarm size of Brownian bees. *Physical Review E*. 2021; 103(3); 032140.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevE.103.032140>
52. NIKL; Jan; JIRKA; Martin; MATYS; Martin; KUCHARÍK; M.; KLIMO; Ondřej. Contrast enhancement of ultra-intense laser pulses by relativistic plasma shutter. In: HEIN; J.; BUTCHER; T. J.; BAKULE; P.; HAEFNER; C. L.; KORN; G.; SILVA; L. O.; eds. *High Power Lasers and Applications*. Bellingham: SPIE; 2021; s. 1–6; č. článku 117770X. *Proceedings of SPIE*; 11777.
<https://doi.org/10.1117/12.2589245>
53. NIKL; Jan; KUCHARÍK; M.; WEBER; Stefan A. Lagrangian magneto-hydrodynamics based on curvilinear finite elements. In: CHINESTA; F.; ABGRALL; R.; ALLIX; O.; KALISKE; M.; NÉRON; D.; eds. *14th WCCM-ECCOMAS Congress 2020*. Barcelona: International Center for Numerical Methods in Engineering; 2021; s. 1–7.
<https://doi.org/10.23967/wccm-eccomas.2020.186>
54. MARTYNENKO; A.S.; PIKUZ; S.A.; ANTONELLI; L.; BARBATO; F.; BOUTOUX; G.; GIUFFRIDA; Lorenzo; HONRUBIA; J. J.; HUME; E.; JACOBY; J.; KHAGHANI; D.; LANCASTER; K.; NEUMAYER; P.; ROSMEJ; O. N.; SANTOS; J.J.; TURIANSKA; O.; BATANI; D. Role of relativistic laser intensity on isochoric heating of metal wire targets. *Optics Express*. 2021; 29(8); 12240–12251.
<https://doi.org/10.1364/OE.415091>
55. MATYS; Martin; KECOVÁ; Mariana; KUCHARÍK; M.; NIKL; Jan; BULANOV; Sergey V.; JIRKA; Martin; JANEČKA; Pavel; PŠIKAL; Jan; KORN; Georg; GROSZ; Jakub; KLIMO; Ondřej. Laser-driven ion acceleration enhancement using silicon nitride plasma shutter. In: *EPS 2021: 47th European Physical Society Conference on Plasma Physics*. Vol. 45A. Mulhouse: European Physical Society; 2021; s. 1–4; č. článku P3.2026.
<https://ocs.ciemat.es/EPS2021PAP/pdf/P3.2026.pdf>
56. MATYS; Martin; BULANOV; Sergey V.; KECOVÁ; Mariana; KUCHARÍK; M.; JIRKA; Martin; JANEČKA; Pavel; PŠIKAL; Jan; NIKL; Jan; GROSZ; Jakub; KORN; Georg; KLIMO; Ondřej. Ion acceleration enhancement by laser-pulse shaping via plasma shutter. In: *Laser Acceleration of Electrons; Protons; and Ions VI*. Bellingham: SPIE; 2021; s. 1–7; č. článku 117790Q. *Proceedings of SPIE*; 11779.
<https://doi.org/10.1117/12.2589096>
57. MILLUZZO; G.; PETRINGA; Giada; CATALANO; R.; CIRRONE; G.A.P. Handling and dosimetry of laser-driven ion beams for applications. *European Physical Journal Plus*. 2021; 136(11); 1170.
58. MIRONOV; A. A.; GELFER; Evgeny; FEDOTOV; A.M. Onset of electron-seeded cascades in generic electromagnetic fields. *Physical Review A*. 2021; 104(Jul); 012221.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.104.012221>
59. MUKHOPADHYAY; A.K.; ROY; A.; BHATTACHARJEE; G.; DAS; S.C.; MAJUMDAR; A.; WULFF; H.; HIPPLER; Rainer. Surface stoichiometry and depth profile of $\text{Ti}_x\text{-Cu}_y\text{N}_z$ thin films deposited by magnetron sputtering. *Materials*. 2021; 14(12); 3191.
<https://doi.org/10.3390/ma14123191>

60. NEJDL; Jaroslav; CHAULAGAIN; Uddhab P.; HORT; Ondřej; MAI; Dong-Du; ALBRECHT; Martin; JURKOVIČ; Matěj; FINKE; Ondřej; KARATODOROV; Stefan; RACLAVSKÝ; Marek; LAMAČ; Marcel; KLIMEŠOVÁ; Eva; HOQUE; Ziaul; ROOS; Andreas Hult; KRIKUNOVA; Maria; ANDREASSON; Jakob. Update on laser-driven X-ray sources at ELI Beamlines. In: BLEINER; D.; ed. International Conference on X-Ray Lasers. Bellingham: SPIE; 2021; s. 1–7; č. článku 1188608.
<https://doi.org/10.1117/12.2593341>
61. NEVRKLA; Michal; HÜBNER; J.; ŠIŠMA; Jiří; VRBA; P.; VRBOVÁ; M.; BOBROVA; N.; SASOROV; Pavel; JANČÁREK; A. A study of current controlled discharge in a nitrogen filled tube. Applied Sciences-Basel. 2021; 11(21); 1053.
<https://doi.org/10.3390/app112110253>
62. NIKL; Jan; KUCHARÍK; M.; WEBER; Stefan A. Self-generated magnetic fields modelling within high-order Lagrangian magneto-hydrodynamics. In: Europhysics Conference Abstracts. Vol. 45A. Mulhouse: European Physical Society; 2021; č. článku P1.2022.
<http://ocs.ciemat.es/EPS2021PAP/pdf/P1.2022.pdf>
63. PENG; H.; RICONDA; C.; WEBER; Stefan A.; ZHOU; C.-T.; RUAN; S. C. Frequency conversion of lasers in a dynamic plasma grating. Physical Review Applied. 2021; 15(5); 054053.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevApplied.15.054053>
64. PŠIKAL; Jan. Laser-driven ion acceleration from near-critical Gaussian plasma density profile. Plasma Physics and Controlled Fusion. 2021; 63(6); 064002.
<https://doi.org/10.1088/1361-6587/abf448>
65. RAFFESTIN; D.; LECHERBOURG; L.; LANTUÉJOUL; I.; VAUZOUR; B.; MASSON-LABORDE; P. E.; DAVOINE; X.; BLANCHOT; N.; DUBOIS; J.L.; VAISSEAU; X.; HUMIÉRES; E. D.; GREMILLET; L.; DUVAL; A.; REVERDIN; Ch.; ROSSE; B.; BOUTOUX; G.; DUCRET; J. E.; ROUSSEAU; C.; TIKHONCHUK; Vladimir; BATANI; D. Enhanced ion acceleration using the high-energy petawatt PETAL laser featured. Matter and Radiation at Extremes. 2021; 6(5); 056901.
<https://doi.org/10.1063/5.0046679>
66. RUOCCO; A.; DUCHATEAU; G.; TIKHONCHUK; Vladimir. Self-focusing of a spatially modulated beam within the paraxial complex geometrical optics framework in low-density plasmas. Plasma Physics and Controlled Fusion. 2021; 63(12); 125019.
<https://doi.org/10.1088/1361-6587/ac2e43>
67. RYAZANTSEV; S.N.; SKOBELEV; I.Yu.; FILIPPOV; E.D.; MARTYNENKO; A.S.; MISHCHENKO; M.D.; KRŮS; M.; RENNER; Oldřich; PIKUZ; S.A. Precise wavelength measurements of potassium He- and Li-like satellites emitted from the laser plasma of a mineral target. Matter and Radiation at Extremes. 2021; 6(1); 014402.
<https://doi.org/10.1063/5.0019496>
68. SASOROV; Pavel; PEGORARO; F.; ESIRKEPOV; T.Z.; BULANOV; Sergey V. Generation of high order harmonics in Heisenberg–Euler electrodynamics. New Journal of Physics. 2021; 23(10); 105003.
<https://doi.org/10.1088/1367-2630/ac28cb>
69. SEZEMSKY; P.; BURNAT; D.; KRATOCHVÍL; J.; WULFF; H.; KRUTH; A.; LECHOWICZ; K.; JANIK; M.; BOGDANOWICZ; R.; ČADA; Martin; HUBIČKA; Zdeněk; NIEDZIALKOWSKI; P.; BIALOBRZESKA; W.; STRAŇÁK; V.; SMIETANA; M. Tailoring properties of indium tin oxide thin films for their work in both electrochemical and optical label-free sensing systems. Sensors and Actuators B – Chemical. 2021; 343(Sep); 130173.
<https://doi.org/10.1016/j.snb.2021.130173>
70. SIBONI; M.; SASOROV; Pavel; MEERSON; B. Fluctuations of a swarm of Brownian bees\\n. Physical Review E. 2021; 104(5); 054131.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevE.104.054131>
71. SINGH; Sushil K.; ARMSTRONG; C.D.; KANG; N.; REN; L.; LIU; H.; HUA; N.; RUSBY; D. R.; KLIMO; Ondřej; VERSACI; Roberto; ZHANG; Y.; SUN; M.; ZHU; B.; LEI; A.; OUYANG; X.; LANCIA; L.; GARCIA; A.L.; WAGNER; A.; COWAN; T.; ZHU; J.; SCHLEGEL; Theo; WEBER; Stefan A.; MCKENNA; P.; NEELY; D.; SWANSON; K.K.; GONSALVES; A.J.; MAO; H. S.; SIPLA; T.; BULANOV; S.S.; BOBROVA; N. A.; SASOROV; Pavel; KORN; Georg; BENEDETTI; C.; PIERONEK; C.V.; SCHROEDER; C.B.; GEDDES; C.G.R.; ESAREY; E.; LEEMANS; W.P. Cryogenically formed discharge waveguide. PHYSICAL REVIEW ACCELERATORS AND BEAMS. 2021; 24(9); 091301.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevAccelBeams.24.091301>
72. TIKHONCHUK; Vladimir; BATHEJA; Deepak Kumar. Bremsstrahlung emission and plasma characterization driven by moderately relativistic laser–plasma interactions. Plasma Physics and Controlled Fusion. 2021; 63(3); 035004.
<https://doi.org/10.1088/1361-6587/abcf7e>
73. SHEKHANOV; Sviatoslav; TIKHONCHUK; Vladimir. SRS-SBS competition and nonlinear



laser energy absorption in a high temperature plasma. *Plasma Physics and Controlled Fusion*. 2021; 63(11); 115016.
<https://doi.org/10.1088/1361-6587/ac2614>

74. SUZUKI-VIDAL; F.; CLAYSON; T.; STEHLÉ; C.; CHAULAGAIN; Uddhab P.; HALLIDAY; J.W.D.; SUN; M.; REN; L.; KANG; N.; LIU; H.; ZHU; B.; ZHU; J.; DE ALMEIDA ROSSI; C.; MIHAILESCU; T.; VELARDE; P.; COTELO; M.; FOSTER; J. M.; DANSON; C.N.; SPINDLOE; C.; CHITTENDEN; J.P.; KURANZ; C. First radiative shock experiments on the SG-II laser. *High Power Laser Science and Engineering*. 2021; 9(Jun); e27.
<https://doi.org/10.1017/hpl.2021.17>
75. TARASENKO; Alexander. Reply to Comment on "The general theory of diffusion in a mixture of molecules coad- sorbed on a homogeneous two-dimensional lattice" by A. Tarasenko; *Chemical Engineering Science*; 206 (2019) 261–271. *Chemical Engineering Science*. 2021; 229(Jan); 116090.
<https://doi.org/10.1016/j.ces.2020.116090>
76. TIKHONCHUK; Vladimir; GONG; T.; JOURDAIN; Noémie; RENNER; Oldřich; CONDAMINE; Florian P.; PAN; K. Q.; NAZAROV; W.; HUDEC; L.; LIMPOUCH; J.; LISKA; R.; KRŮS; M.; WANG; F.; YANG; D.; LI; S. W.; LI; Z. C.; GUAN; Z. Y.; LIU; Y. G.; XU; T.; PENG; X. S.; LIU; X. M.; LI; Y. L.; LI; J.; SONG; T. M.; YANG; J. M.; JIANG; S. E.; ZHANG; B. H.; HUO; W. Y.; REN; G.; CHEN; Y. H.; ZHENG; W.; DING; Y. K.; LAN; K.; WEBER; Stefan A. Studies of laser-plasma interaction physics with low-density targets for direct-drive inertial confinement fusion on the Shenguang III prototype. *Matter and Radiation at Extremes*. 2021; 6(2); 025902.
<https://doi.org/10.1063/5.0023006>
77. TIKHONCHUK; Vladimir; LIU; Y.; DANYLO; R.; HOUARD; A.; MYSYROWICZ; A. Modeling of the processes of ionization and excitation of nitrogen molecules by short\and intense laser pulses. *Physical Review A*. 2021; 104(6); 063116.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.104.063116>
78. TIKHONCHUK; Vladimir; LIU; Y.; DANYLO; R.; HOUARD; A.; MYSYROWICZ; A. Theory of femtosecond strong field ion excitation and subsequent lasing in N^+_2 . *New Journal of Physics*. 2021; 23(2); 023035.
<https://doi.org/10.1088/1367-2630/abd8bf>
79. TKACHENKO; V.; ABDULLAH; M.M.; JUREK; Z.; MEDVEDEV; Nikita; LIPP; V.; MAKITA; M.; ZIAJA; B. Limitations of structural insight into ultrafast melting of solid materials with X-ray diffraction imaging. *Applied Sciences-Basel*. 2021; 11(11); 5157.
<https://doi.org/10.3390/app11115157>
80. TKACHENKO; V.; LIPP; V.; BUESCHER; M.; CAPOTONDI; F.; HOEPFNER; H.; MEDVEDEV; Nikita; PEDERSOLI; E.; PRANDOLINI; M.J.; ROSSI; G.M.; TAVELLA; F.; TOLEIKIS; S.; WINDELER; M.; ZIAJA; B.; TEUBNER; U. Effect of Auger recombination on transient optical properties in XUV and soft X-ray irradiated silicon nitride. *Scientific Reports*. 2021; 11(1); 5203.
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-84677-w>
81. TVAROG; Drahošlav; OLEJNÍČEK; Jiří; KRATOCHVÍL; Jiří; KŠÍROVÁ; Petra; PORUBA; A.; HUBIČKA; Zdeněk; ČADA; Martin. Characterization of radical-enhanced atomic layer deposition process based on microwave surface wave generated plasma. *Journal of Applied Physics*. 2021; 130(1); 013301.
<https://doi.org/10.1063/5.0046829>
82. YAO; W.; FAZZINI; A.; CHEN; S.N.; BURDONOV; K.; ANTICI; P.; BEARD; J.; BOLANOS; S.; CIARDI; A.; DIAB; R.; FILIPPOV; E.D.; KISYOV; S.; LELASSEUX; V.; MICELI; M.; MORENO-GELOS; Quentin; NASTASA; V.; ORLANDO; S.; PIKUZ; S.; POPESCU; D. C.; REVET; G.; RIBEYERE; X.; HUMIÉRES; E. D.; FUCHS; J. Laboratory evidence for proton energization by collisionless shock surfing. *Nature Physics*. 2021; 17(10); 1177–1182.
<https://doi.org/10.1038/s41567-021-01325-w>
83. VALENTA; Petr; GRITTANI; Gabriele Maria; LAZZARINI; Carlo Maria; KLIMO; Ondřej; BULANOV; Sergey V. On the electromagnetic-electron rings originating from the interaction of high-power short-pulse laser and underdense plasma. *Physics of Plasmas*. 2021; 28(12); 122104.
<https://doi.org/10.1063/5.0065167>
84. VAZQUEZ; H.; KONONOV; A.; KYRITSAKIS; A.; MEDVEDEV; Nikita; SCHLEIFE; A.; DJURABEKOVA; F. Electron cascades and secondary electron emission in graphene under energetic ion irradiation. *Physical Review B*. 2021; 103(22); 224306.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.224306>
85. WEBER; Stefan A.; WU; Y.; WANG; J. Recent progress in atomic and molecular physics for controlled fusion and astrophysics. *Matter and Radiation at Extremes*. 2021; 6(2); 023002.
<https://doi.org/10.1063/5.0045218>

86. ZIAJA; B.; BEKX; J.J.; MAŠEK; Martin; MEDVEDEV; Nikita; PIEKARZ; P.; SAXENA; V.; STRÁNSKÝ; Michal; TOLEIKIS; S. Tracing X-ray-induced formation of warm dense gold with Boltzmann kinetic equations. *European Physical Journal D*. 2021; 75(8); 224.
<https://doi.org/10.1140/epjd/s10053-021-00235-z>
87. ZYMAKOVÁ; Anna; ALBRECHT; Martin; ANTIPENKOV; Roman; ŠPAČEK; Alexandr; KARATODOROV; Stefan; HORT; Ondřej; ANDREASSON; Jakob; UHLIG; J. First experiments with a water-jet plasma X-ray source driven by the novel high-power-highrepetition rate L1 Allegra laser at ELI Beamlines. *Journal of Synchrotron Radiation*. 2021; 28(NOV); 1778–1785.
<https://doi.org/10.1107/S1600577521008729>

8.3.19 Mikrobiologie

1. GRYNDLER; M.; GRYNDLEROVÁ; Hana; HUJSLOVÁ; Martina; BYSTRIANSKÝ; L.; MALÍNSKÁ; H.; ŠIMSÁ; Daniel; HRŠELOVÁ; Hana. In vitro Evaluation of Biofilm Biomass Dynamics. *Microbiology*. 2021; 90(5); 656–665. ISSN 0026–2617.
<https://doi.org/10.1134/S0026261721050064>

8.3.20 Mineralogie

1. HAIFLER; J.; ŠKODA; R.; FILIP; J.; LARSEN; A.O.; ROHLÍČEK; Jan. Zirconolite from Larvik Plutonic Complex; Norway; its relationship to stefanweissite and nöggerathite; and contribution to the improvement of zirconolite end-member systematics. *American Mineralogist*. 2021; 106(8); 1255–1272.
<https://doi.org/10.2138/am-2021-7510>
2. KASATKIN; A.V.; PLÁŠIL; Jakub; ŠKODA; R.; CAMPOSTRINI; I.; CHUKANOV; N.V.; AGAKHANOV; A.A.; KARPENKO; V.Y.; BELAKOVSKIY; D. I. Ferroefremovite; $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}^{2+}_2(\text{SO}_4)_3$; a new mineral from Solfatara di Pozzuoli; Campania; Italy. *Canadian Mineralogist*. 2021; 59(Jan); 59–68.
<https://doi.org/10.3749/canmin.1900085>
3. MAKOVICKY; E.; PLÁŠIL; Jakub; KASATKIN; A.V.; ŠKODA; R. The crystal structure of $\text{Tl}_{2.36}\text{Sb}_{5.98}\text{As}_{4.59}\text{S}_{17}$; the lead-free endmember of the chabournéite homeotypic group. *Canadian Mineralogist*. 2021; 59(3); 533–547.
<https://doi.org/10.3749/canmin.2000093>
4. GURZHIY; V.V.; KALASHNIKOVA; S.A.; KUPOREV; I.V.; PLÁŠIL; Jakub. Crystal chemistry and structural complexity of the

uranyl carbonate minerals and synthetic compounds. *Crystals*. 2021; 11(6); 704.
<https://doi.org/10.3390/cryst11060704>

5. KAMPF; A.R.; OLDS; T.A.; PLÁŠIL; Jakub; MARTY; J.; PERRY; S.N.; CORCORAN; L.; BURNS; P.C. Seaborgite; $\text{LiNa}_6\text{K}_2(\text{UO}_2)(\text{SO}_4)_5(\text{SO}_3\text{OH})(\text{H}_2\text{O})$; the first uranyl mineral containing lithium. *American Mineralogist*. 2021; 106(1); 105–111.
<https://doi.org/10.2138/am-2020-7540>
6. KAMPF; A.R.; PLÁŠIL; Jakub; OLDS; T.A.; NASH; B.P.; MARTY; J. Uranoclite; a new uranyl chloride mineral from the Blue Lizard mine; San Juan County; Utah; USA. *Mineralogical Magazine*. 2021; 85(3); 438–443.
<https://doi.org/10.1180/mgm.2021.33>
7. PAŽOUT; R.; DUŠEK; Michal. Crystal structure of undersubstituted Sb-rich vikingite Vik_{40} ; $\text{Ag}_{2.85}\text{Pb}_{12.35}(\text{Bi}_{9.52}\text{Sb}_{1.27})\Sigma=10.80\text{S}_{30}$; site population and comparison with structure of vikingite Vik_{50} ; $\text{Ag}_{3.5}\text{Pb}_{11.0}\text{Bi}_{11.5}\text{S}_{30}$. *Journal of Geosciences*. 2021; 66(3); 175–184.
<https://doi.org/10.3190/jgeosci.329>
8. PLÁŠIL; Jakub; PETŘÍČEK; Václav; ŠKÁCHA; P. Crystal structure of the uranyl arsenate mineral hügelite; $\text{Pb}_2(\text{UO}_2)_3\text{O}_2(\text{AsO}_4)_2(\text{H}_2\text{O})_5$; revisited: a correct unit cell; twinning and hydrogen bonding. *Acta Crystallographica Section B-Structural Science Crystal Engineering and Materials*. 2021; 77(June); 378–383.
<https://doi.org/10.1107/S2052520621004091>
9. MAJZLAN; J.; PLÁŠIL; Jakub; DACHS; E.; BENISEK; A.; MANGOLD; S.; ŠKODA; R.; ABROSIMOVA; N. Prediction and observation of formation of Ca-Mg arsenates in acidic and alkaline fluids: Thermodynamic properties and mineral assemblages at Jachymov; Czech Republic and Rotguldén; Austria. *Chemical Geology*. 2021; 559(Jan); 119922.
<https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2020.119922>
10. SEJKORA; J.; ŠKÁCHA; P.; PLÁŠIL; Jakub; DOLNÍČEK; Z.; ULMANOVÁ; J. Hrabákite; $\text{Ni}_9\text{PbSbS}_8$; a new member of the hauchecornite group from Příbram; Czech Republic. *Mineralogical Magazine*. 2021; 85(2); 189–196.
<https://doi.org/10.1180/mgm.2021.1>
11. STECIUK; Gwladys; KIEFER; B.; HORNFECK; Wolfgang; KASATKIN; A.V.; PLÁŠIL; Jakub. Molybdenum disorder in hydrated sedovite; ideally $\text{U}(\text{MoO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$; a microporous nanocrystalline mineral characterized by three-dimensional electron diffraction; density functional theory computations; and complexity



analysis. *Inorganic Chemistry*. 2021; 60(20); 15169–15179.

<https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.1c01506>

12. STECIUK; Gwladys; SEJKORA; J.; ČEJKA; J.; PLÁŠIL; Jakub; HLOUŠEK; J. Krupičkaite; $\text{Cu}_6[\text{AsO}_3(\text{OH})]_6 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$; a new copper arsenate mineral from Jáchymov (Czech Republic). *Journal of Geosciences*. 2021; 66(1); 37–50.
<https://doi.org/10.3190/jgeosci.318>

13. ŠKÁCHA; P.; SEJKORA; J.; PLÁŠIL; Jakub; DOLNÍČEK; Z.; ULMANOVÁ; J. Grimmite; NiCo_2S_4 ; a new thiospinel from Příbram; Czech Republic. *European Journal of Mineralogy*. 2021; 33(2); 175–187.
<https://doi.org/10.5194/ejm-33-175-2021>

14. VYMAZALOVÁ; A.; SUBBOTIN; V.V.; LAUFEK; F.; SAVCHENKO; Y.E.; STANLEY; C.J.; GABOV; D.A.; PLÁŠIL; Jakub. Panskyite; $\text{Pd}_9\text{Ag}_2\text{Pb}_2\text{S}_4$; a new platinum group mineral from the Southern Kievey ore occurrence of the Fedorova–Pana layered intrusion; Kola Peninsula; Russia. *Mineralogical Magazine*. 2021; 85(2); 161–171.
<https://doi.org/10.1180/mgm.2020.100>

8.3.21 Morfologické obory a cytologie

1. HARRISON; S.P.; BAUMGARTEN; S.F.; VERMA; R.; LUNOV; Oleg; DEJNEKA; Alexandr; SULLIVAN; G.J. Liver organoids: recent developments; limitations and potential. *FRONT MED-LAUSANNE*. 2021; 8(May); 574047.
<https://doi.org/10.3389/fmed.2021.574047>

8.3.22 Nano-materiály

1. BÁEZ-CRUZ; R.; BAPTISTA; L. A.; NTIM; S.; MANIDURAI; P.; ESPINOZA HERRERA; Shirley J.; RAMANAN; C.; CORTES-HUERTO; R.; SULPIZI; M. Role of pH in the synthesis and growth of gold nanoparticles using L-asparagine: a combined experimental and simulation study. *Journal of Physics-Condensed Matter*. 2021; 33(25); 254005.
<https://doi.org/10.1088/1361-648X/abf6e3>
2. BYDŽOVSKÁ; Irena; SHAGIEVA; Ekaterina; GORDEEV; Ivan; ROMANYUK; Olexandr; NĚMEČKOVÁ; Zuzana; HENYCH; Jiří; ONDIČ; Lukáš; KROMKA; Alexander; STEHLÍK; Štěpán. Laser-induced modification of hydrogenated detonation nanodiamonds in ethanol. *Nanomaterials*. 2021; 11(9); 2251.
<https://doi.org/10.3390/nano11092251>

3. DMOCHOWSKA; E.; HERMAN; J.; CZERWIŃSKI; M.; STULOV; Sergey; BUBNOV; Alexej M.; KULA; P. Self-assembling behaviour of chiral calamitic monoacrylates targeted for polymer stabilisation of polar smectic phases in chiral liquid crystals. *Journal of Molecular Liquids*. 2021; 331(June); 115723.
<https://doi.org/10.1016/j.molliq.2021.115723>

4. KAMAN; Ondřej; KUBÁNIOVÁ; D.; KNÍŽEK; Karel; KUBÍČKOVÁ; Lenka; KLEMENTOVÁ; Mariana; KOHOUT; J.; JIRÁK; Zdeněk. Structure and magnetic state of hydrothermally prepared Mn-Zn ferrite nanoparticles. *Journal of Alloys and Compounds*. 2021; 888(Dec.); 161471.
<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.161471>

5. KUBÍČKOVÁ; Lenka; KAMAN; Ondřej; VEVERKA; Pavel; HERYNEK; V.; BRÁZDA; P.; BERNÁŠEK; K.; VEVERKA; M.; KOHOUT; J. Magnetic properties; ^{57}Fe Mössbauer spectroscopy and ^1H NMR relaxometry of $\epsilon\text{-Fe}_{2-x}\text{Ga}_x\text{O}_3$ nanoparticles: The effect of gallium doping on magnetic and MRI performance. *Journal of Alloys and Compounds*. 2021; 856(Mar); 158187.
<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.158187>

6. MILIAIEVA; Daria; MATUNOVÁ; P.; ČERMÁK; Jan; STEHLÍK; Štěpán; CERNESCU; A.; REMEŠ; Zdeněk; ŠTENCLOVÁ; Pavla; MÜLLER; Martin; REZEK; B. Nanodiamond surface chemistry controls assembly of polypyrrole and generation of photovoltage. *Scientific Reports*. 2021; 11(1); 590.
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-80438-3>

7. PLESKUNOV; P.; KOŠUTOVÁ; T.; VAIDULYCH; M.; NIKITIN; D.; KRTOUŠ; Z.; ALI-OLGY; S.; KISHENINA; K.; TAFIICHUK; R.; BIEDERMAN; H.; GORDEEV; Ivan; DREWES; J.; BARG; I.; FAUPEL; F.; CIESLAR; M.; YATSKIV; Roman; PIHOSH; Y.; NANDAL; V.; SEKI; K.; DOMEN; K.; CHOUKOUROV; A. The sputter-based synthesis of tantalum oxynitride nanoparticles with architecture and bandgap controlled by design. *Applied Surface Science*. 2021; 559(Sep.); 149974.
<https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2021.149974>

8. REZEK; B.; HEMATIAN; H.; JÍRA; J.; RUTHERFORD; D.; KULÍČEK; J.; UKRAINTSEV; Egor; REMEŠ; Zdeněk. Microscopic study of bovine serum albumin adsorption on zinc oxide (0001) surface. *Physica Status Solidi A*. 2021; 218(6); 2000558.
<https://doi.org/10.1002/pssa.202000558>

9. RIPKA; P.; GRIM; V.; MIRZAEI; M.; HRAKOVÁ; D.; UHRIG; J.; EMMERICH; F.; THIELEMANN; C.; HEJTMÁNEK; Jiří; KAMAN; Ondřej; TESÁŘ; Roman. Modelling and measurement of magnetically soft nanowire arrays for sensor applications. *Sensors*. 2021; 21(1); 3.
<https://doi.org/10.3390/s21010003>
10. STEHLÍK; Štěpán; HENYCH; Jiří; ŠTENCLOVÁ; Pavla; KRÁL; Robert; ZEMENOVÁ; Petra; PANGRÁC; Jiří; VAŇEK; O.; KROMKA; Alexander; REZEK; B. Size and nitrogen inhomogeneity in detonation and laser synthesized primarynanodiamond particles revealed via salt-assisted deaggregation. *Carbon*. 2021; 171(Jan); 230–239.
<https://doi.org/10.1016/j.carbon.2020.09.026>
11. UKRAINTSEV; Egor; KROMKA; Alexander; JANSSEN; W.; HAENEN; K.; TAKEUCHI; D.; BÁBOR; P.; REZEK; B. Electron emission from H-terminated diamond enhanced by polypyrrole grafting. *Carbon*. 2021; 176(May); 642–649.
<https://doi.org/10.1016/j.carbon.2020.12.043>
12. VEVERKA; Pavel; KUBÍČKOVÁ; Lenka; JIRÁK; Zdeněk; HERYNEK; V.; VEVERKA; Miroslav; KAMAN; Ondřej. Temperature and field dependences of transverse relaxivity of Co-Zn ferrite nanoparticles coated with silica: the role of magnetic properties and different regimes. *Materials Chemistry and Physics*. 2021; 260(Feb); 124178.
<https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2020.124178>

8.3.23 Nano-technologie

1. BUBNOV; Alexej; CIGL; Martin; PENKOV; D.; OTRUBA; M.; POCIECHA; D.; CHEN; H.-H.; HAMPLOVÁ; Věra. Design and self-assembling behaviour of calamitic reactive mesogens with lateral methyl and methoxy substituents and vinyl terminal group. *Polymers*. 2021; 13(13); 2156.
<https://doi.org/10.3390/polym13132156>

8.3.24 Obecná matematika

1. FRIÁK; Martin; MAZALOVÁ; Martina; TUREK; Ilja; ZEMANOVÁ; Adéla; KAŠTIL; Jiří; KAMARÁD; Jiří; MÍŠEK; Martin; ARNOLD; Zdeněk; SCHNEEWEISS; Oldřich; VŠIANSKÁ; Monika; ZELENÝ; M.; KROUPA; Aleš; PAVLŮ; J.; ŠOB; Mojmir. An Ab Initio Study of Pressure-Induced Changes of Magnetism in an Austenitic Stoichiometric Ni₂MnSn. *Materials*. 2021; 14(3); 523.
<https://doi.org/10.3390/ma14030523>

2. FROST; Miroslav; BENEŠOVÁ; Barbora; SEINER; Hanuš; KRUŽÍK; Martin; SEDLÁK; Petr; ŠITTNER; Petr. Thermomechanical model for NiTi-based shape memory alloys covering macroscopic localization of martensitic transformation. *International Journal of Solids and Structures*. 2021; 221(1); 117–129.
<https://doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2020.08.012>

8.3.25 Optika, masery a lasery

1. ARMSTRONG; C.D.; NEELY; D.; BATHEJA; Deepak Kumar; MCKENNA; P.; CRAY; R.J.; PIROZHKOVA; A.S. Deconvolution of multi-Boltzmann x-ray distribution from linear absorption spectrometer via analytical parameter reduction. *Review of Scientific Instruments*. 2021; 92(11); 113102.
<https://doi.org/10.1063/5.0057486>
2. BARASINSKI; A.; ČERNOCH; Antonín; LASKOWSKI; W.; LEMR; K.; VERTESI; T.; SOUBUSTA; J. Experimentally friendly approach towards nonlocal correlations in multisetting N-partite Bell scenarios. *Quantum*. 2021; 5(Apr.); 430.
<https://doi.org/10.22331/q-2021-04-14-430>
3. BATANI; K.; ALIVERDIEV; A.; BENOCCI; R.; DEZULIAN; R.; AMIROVA; A.; KROUSKÝ; Eduard; PFEIFER; Miroslav; SKÁLA; Jiří; DUDŽÁK; Roman; NAZAROV; W.; BATANI; D. Shock dynamics and shock collision in foam layered targets. *High Power Laser Science and Engineering*. 2021; 9(July); e47.
<https://doi.org/10.1017/hpl.2021.33>
4. CRHA; Pavel; NOVÁK; Ondřej. Korekce polohy svazku při natáčení krystalu. *Fyzikální ústav AV ČR; v. v. i.; 2021. Prototyp 16/HILASE/2021.*
5. HAUSCHWITZ; Petr; MARTAN; J.; BIČIŠTOVÁ; Radka; BELTRAMI; C.; MOSKAL; D.; BRODSKY; A.; KAPLAN; N.; MUŽÍK; Jiří; ŠTĚPÁNKOVÁ; Denisa; BRAJER; Jan; ROSTOHAR; Danijela; KOPEČEK; Jaromír; PROKEŠOVÁ; L.; HONNER; M.; LANG; V.; SMRŽ; Martin; MOCEK; Tomáš. LIPSS-based functional surfaces produced by multi-beam nanostructuring with 2601 beams and real-time thermal processes measurement. *Scientific Reports*. 2021; 11(1); 22944.
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-02290-3>
6. CSANAKOVÁ; Bianka; NOVÁK; Ondřej; SMRŽ; Martin; HUYNH; Jaroslav; JELÍNKOVÁ; H.; LUCIANETTI; Antonio; MOCEK; Tomáš. Silicon Brewster plate wavelength separator for a mid-IR optical parametric source. *Applied Optics*. 2021; 60(2); 281–290.
<https://doi.org/10.1364/AO.411408>



7. DAVID; Samuel Paul; JAMBUNATHAN; Venkatesan; YUE; Fangxin; LUCIANETTI; Antonio; MOCEK; Tomáš. Diode pumped cryogenic Yb:Lu₃Al₅O₁₂ laser in continuous-wave and pulsed regime. *Optics and Laser Technology*. 2021; 135(Mar); 106720.
<https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2020.106720>
8. DIVOKÝ; Martin; PILAŘ; Jan; HANUŠ; Martin; NAVRÁTIL; Petr; DENK; Ondřej; SEVEROVÁ; Patricie; MASON; P.; BUTCHER; T.; BANERJEE; S.; DE VIDO; M.; EDWARDS; C.; COLLIER; J.; SMRŽ; Martin; MOCEK; Tomáš. 150 J DPSSL operating at 1.5 kW level. *Optics Letters*. 2021; 46(22); 5771–5773.
<https://doi.org/10.1364/OL.444902>
9. DOLEŽAL; Jiří; CANOLA; Sofia; MERINO; P.; ŠVEC; Martin. Exciton-trion conversion dynamics in a single molecule. *ACS Nano*. 2021; 15(4); 7694–7699.
<https://doi.org/10.1021/acsnano.1c01318>
10. FAIT; Jan; PUTZ; S.; WACHTER; G.; SCHALKO; J.; SCHMID; U.; ARNDT; M.; TRUPKE; M. High finesse microcavities in the optical telecom O-band. *Applied Physics Letters*. 2021; 119(22); 221112.
<https://doi.org/10.1063/5.0066620>
11. FAIT; Jan; VARGA; Marián; HRUŠKA; Karel; KROMKA; Alexander; REZEK; B.; ONDIČ; Lukáš. Spectral tuning of diamond photonic crystal slabs by deposition of a thin layer with silicon vacancy centers. *Nanophotonics*. 2021; 10(15); 3895–3905.
<https://doi.org/10.1515/nanoph-2021-0369>
12. FLIMELOVÁ; Miroslava; RYABCHIKOV; Yury V. A facile route of manufacturing of silicon-based nanostructures with tuned plasmonic properties. In: *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 2015. Bristol: IOP; 2021; č. článku 012128.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/2015/1/012128>
13. FRANTA; D.; MURESAN; Mihai-George. Wide spectral range optical characterization of yttrium aluminum garnet (YAG) single crystal by the universal dispersion model. *Optical Materials Express*. 2021; 11(12); 3930–3945.
<https://doi.org/10.1364/OME.441088>
14. GRINEVICIUTE; L.; NG; S.; HAN; M.; MOEIN; T.; ANAND; V.; KATKUS; T.; RYU; M.; MORIKAWA; J.; TOBIN; M.; VONGSVIVUT; J.; TOLENIS; Tomas; JUODKAZIS; S. Anisotropy of 3D Columnar Coatings in Mid-Infrared Spectral Range. *Nanomaterials*. 2021; 11(12); 3247.
<https://doi.org/10.3390/nano11123247>
15. HAUSCHWITZ; Petr; BRAJER; Jan; ROSTOHAR; Danijela; KOPEČEK; Jaromír; MOCEK; Tomáš; CIMRMAN; Martin; CHYLA; Michal; SMRŽ; Martin. Anti-reflection nanostructures on tempered glass by dynamic beam shaping. *Micromachines*. 2021; 12(3); 289.
<https://doi.org/10.3390/mi12030289>
16. HAUSCHWITZ; Petr; JOCHCOVÁ; D.; JAGDHEESH; Radhakrishnan; ROSTOHAR; Danijela; BRAJER; Jan; KOPEČEK; Jaromír; CIMRMAN; Martin; SMRŽ; Martin; MOCEK; Tomáš; LUCIANETTI; Antonio. Towards rapid large-scale LIPSS fabrication by 4-beam ps DLIP. *Optics and Laser Technology*. 2021; 133(Jan); 106532.
<https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2020.106532>
17. HRDÝ; Jaromír. Reducing the short pulses stretching caused by lenses. *International Journal of Physics and Applications*. 2021; 3(2); 4–7.
<https://www.physicsjournal.in/article/view/41/3-2-13>
18. HUBKA; Zbyněk; NOVÁK; Jakub; MAJEROVÁ; Irena; GREEN; Jonathan T.; VELPULA; Praveen K.; BOGE; Robert; ANTIPENKOV; Roman; ŠOBR; Václav; KRAMER; Daniel; MAJER; Karel; NAYLON; Jack A.; BAKULE; Pavel; RUS; Bedřich. Mitigation of laser-induced contamination in vacuum in high-repetition-rate high-peak-power laser systems. *Applied Optics*. 2021; 60(3); 533–538.
<https://doi.org/10.1364/AO.414878>
19. INOUE; I.; DEGUCHI; Y.; ZIAJA; B.; OSAKA; T.; ABDULLAH; M.M.; JUREK; Z.; MEDVEDEV; Nikita; TKACHENKO; V.; INUBUSHI; Y.; KASAI; H.; TAMASAKU; K.; HARA; T.; NISHIBORI; E.; YABASHI; M. Atomic-scale visualization of ultrafast bond breaking in X-ray-excited diamond. *Physical Review Letters*. 2021; 126(11); 117403.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.117403>
20. JACH; K.; PISARCZYK; T.; STEPNIEWSKI; W.; ŚWIERCZYNSKI; R.; KRÁSA; Josef; CHODUKOWSKI; T.; RUSINIAK; Z.; ZARAŚ-SZYDŁOWSKA; A.; DOSTÁL; Jan; DUDŽÁK; Roman; JUHA; Libor; KOCHETKOV; Iu.; KRUPKA; Michal; BORODZIUK; S. 2D MHD simulation of spontaneous magnetic fields generated during interaction of 1315.2-nm laser radiation with copper slabs at 10¹⁶ W/cm². *Physics of Plasmas*. 2021; 28(9); 092704.
<https://doi.org/10.1063/5.0054283>

21. JAGDHEESH; Radhakrishnan; KOPEČEK; Jaromír; BRAJER; Jan; MOCEK; Tomáš. Superhydrophobic microspiked surface structures by ultrashort laser patterning. *Surface Engineering*. 2021; 37(10); 1266–1276. <https://doi.org/10.1080/02670844.2021.1874651>
22. JIRÁKOVÁ; K.; BARASINSKI; A.; ČERNOCH; A.; LEMR; K.; SOUBUSTA; Jan. Measuring concurrence in qubit Werner states without an aligned reference frame. *Physical Review Applied*. 2021; 16(5); 054042. <https://doi.org/10.1103/PhysRevApplied.16.054042>
23. JIRÁKOVÁ; K.; ČERNOCH; Antonín; LEMR; K.; BARTKIEWICZ; K.; MIRANOWICZ; A. Experimental hierarchy and optimal robustness of quantum correlations of two-qubit states with controllable white noise. *Physical Review A*. 2021; 104(6); 062436. <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.104.062436>
24. JUNCHENG; E.; STRANSKY; M.; JUREK; Z.; FORTMANN-GROTE; C.; JUHA; Libor; SANTRA; R.; ZIAJA; B.; MANCUSO; A.P. Effects of radiation damage and inelastic scattering on single-particle imaging of hydrated proteins with an X-ray Free-Electron Laser. *Scientific Reports*. 2021; 11(1); 17976. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-97142-5>
25. KAUFMAN; Jan; ŠPIRIT; Z.; VASUDEVAN; V.K.; STEINER; M.A.; MANNAVA; S.R.; BRAJER; Jan; PÍNA; L.; MOCEK; Tomáš. Effect of laser shock peening parameters on residual stresses and corrosion fatigue of AA5083. *Metals*. 2021; 11(10); 1635. <https://doi.org/10.3390/met11101635>
26. KÖRNER; J.; JAMBUNATHAN; Venkatesan; YUE; Fangxin; REITER; J.; SLEZÁK; Ondřej; NAVRÁTIL; Petr; DAVID; Samuel Paul; LUCIANETTI; Antonio; HEIN; J.; MOCEK; Tomáš; KALUZA; M.C. Diode-pumped; electro-optically Q-switched; cryogenic Tm:YAG laser operating at 1.88 μm . *High Power Laser Science and Engineering*. 2021; 9(Mar); e11. <https://doi.org/10.1017/hpl.2020.53>
27. KÖRNER; J.; ZULIC; Sanin; REITER; J.; LENSKE; M.; HEIN; J.; BÖDEFELD; R.; ROSTOHAR; D.; MOCEK; T.; KALUZA; M.C. Compact; diode-pumped; unstable cavity Yb:YAG laser and its application in laser shock peening. *Optics Express*. 2021; 29(10); 15724–15732. <https://doi.org/10.1364/OE.423386>
28. KRÁSA; Josef; NASSISI; V.; KLÍR; D. Target holder as a specific sensor for laser-induced plasma ablation. *Physics Letters. A*. 2021; 385(Jan); 126980. <https://doi.org/10.1016/j.physleta.2020.126980>
29. KUCHARÍK; Jiří; NĚMEC; Hynek. Strong confinement-induced nonlinear terahertz response in semiconductor nanostructures revealed by Monte Carlo calculations. *Physical Review B*. 2021; 103(20); 205426. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.103.205426>
30. LAMPROU; T.; LOPEZ-MARTENS; R.; HAESSLER; S.; LIONTOS; I.; KAHALY; S.; RIVERA-DEAN; J.; STAMMER; P.; PISANTY; E.; CIAPPINA; Marcelo F.; LEWENSTEIN; M.; TZALLAS; P. Quantum-optical spectrometry in relativistic laser–plasma interactions using the high-harmonic generation process: a proposal. *Photonics*. 2021; 8(6); 192. <https://doi.org/10.3390/photonics8060192>
31. MEDVEDEV; Nikita; CHALUPSKÝ; Jaromír; JUHA; Libor. Microscopic kinetics in poly(methyl methacrylate) exposed to a single ultra-short XUV/X-ray laser pulse. *Molecules*. 2021; 26(21); 6701. <https://doi.org/10.3390/molecules26216701>
32. MOROZOV; A.A.; STARINSKIY; S.V.; BULGAKOV; Alexander. Pulsed laser ablation of binary compounds: effect of time delay in component evaporation on ablation plume expansion. *Journal of Physics D-Applied Physics*. 2021; 54(17); 175203. <https://doi.org/10.1088/1361-6463/abdb6c>
33. NAM S; S.-H.; NAGAR; G.C.; DEMPSEY; D.; NOVÁK; Ondřej; SHIM; B.; HONG; K.-H. Multi-octave-spanning supercontinuum generation through high-energy laser filaments in YAG and ZnSe pumped by a 2.4 μm femtosecond Cr:ZnSe laser. *High Power Laser Science and Engineering*. 2021; 9(May); e12. <https://doi.org/10.1017/hpl.2021.1>
34. NĚMEC; I.; MATULKOVÁ; I.; KRUMBE; W.; ANDERSEN; L.; CÍSAŘOVÁ; I.; KROUPA; Jan; NĚMEC; P.; BOHATÝ; L.; BECKER; P. Linear and nonlinear optical properties; pyroelectricity and vibrational spectroscopy of polar guanidinium hydrogen phosphite; GuH_2PO_3 ; and hydrogen selenite; GuHSeO_3 *Optical Materials*. 2021; 111(Jan.); 110722. <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2020.110722>
35. PATHAK; Sunil; GOBINDA; G.C.; HADI; M.B.A.; JAIN; N.K. Engineered nanomaterials for aviation industry in COVID-19 context: A time-sensitive review. *Coatings*. 2021; 11(4); 382. <https://doi.org/10.3390/coatings11040382>



36. PEŘINA JR.; J.; MICHÁLEK; V.; MACHULKA; Radek; HADERKA; O. Two-beam light with ‚checkered-pattern‘ photon-number distributions. *Optics Express*. 2021; 29(19); 29704–29719.
<https://doi.org/10.1364/OE.431204>
37. PEŘINA JR.; J.; ČERNOCH; A.; SOUBUSTA; Jan. Compound twin beams without the need of genuine photon-number-resolving detection. *Physical Review Applied*. 2021; 16(2); 024061.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevApplied.16.024061>
38. PEŘINA JR.; J.; MICHÁLEK; V.; MACHULKA; Radek; HADERKA; Ondřej. Two-beam light with simultaneous anticorrelations in photon-number fluctuations and sub-Poissonian statistics. *Physical Review A*. 2021; 104(1); 013712.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.104.013712>
39. PETERKA; Pavel; PUGLIESE; D.; JIŘÍČKOVÁ; Bára; BOETTI; N.G.; TURČÍČOVÁ; Hana; MIRZA; M. Inam; BORODKIN; Andrei; MILANESE; D. High-power laser testing of calcium-phosphate-based bioresorbable optical fibers. *Optical Materials Express*. 2021; 11(7); 2049–2058.
<https://doi.org/10.1364/OME.428490>
40. RACLAVSKÝ; Marek; KHAKUREL; Krishna; CHAULAGAIN; Uddhab P.; LAMAČ; Marcel; NEJDL; Jaroslav. Multi-lane mirror for broadband applications of the betatron X-ray source. *Photonics*. 2021; 8(12); 579.
<https://doi.org/10.3390/photonics8120579>
41. RĄCZKA; P.; CIKHARDT; J.; PFEIFER; Miroslav; KRÁSA; Josef; KRUPKA; Michal; BURIAN; Tomáš; KRŮS; M.; PISARCZYK; T.; DOSTÁL; Jan; DUDŽÁK; Roman; BADZIAK; J. Measurement of strong electromagnetic pulses generated from solid targets at sub-ns kJ-class PALS laser facility. *Plasma Physics and Controlled Fusion*. 2021; 63(8); 085015.
<https://doi.org/10.1088/1361-6587/ac087f>
42. SCIUS-BERTRAND; M.; VIDEAU; L.; RONDEPIERRE; A.; LESCOUTE; E.; ROUCHAUSSE; Y.; KAUFMAN; Jan; ROSTOHAR; Danijela; BRAJER; Jan; BERTHE; L. Laser induced plasma characterization in direct and water confined regimes: new advances in experimental studies and numerical modelling. *Journal of Physics D-Applied Physics*. 2021; 54(5); 1–14; 055204.
<https://doi.org/10.1088/1361-6463/abc040>
43. SCHMIDT; Jiří; KOLÁČEK; Karel; FROLOV; Oleksandr; ŠTRAUS; Jaroslav; HOFFER; Petr; STELMASHUK; Vitaliy; TUHOLUKOV; Andrii; JIŘÍČEK; Petr; HOUDKOVÁ; Jana. Long-term changes in Al thin-film extreme ultraviolet filters. *Applied Optics*. 2021; 60(28); 8766–8773.
<https://doi.org/10.1364/AO.432592>
44. SMRŽ; Martin; MUŽÍK; Jiří; ŠTĚPÁNKOVÁ; Denisa; TURČÍČOVÁ; Hana; NOVÁK; Ondřej; CHYLA; Michal; HAUSCHWITZ; Petr; BRAJER; Jan; KUBÁT; J.; TODOROV; Filip; MOCEK; Tomáš. Picosecond thin-disk laser platform PERLA for multi-beam micromachining. *OSA Continuum*. 2021; 4(3); 940–952.
<https://doi.org/10.1364/OSAC.418293>
45. THAPLIYAL; K.; PEŘINA; Jan. Ideal pairing of the Stokes and anti-Stokes photons in the Raman process. *Physical Review A*. 2021; 103(3); 033708.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.103.033708>
46. TROHA; Tinkara; OSTATNICKÝ; M.; KUŽEL; Petr. Improving security in terahertz wireless links using beam symmetry of vortex and Gaussian beams. *Optics Express*. 2021; 29(19); 30461–30472.
<https://doi.org/10.1364/OE.433606>
47. TVAROŽEK; V.; SZABÓ; Ondrej. Sputtered nanostructured interfaces used for biochemical sensing. In: *Proceedings of Microelectronics (MIEL 2021)*. Danvers: IEEE; 2021; s. 189–192. ISBN 978-1-6654-4526-9\\n
<https://doi.org/10.1109/MIEL52794.2021.9569179>
48. VACULA; M.; HORVATH; P.; CHYTKA; Ladislav; DAUMILLER; K.; ENGEL; C.; HRABOVSKÝ; M.; MANDÁT; Dušan; MATHES; H.J.; MICHAL; Stanislav; PALATKA; Miroslav; PECH; Miroslav; SCHÄFER; Ch.; SCHOVÁNEK; Petr. Use of a general purpose integrating sphere as a low intensity near-UV extended uniform light source. *Optik*. 2021; 242(Sept.); 167169.
<https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2021.167169>
49. VALENTA; Petr; GRITTANI; Gabriele Maria; LAZZARINI; Carlo Maria; KLIMO; Ondřej; BULANOV; Sergey V. Ring-shaped electron beams from laser-wakefield accelerator. In: *Laser Acceleration of Electrons; Protons; and Ions VI*. Bellingham: SPIE; 2021; s. 1–9; č. článku 1177909. *Proceedings of SPIE*; 11779.
<https://doi.org/10.1117/12.2589222>
50. VANĚČEK; Vojtěch; PÁTEREK; Juraj; KRÁL; Robert; KUČERKOVÁ; Romana; BABIN; Vladimír; ROHLÍČEK; Jan; CALA; R.; KRATOCHWIL; N.; AUFFRAY; E.; NIKL; Martin. Ultraviolet cross-luminescence in ternary chlorides of alkali and alkaline-earth metals. *Optical Materials*. X. 2021; 12(Dec); 100103.
<https://doi.org/10.1016/j.omx.2021.100103>

51. VAŘÁK; Petr; NEKVINDOVÁ; P.; VYTYKÁČOVÁ; Soňa; MICHALCOVÁ; A.; MALINSKÝ; Petr; OSWALD; Jiří. Near-infrared photoluminescence enhancement and radiative energy transfer in RE-doped zinc-silicate glass (RE = Ho; Er; Tm) after silver ion exchange. *Journal of Non-Crystalline Solids*. 2021; 557(APR); 120580. <https://doi.org/10.1016/j.jnoncrsol.2020.120580>
52. VEYRINAS; K.; VÁBEK; Jan; VALENTIN; C.; DESCAMPS; D.; PÉJOT; C.; BURGÝ; F.; CONSTANT; E.; MÉVEL; E.; CATOIRE; F. Spectral filtering of high-order harmonics via optics-free focusing. *Optics Express*. 2021; 29(19); 29813–29827. <https://doi.org/10.1364/OE.436086>
53. VOIGT; K.; ZHANG; M.; RAMAKRISHNA; K.; AMOURETTI; A.; APPEL; K.; BRAMBRINK; E.; CERANTOLA; V.; CHEKRYGINA; D.; DOEPPNER; T.; FALCONE; R.W.; FALK; Kateřina; FLETCHER; L. B.; GERICKE; D.O.; GOEDE; S.; HARMAND; M.; HARTLEY; N.J.; HAU-RIEGE; S.P.; HUANG; L.G.; HUMPHRIES; O.S.; LOKAMANI; M.; MAKITA; M.; PELKA; A.; PRESCHER; C.; SCHUSTER; A.K.; ŠMÍD; M.; TONCIAN; T.; VORBERGER; J.; ZASTRAU; U.; PRESTON; T.R.; KRAUS; D. Demonstration of an x-ray Raman spectroscopy setup to study warm dense carbon at the high energy density instrument of European XFEL. *Physics of Plasmas*. 2021; 28(8); 082701. <https://doi.org/10.1063/5.0048150>
54. VOLOKITINA; A.; PAUL DAVID; Samuel; LOIKO; P.; SUBBOTIN; K.; TITOV; A.; LIS; D.; SOLÉ; R.M.; JAMBUNATHAN; Venkatesan; LUCIANETTI; Antonio; MOCEK; Tomáš; CAMY; P.; CHEN; W.; GRIEBNER; U.; PETROV; V.; AGUILO; M.; DIAZ; F.; MATEOS; X. Monoclinic zinc monotungstate $\text{Yb}^{3+}; \text{Li}^+:\text{ZnWO}_4$: Part II. Polarized spectroscopy and laser operation. *Journal of Luminescence*. 2021; 231(Mar); 117811. <https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2020.117811>
55. YUE; Fangxin; JAMBUNATHAN; Venkatesan; DAVID; Samuel Paul; MATEOS; X.; ŠULC; J.; SMRŽ; Martin; MOCEK; Tomáš. Diode-pumped master oscillator power amplifier system based on cryogenically cooled $\text{Tm}:\text{Y}_2\text{O}_3$ transparent ceramics. *Optical Materials Express*. 2021; 11(5); 1489–1496. <https://doi.org/10.1364/OME.422603>

8.3.26 Organická chemie

1. CIGL; Martin; HAMPL; F.; SVOBODA; J.; PODOLIAK; Natalia; STULOV; Sergey; KOHOUT; M.; NOVOTNÁ; Vladimíra. Laterally substituted biphenyl benzoates – synthesis and mesomorphic properties. *Liquid Crystals*. 2021; 48(4); 526–536. <https://doi.org/10.1080/02678292.2020.1794069>
2. ČUBIŇÁK; M.; BIGEON; John; GALÁŘ; Pavel; ONDIČ; Lukáš; TOBRMAN; T. The synthesis of tetrasubstituted cycloalkenes bearing π -conjugated substituents and their optical properties. *ChemistrySelect*. 2021; 6(37); 9904–9910. <https://doi.org/10.1002/slct.202103122>
3. SMYTSCHKOW; I.; GIDT; W.; SUN; Y.; LANGER; J.; BÖTTCHER; T.; KUBÍČKOVÁ; Lenka; KAMAN; Ondřej; SITZMANN; H. Chromium(II) alkylcyclopentadienyl complexes with carbon or hydride donor ligands. *Organometallics*. 2021; 40(17); 2951–2969. <https://doi.org/10.1021/acs.organomet.1c00159>
4. VOJTYLOVÁ-JURKOVIČOVÁ; Terézia; VAŇKÁTOVÁ; Petra; URBÁŇSKA; M.; HAMPLOVÁ; Věra; SÝKORA; D.; BUBNOV; Alexej. Effective control of optical purity by chiral HPLC separation for ester-based liquid crystalline materials forming anticlinic smectic phases. *Liquid Crystals*. 2021; 48(1); 43–53. <https://doi.org/10.1080/02678292.2020.1762937>

8.3.27 Průmyslové procesy a zpracování

1. CELBOVÁ; Lucie; ASHCHEULOV; Petr; KLIMŠA; Ladislav; KOPEČEK; Jaromír; AUBRECHTOVÁ DRAGONOVÁ; Kateřina; LUŠTINEC; Jakub; MACÁK; J.; ŠKODA; R.; KRATOCHVÍLOVÁ; Irena. Diamond coating reduces nuclear fuel rod corrosion at accidental temperatures: the role of surface electrochemistry and semiconductivity. *Materials*. 2021; 14(21); 6315. <https://doi.org/10.3390/ma14216315>
2. ČAPEK; Jaroslav. Special Issue: Processing and treatment of hexagonal metals. *Metals*. 2021; 11(11); 1753. <https://doi.org/10.3390/met11111753>
3. ČAPEK; Jaroslav; KADEŘÁVEK; Lukáš; PINC; Jan; KOPEČEK; Jaromír; KLIMŠA; Ladislav. Influence of the microstructure of the initial material on the Zn wires prepared by direct extrusion with a huge extrusion ratio. *Metals*. 2021; 11(5); 787. <https://doi.org/10.3390/met11050787>



4. ČAPEK; Jaroslav; KUBÁSEK; J.; PINC; Jan; FOJT; J.; KRAJEWSKI; S.; RUPP; F.; LI; P. Microstructural; mechanical; in vitro corrosion and biological characterization of an extruded Zn-0.8Mg-0.2Sr (wt%) as an absorbable material. *Materials Science & Engineering C-Materials for Biological Applications*. 2021; 122(Mar.); 111924. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2021.111924>
5. HYBÁŠEK; V.; KUBÁSEK; J.; ČAPEK; Jaroslav; ALFERI; D.; PINC; Jan; JÍRŮ; J.; FOJT; J. Influence of model environment complexity on corrosion mechanism of biodegradable zinc alloys. *Corrosion Science*. 2021; 187(Jul.); 109520. <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2021.109520>
6. KLÍMA; K.; ULMANN; D.; BARTOŠ; M.; ŠPANKO; M.; DUŠKOVÁ; J.; VRBOVÁ; R.; PINC; Jan; KUBÁSEK; J.; VLK; M.; ULMANNOVÁ; T.; FOLTÁN; R.; BRIZMAN; E.; DRAHOŠ; M.; BEŇO; M.; MACHOŇ; V.; ČAPEK; Jaroslav. A complex evaluation of the in-vivo biocompatibility and degradation of an extruded ZnMgSr absorbable alloy implanted into rabbit bones for 360 days. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021; 22(Dec); 13444. <https://doi.org/10.3390/ijms222413444>
7. KLÍMA; K.; ULMANN; D.; BARTOŠ; M.; ŠPANKO; M.; DUŠKOVÁ; J.; VRBOVÁ; R.; PINC; Jan; KUBÁSEK; J.; ULMANNOVÁ; T.; FOLTÁN; R.; BRIZMAN; E.; DRAHOŠ; M.; BEŇO; M.; ČAPEK; Jaroslav. Zn-0.8Mg-0.2Sr (wt.%) absorbable screws—an in-vivo biocompatibility and degradation pilot study on a rabbit model. *Materials*. 2021; 14(12); 3271. <https://doi.org/10.3390/ma14123271>
8. KOČÍ; Michal; IZSÁK; T.; VANKO; M.; SOJKOVÁ; M.; HUSÁK; M.; KROMKA; Alexander. Development and measurement of gas sensors based on diamond and transition metal dichalcogenide materials. In: JANDURA; D.; MANIAKOVÁ; P.; LETTRICHOVÁ; I.; KOVÁČ; JR.; J.; eds. *Proceedings of ADEPT – ADEPT 2021*. Žilina: University of Žilina; 2021; s. 115–118. ISBN 978-80-554-1806-3.
9. KOČÍ; Michal; KROMKA; Alexander; BOUŘA; A.; SZABÓ; Ondrej; HUSÁK; M. Hydrogen-terminated diamond surface as a gas sensor: a comparative study of its sensitivities. *Sensors*. 2021; 21(16); 5390. <https://doi.org/10.3390/s21165390>
10. KUDĚLKA; R.; ČTVRTLÍK; R.; TOMÁŠTÍK; Jan; MALECOVÁ; S.; VÁCLAVEK; L. Vliv korekčních faktorů na vyhodnocení nanoindentační zkoušky. *Jemná mechanika a optika*. 2021; 66(2); 41–45. <http://hdl.handle.net/11104/0325246>
11. LUKÁČ; František; VILÉMOVÁ; Monika; KLEMENTOVÁ; Mariana; MINÁRIK; P.; CHRÁSKA; Tomáš. The origin and the effect of the fcc phase in sintered HfNbTaTiZr. *Materials Letters*. 2021; 286(March); 129224. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2020.129224>
12. NEČEMER; B.; ZUPANIČ; F.; GABRIEL; Dušan; ALARCÓN TARQUINO; Eduardo; ŠRAML; M.; GLODEČ; S. Lowcycle fatigue behaviour of ductile aluminium alloys using the inelastic energy approach. *Materials Science and Engineering A Structural Materials Properties Microstructure and Processing*. 2021; 800(January); 140385. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2020.140385>
13. PINC; Jan; ŠKOLÁKOVÁ; Andrea; VEŘTÁT; Petr; DUCHOŇ; Jan; KUBÁSEK; J.; LEJČEK; Pavel; VOJTĚCH; D.; ČAPEK; Jaroslav. Microstructure evolution and mechanical performance of ternary Zn-0.8Mg-0.2Sr (wt. %) alloy processed by equal-channel angular pressing. *Materials Science and Engineering A Structural Materials Properties Microstructure and Processing*. 2021; 824(Sept.); 141809. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2021.141809>
14. POTOCKÝ; Štěpán; IZSÁK; Tibor; VARGA; Marián; BAE; S.; LEE; S.; JOH; H.I.; LEE; D. S.; KROMKA; Alexander. Diamond films and structures grown from polyacrylonitrile composites. In: JANDURA; D.; MANIAKOVÁ; P.; LETTRICHOVÁ; I.; KOVÁČ; JR.; J.; eds. *Proceedings of ADEPT – ADEPT 2021*. Žilina: University of Žilina; 2021; s. 231–234. ISBN 978-80-554-1806-3.
15. PROCHÁZKA; Václav; KRÁTKÁ; Marie; IZSÁK; Tibor; REZEK; B.; KROMKA; Alexander. Diamond based solution-gated transistors for biosensor use. In: JANDURA; D.; MANIAKOVÁ; P.; LETTRICHOVÁ; I.; KOVÁČ; JR.; J.; eds. *Proceedings of ADEPT – ADEPT 2021*. Žilina: University of Žilina; 2021; s. 1–4.
16. MEINDLHUMER; M.; BRANDT; L.R.; ZÁLEŠÁK; J.; ROSENTHAL; M.; HRUBY; H.; KOPEČEK; Jaromír; SALVATI; E.; MITTERER; C.; DANIEL; R.; TODT; J.; KECKES; J.; KORSUNSKY; A.M. Evolution of stress fields during crack growth and arrest in a brittle-ductile CrN-Cr clamped-cantilever analysed by X-ray nanodiffraction and modelling. *Materials and Design*. 2021; 198(Jan.); 109365. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2020.109365>

17. PROCHÁZKA; Václav; KRÁTKÁ; Marie; IZSÁK; Tibor; REZEK; B.; KROMKA; Alexander. Diamond based solution-gated transistors for biosensor use. In: JANDURA; D.; MANIAKOVÁ; P.; LETTRICHOVÁ; I.; KOVÁČ; JR.; J.; eds. Proceedings of ADEPT – ADEPT 2021. Žilina: University of Žilina; 2021; s. 1–4. ISBN 978-80-554-1806-3.
SKOPALOVÁ; H.; KOZMIK; V.; ŠMAHEL; M.; SVOBODA; J.; PACHEROVÁ; Oliva; KOHOUT; M.; NOVOTNÁ; Vladimíra. Mesomorphic properties of non-symmetric bent-core liquid crystals with a lateral substituent in the apex position. Liquid Crystals. 2021; 48(7); 1010–1024.
<https://doi.org/10.1080/02678292.2020.1836567>
18. ŠKOLÁKOVÁ; Andrea; KÖRBEROVÁ; J.; KRATOCHVÍL; P.; SALVETR; P.; DEDUYTSCHÉ; D.; NOVÁK; P. A comprehensive description of reactions between nickel and aluminum powders during reactive sintering. Materials Chemistry and Physics. 2021; 271(Oct.); 124941.
<https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2021.124941>
19. WU; Y.; YU; M.; HE; Q.; VOKOUN; David; YIN; G.; XU; X.; LYU; P. Axial motion characterization of a helical ionic polymer metal composite actuator and its application in 3-DOF micro-parallel platforms. Actuators. 2021; 10(10); 248.
<https://doi.org/10.3390/act10100248>

8.3.28 Stomatologie

1. JUSKU; A.; TOMÁŠTÍK; Jan; VÁCLAVEK; Lukáš; JIRÁSEK; P.; HARVAN; L.; HOLÍK; P.; ČTVRTLÍK; Radim. Physical properties of modern reciprocal endodontic systems and fatigue failure testing in simulated clinical conditions. Applied Sciences-Basel. 2021; 11(23); 11160.
<https://doi.org/10.3390/app112311160>
2. ŽIŽKA; R.; ČTVRTLÍK; R.; TOMÁŠTÍK; Jan; FAČEVICOVÁ; K.; VENCÁLEK; O.; ŠEDÝ; J.; MARINČÁK; D. Assessment of mineral trioxide aggregate setting in simulated root canal with different root canal wall thickness: in vitro study. Applied Sciences-Basel. 2021; 11(4); 1727.
<https://doi.org/10.3390/app11041727>

8.3.29 Strojní zařízení a nástroje

1. FROST; Miroslav; JURY; Antoine; HELLER; Luděk; SEDLÁK; Petr. Experimentally validated constitutive model for NiTi-based shape memory alloys featuring intermediate R-phase

transformation: A case study of Ni₄₈Ti₄₉Fe₃. Materials and Design. 2021; 203(May); 109593.
<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2021.109593>

2. JURY; Antoine; BALANDRAUD; X.; HELLER; Luděk; ŠITTNER; Petr; KARLÍK; M. Reconstruction of heat sources induced in superelastically loaded Ni-Ti wire by localized deformation processes. Experimental Mechanics. 2021; 61(2); 349–366.
<https://doi.org/10.1007/s11340-020-00648-8>
3. VOKOUN; David; PILCH; Jan; KADERÁVEK; Lukáš; ŠITTNER; Petr. Strength of superelastic NiTi velcro-like fasteners. Metals. 2021; 11(6); 909.
<https://doi.org/10.3390/met11060909>

8.3.30 Teoretická fyzika

1. BASTAMI; S.; EFREMOV; A.; SCHWEITZER; P.; TERYAEV; O.V.; ZÁVADA; Petr. Structure of the nucleon at leading and subleading twist in the covariant parton model. Physical Review D. 2021; 103(1); 014024.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.103.014024>
2. BAGDASAROV; G.A.; BOBROVA; N. A.; OLKHOVSKAYA; O.G.; GASILOV; V.A.; BENEDETTI; C.; BULANOV; S.S.; GONSALVES; A.J.; PIERONEK; C.V.; VAN TILBORG; J.; GEDDES; C.G.R.; SCHROEDER; C.B.; SASOROV; Pavel; BULANOV; Sergey V.; KORN; Georg; ESAREY; E. Creation of an axially uniform plasma channel in a laser-assisted capillary discharge. Physics of Plasmas. 2021; 28(5); 053104.
<https://doi.org/10.1063/5.0046428>
3. BULANOV; Sergey V. Electron dynamics in the field of strong plasma and electromagnetic waves: A review. Physics of Wave Phenomena. 2021; 29(1); 1–46.
<https://doi.org/10.3103/S1541308X21010039>
4. BURYI; Maksym; REMEŠ; Zdeněk; BABIN; Vladimir; NOVOTNÝ; Michal; VANĚČEK; Vojtěch; AUBRECHTOVÁ DRAGONOVÁ; Kateřina; MIČOVÁ; J.; LANDOVÁ; Lucie; KUČERKOVÁ; Romana; MORE CHEVALIER; Joris; CHERTOPALOV; Sergii; FITL; Přemysl; KMJEČ; Tomáš. Influence of Mo doping on the luminescence properties and defect states in ZnO nanorods. Comparison with ZnO:Mo thin films. Applied Surface Science. 2021; 555(July); 149679.
<https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2021.149679>
5. CIMMINO; Anna; HORVÁTH; Dávid; OLŠOVCOVÁ; Veronika; STRÁNSKÝ; Vojtěch;



- TRUNEČEK; Roman; VERSACI; Roberto. Characterization of OSL dosimeters used at the ELI-beamlines laser-driven accelerator facility. *Journal of Radiological Protection*. 2021; 41(4); N233-N28.
<https://doi.org/10.1088/1361-6498/ac14d5>
6. DOLEŽAL; Jiří; MERINO; P.; ŠVEC; Martin. Constant amplitude driving of a radio frequency excited plasmonic tunnel junction. *Applied Physics Letters*. 2021; 118(19); 193301.
<https://doi.org/10.1063/5.0048476>
7. GU; Yanjun; KATAWA; S.; BULANOV; Sergey V. Dynamic mitigation of the tearing mode instability in a collisionless current sheet. *Scientific Reports*. 2021; 11(1); 11651.
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-91111-8>
8. HARRISON; R. M.; AINSBURY; E.; ALVES; J.; BOTTOLIER-DEPOIS; J. F.; BREUSTEDT; B.; CARESANA; M.; CLAIRAND; I.; FANTUZZI; E.; FATTIBENE; P.; GILVIN; P.; HUPE; O.; KNEŽEVIC; Ž.; LOPEZ; M. A.; OLKO; P.; OLŠOVCOVÁ; Veronika; RABUS; H.; RÜHM; W.; SILARI; M.; STOLARCZYK; L.; TANNER; R.; VANHAVERE; F.; VARGAS; A.; WODA; C. EURADOS Strategic Research Agenda 2020: vision for the dosimetry of ionising radiation. *Radiation Protection Dosimetry*. 2021; 194(1); 42–56.
<https://doi.org/10.1093/rpd/ncab063>
9. HORT; Ondřej; DUBROUIL; A.; KHOKHLOVA; M. A.; DESCAMPS; D.; PETIT; S.; BURG; F.; MÉVEL; E.; CONSTANT; E.; STRELKOV; V. V. High-order parametric generation of coherent XUV radiation. *Optics Express*. 2021; 29(4); 5982–5992.
<https://doi.org/10.1364/OE.418449>
10. HORVÁTH; Dávid; OLŠOVCOVÁ; Veronika; STRÁNSKÝ; Vojtěch; TRUNEČEK; Roman; VERSACI; Roberto; SHETTY; Nikhil; BECHET; Sabrina; MOREJON; Hernandez Leonel R.; FASSO; Alberto. ELI Beamlines laser facility – Current status. In: *Shielding Aspects of Accelerators; Targets and Irradiation Facilities – SATIF-14*. Paříž: OECD/NEA; 2021; s. 324–329.
https://www.oecd-neo.org/jcms/pl_62971/shielding-aspects-of-accelerators-targets-and-irradiation-facilities-satif-14
11. JIRKA; Martin; SASOROV; Pavel; BULANOV; S.S.; KORN; Georg; RUS; Bedřich; BULANOV; Sergey V. Reaching high laser intensity by a radiating electron. *Physical Review A*. 2021; 103(5); 053114.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.103.053114>
12. KLIMEŠOVÁ; Eva; KULYK; Olena; DITTRICH; Laura; ANDREASSON; Jakob; KRIKUNOVA; Maria. Nanoparticle-assisted acceleration of laser-irradiated low-density He ions. *Physical Review A*. 2021; 104(6); L061101.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.104.L061101>
13. KLIMEŠOVÁ; Eva; KULYK; Olena; HOQUE; Ziaul; ROOS; Andreas Hult; KHAKUREL; Krishna; REBARZ; Mateusz; JURKOVIČ; Matěj; ALBRECHT; Martin; FINKE; Ondřej; LERA; Roberto; HORT; Ondřej; MAI; Dong-Du; NEJDL; Jaroslav; SOKOL; Martin; FINK; Rasmus Burlund; BEN LTAIEF; L.; WESTPHAL; D.; WOLF; Adam; LAŠTOVIČKA; Tomáš; FRASSETTO; F.; POLETTI; L.; ANDREASSON; Jakob; KRIKUNOVA; Maria. A multipurpose end-station for atomic; molecular and optical sciences and coherent diffractive imaging at ELI beamlines. *European Physical Journal-Special Topics*. 2021; 230(23); 4183–4194.
<https://doi.org/10.1140/epjs/s11734-021-00192-z>
14. KLOC; M.; ŠIMSA; Daniel; HANÁK; Filip; KAPRÁLOVÁ-ŽDÁNSKÁ; Petra Ruth; STRÁNSKÝ; P.; CEJNAR; P. Quasiclassical approach to quantum quench dynamics in the presence of an excited-state quantum phase transition. *Physical Review A*. 2021; 103(3); 032213.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.103.032213>
15. PEGORARO; F.; BULANOV; Sergey V. Nonlinear waves in a dispersive vacuum described with a high order derivative electromagnetic Lagrangian. *Physical Review D*. 2021; 103(9); 096012.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevD.103.096012>
16. RAKOVSKÝ; J.; SVOBODA; V.; HORKÁ-ZELENKOVÁ; Veronika; VOTAVA; O. Pattern recognition as a new strategy in high-resolution spectroscopy: application to methanol OH-stretch overtones. *Physical Chemistry Chemical Physics*. 2021; 23(36); 20193–20200.
<https://doi.org/10.1039/d1cp02639a>
17. RYMZHANOV; R.A.; MEDVEDEV; Nikita; VOLKOV; A.E. Damage kinetics induced by swift heavy ion impacts onto films of different thicknesses. *Applied Surface Science*. 2021; 566(Nov); 150640.
<https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2021.150640>
18. SALAMAKHA; T.; BURYI; Maksym; TRUSOVA; E.; TRATSIK; Y. Synthesis and study of europium doped BaI2 in glass ceramic form. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*. 2021; 60(5); 318–327.
<https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2020.04.002>

19. STRÁNSKÝ; Vojtěch; ISTOKSKAIA; Valeria; VERSACI; Roberto; GIUFFRIDA; Lorenzo; CIMMINO; Anna; MARGARONE; Daniele; OLŠOVCOVÁ; Veronika. Development; optimization; and calibration of an active electromagnetic calorimeter for pulsed radiation spectrometry. *Journal of Instrumentation*. 2021; 16(8); P08060.
<https://doi.org/10.1088/1748-0221/16/08/P08060>
20. ŠEBERA; Jakub; ZEMEN; J.; JIRÁSEK; Vít; HOLOVSKÝ; Jakub; SYCHROVSKÝ; Vladimír. FTIR Measurement of the Hydrogenated Si(100) Surface: The Structure-Vibrational Interpretation by Means of Periodic DFT Calculation. *Journal of Physical Chemistry C*. 2021; 125(17); 9219–9228.
<https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.0c11176>
21. ŠMYDKE; Jan; CSÁSZÁR; A. G. Understanding the structure of complex multidimensional wave functions. A case study of excited vibrational states of ammonia. *Journal of Chemical Physics*. 2021; 154(14); 144306.
<https://doi.org/10.1063/5.0043946>
22. YUE; D.N.; CHEN; M.; GENG; P.F.; YUAN; X.H.; WENG; S.M.; BULANOV; S.S.; BULANOV; Sergey V.; MIMA; K.; SHENG; Z. M.; ZHANG; J. Dynamics of moving electron vortices and magnetic ring in laser plasma interaction. *Physics of Plasmas*. 2021; 28(4); 042303.
<https://doi.org/10.1063/5.0034098>
23. WEISS; Zdeněk. Analysis of hydrogen in inorganic materials and coatings: a critical review. *Hydrogen*. 2021; 2(2); 225–245.
<https://doi.org/10.3390/hydrogen2020012>
24. WEISS; Zdeněk; CONCEPCION-MAIREY; F.; PICKERING; J.C.; SMID; P. Emission spectroscopic study of an analytical glow discharge with plane and hollow cathodes: titanium and iron in argon discharge. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*. 2021; 180(Jun.); 106208.
<https://doi.org/10.1016/j.sab.2021.106208>
25. WEISS; Zdeněk. A remark on the excitation of Pd II levels between 8.1 and 9.5 eV in argon and krypton discharges (K. Wagatsuma; *Spectrochim. Acta Part B* 175 (2021) 106018). *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*. 2021; 177(Mar); 106075.
<https://doi.org/10.1016/j.sab.2021.106075>

8.3.31 Teorie informací

1. BENEŠOVÁ; Barbora; FROST; Miroslav; KADERÁVEK; Lukáš; ROUBÍČEK; Tomáš; SEDLÁK; Petr. An experimentally-fitted thermodynamical constitutive model for polycrystalline shape memory alloys. *Discrete and Continuous Dynamical systems – Series S*. 2021; 14(11); 3925–3952.
<https://doi.org/10.3934/dcdss.2020459>

8.3.32 Využití počítačů, robotika a její aplikace

1. BARUČIČ; D.; KYBIC; J.; TEPLÁ; O.; TOPURKO; Z.; KRATOCHVÍLOVÁ; Irena. Automatic evaluation of human oocyte developmental potential from microscopy images. In: RITTNER; L.; LEPORE; N.; BRIEVA; J.; LINGURARU; M.G.; eds. *Proceedings of SPIE*. Bellingham: SPIE; 2021; s. 1–8; č. článku 120881A.
<https://doi.org/10.1117/12.2604010>

8.2 Kapitoly v knihách



1. BUIXADERAS; Elena; DEC; J. Phonons and relaxations in unfilled tetragonal tungsten-bronzes. In: SAINT-GREGOIRE; P.; SMIRNOV; M.; eds. Perovskites and other framework structure crystalline materials: new trends and perspectives. Frontignan: Collaborating Academics; 2021; s. 281–306. ISBN 979-8583096497.
<https://doi.org/10.23647/ca.md20191227>
2. DOHNALOVÁ; K.; KŮSOVÁ; Kateřina. Optical properties of Si nanocrystals enhanced by ligands. In: LOCKWOOD; D.J.; PAVESI; L.; eds. Silicon Photonics IV: Innovative Frontiers. Cham: Springer; 2021; roč. 139 (2021); s. 3–65. Topics in Applied Physics; 139. ISBN 978-3-030-68221-7.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-68222-4_1
3. JANIŠ; Václav. Green functions in the renormalized many-body perturbation theory. In: PAVARINI; E.; KOCH; E.; eds. Simulating Correlations with Computers Modeling and Simulation. Jülich: Verlag des Forschungszentrum Jülich; 2021; s. 7.2–7.29. ISBN 978-3-95806-529-1.
<https://www.cond-mat.de/events/correl21/manuscripts/correl21.pdf>
4. LI; J.; CHEN; X.; NIKL; Martin. Scintillators. In: IKESUE; A.; ed. Processing of ceramics: breakthroughs in optical materials. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.; 2021; s. 73–141. ISBN 978-1-119-53870-7.
<https://doi.org/10.1002/9781119538806.ch3>
5. MATYS; Martin; VALENTA; Petr; KECOVÁ; Mariana; NISHIHARA; K.; PŠIKAL; Jan; ESIRKEPOV; T.Z.; KOGA; J.K.; NEČAS; A.; GRITTANI; Gabriele Maria; LAZZARINI; Carlo Maria; KLIMO; Ondřej; KORN; Georg; BULANOV; Sergey V. Laser-driven acceleration of charged particles. In: VONDRÁK; V.; KOZUBEK; T.; JANSÍK; B.; eds. Supercomputing in Science and Engineering 2019–2020. Ostrava: VSB – Technical University of Ostrava; 2021; s. 86–88. ISBN 978-80-248-4567-8.
<https://www.it4i.cz/file/be151db89e56452e36511f5410126441/6419/Supercomputing%20in%20Science%20and%20Engineering%202019-2020.pdf>
6. NĚMEC; Hynek; KUŽEL; Petr. Transition between localized and delocalized terahertz conductivity in modulated nanostructures studied by Monte-Carlo calculations. In: PEREIRA; M.F.; APOSTOLAKIS; A.; eds. Terahertz (THz); Mid Infrared (MIR) and Near Infrared (NIR) Technologies for Protection of Critical Infrastructures Against Explosives and CBRN. Dordrecht: Springer; 2021; s. 145–151. ISBN 978-94-024-2081-4.
https://doi.org/10.1007/978-94-024-2082-1_11
7. PAUL DAVID; Samuel; SOOSAIMANICKAM; A.; SAKTHIVEL; T.; SAMBANDAM; B.; SIVARAMALINGAM; A.; KIM; J. Thin film metal oxides for displays and other optoelectronic applications. In: RAJENDRAN; S.; QIN; J.; GRACIA; F.; LICHTFOUSE; E.; eds. Metal and Metal Oxides for Energy and Electronics. Cham: Springer Nature Switzerland AG; 2021; s. 185–250. Environmental Chemistry for a Sustainable World; 55. ISBN 978-3-030-53064-8.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-53065-5_6

8. RIPKA; P.; ZÁVĚTA; Karel. Basics. In: RIPKA; P.; ed. Magnetic sensors and magnetometers. Norwood: Artech House; 2021; s. 1–27. ISBN 978-1-63081-742-8.
9. SAKTHIVEL; T.S.; SOOSAIMANICKAM; A.; DAVID; Samuel Paul; SIVARAMALINGAM; A.; SAMBANDAM; B. Metal oxides for removal of arsenic contaminants from water. In: RAJENDRAN; S.; NAUSHAD; Mu.; PONCE; L.C.; LICHTFOUSE; E.; eds. Metal; metal-oxides and metal-organic frameworks for environmental remediation. Cham: Springer; 2021; s. 147–194. ISBN 978-3-030-68975-9.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-68976-6_6
10. SAMBANDAM; B.; PAUL DAVID; Samuel; SAKTHIVEL; T.; SIVARAMALINGAM; A.; SOOSAIMANICKAM; A.; KIM; J. Metal oxides for rechargeable batteries energy applications. In: RAJENDRAN; S.; QIN; J.; GRACIA; F.; LICHTFOUSE; E.; eds. Metal and Metal Oxides for Energy and Electronics. Cham: Springer Nature Switzerland AG; 2021; s. 1–58. Environmental Chemistry for a Sustainable World; 55. ISBN 978-3-030-53064-8.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-53065-5_1
11. SIVARAMALINGAM; A.; SALAMMAL; T.S.; SOOSAIMANICKAM; A.; SAKTHIVEL; T.S.; DAVID; Samuel Paul; SAMBANDAM; B. Role of TiO₂ in highly efficient solar cells. In: RAJENDRAN; S.; KARIMI-MALEH; H.; QIN; J.; LICHTFOUSE; E.; eds. Metal; metal-oxides and metal sulfides for batteries; fuel cells; solar cells; photocatalysis and health sensors. Cham: Springer; 2021; s. 147–168. ISBN 978-3-030-63790-3.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-63791-0_5
12. SHEVCHENKO; Yuliia; APOSTOLAKIS; Apostolos; PEREIRA; Mauro Fernandes. Recent advances in superlattice frequency multipliers. In: PEREIRA; M.F.; APOSTOLAKIS; A.; eds. Terahertz (THz); Mid Infrared (MIR) and Near Infrared (NIR) Technologies for Protection of Critical Infrastructures Against Explosives and CBRN. Dordrecht: Springer; 2021; s. 101–116. ISBN 978-94-024-2081-4.
https://doi.org/10.1007/978-94-024-2082-1_8
13. TIKHONCHUK; Vladimir. Inertial Confinement Fusion – Key Elements of Plasma Physics. In: GREENSPAN; E.; ed. Encyclopedia of Nuclear Energy. University of California at Berkeley; California: Elsevier; 2021; s. 686–712. ISBN 9780128197257.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819725-7.00061-1>

8.3 Knihy, monografie

1. KUMAR; S.; KUMAR; Prabhat; PATHAK; C.S.; eds. Silver micro-nanoparticles: properties; synthesis; characterization; and applications. London: IntechOpen Limited; 2021. ISBN 978-1-83968-659-7.
<https://doi.org/10.5772/intechopen.92480>
2. PEREIRA; M.F.; APOSTOLAKIS; Apostolos. Terahertz (THz); Mid Infrared (MIR) and Near Infrared (NIR) Technologies for Protection of Critical Infrastructures Against Explosives and CBRN. Dordrecht: Springer Nature B.V.; 2021. NATO Science for Peace and Security Series B: Physics and Biophysics. ISBN 978-94-024-2081-4.
<https://doi.org/10.1007/978-94-024-2082-1>

8.4 Patenty



1. GALÁŘ, P., KŮSOVÁ, K., FUČÍKOVÁ, A., KHUN, J. A method for surface modification of semiconductor nanoparticles using non-thermal plasma activated water and product thereof. Patentový spis LU101406. 24. 3. 2021.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/068426779/publication/LU101406B1?q=LU101406>
2. ŠKODA; R.; ŠKAROHLÍD; J.; KRATOCHVÍLOVÁ; Irena; FENDRYCH; František; TAYLOR; Andrew. Nuclear reactor having a layer protecting the surface of zirconium alloys. Patentový spis US10916352B2. 9. 2. 2021.
<https://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?-Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&p=1&u=%2Fnetacgi%2FPTO%2Fsearch-bool.html&r=1&f=G&l=50&co1=AND&d=PTXT&s1=16186504&OS=16186504&RS=16186504>
3. STRÁNSKÝ; Vojtěch; ISTOKSKAIA; Valeria; VERSACI; Roberto; GIUFFRIDA; Lorenzo; OLŠOVCOVÁ; Veronika; MARGARONE; Daniele. Segmentovaný kalorimetr a způsob detekce ionizujícího záření pomocí tohoto kalorimetru. Patentový spis 309037. 3. 11. 2021.
<https://isdv.upv.cz/doc/FullFiles/Patents/FullDocuments/309/309037.pdf>
4. NEJDL; Jaroslav. Apparatus for spectrum and intensity profile characterization of a beam; use thereof and method thereof. Patentový spis US10914628B2. 9. 2. 2021.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/060327011/publication/US10914628B2?q=US10914628B2>
5. ZAFAR; Zahid Ali; ŠILHAVÍK; Martin; ČERVENKA; Jiří. An aqueous-based energy storage system containing an electrolyte of metal perchlorate. Patentový spis LU101731. 14. 10. 2021.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/070614487/publication/LU101731B1?q=%20LU101731B1>
6. BODNÁR; M.; FITL; P.; LANČOK; Ján; NOVOTNÝ; Michal; VRŇATA; M.; HRUŠKA; M.; VLČEK; J.; BULÍŘ; Jiří; MORAVEC; V. Způsob nanášení vrstev na senzorové platformy pro detekci plynů. Patentový spis 309041. 3. 11. 2021.
<https://isdv.upv.cz/doc/FullFiles/Patents/FullDocuments/309/309041.pdf>
7. HUBIČKA; Zdeněk; ČADA; Martin; KŠÍROVÁ; Petra; KLINGER; Miloslav. Method of low-temperature plasma generation; method of an electrically conductive or ferromagnetic tube coating using pulsed plasma and corresponding devices. Patentový spis EP3788181A1. 10. 3. 2021.
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/063713983/publication/EP3788181A1?q=EP3788181A1>

8.5 Aplikované výsledky

8.5.1 Užité a průmyslové vzory

1. BOGE; Robert. Držák hadic. Průmyslový vzor 37686. 6. 5. 2021.
https://isdv.upv.cz/webapp/resdb.print_detail.det?pspis=PVZ/37686&plang=CS
2. ŘÍDKÝ; Jan; KORN; Georg. Jaderný terčik a zařízení pro výrobu radioizotopů obsahující tento jaderný terčik. Užité vzor 35440. 5. 10. 2021.
<https://isdv.upv.cz/doc/FullFiles/UtilityModels/FullDocuments/FDUM0035/uv035440.pdf>
3. STRÁNSKÝ; Vojtěch; ISTOKSKAIA; Valeria; VERSACI; Roberto; GIUFFRIDA; Lorenzo; OLŠOVCOVÁ; Veronika; MARGARONE; Daniele. Segmentovaný kalorimetr. Užité vzor 34956. 30. 3. 2021.
<https://isdv.upv.cz/doc/FullFiles/UtilityModels/FullDocuments/FDUM0034/uv034956.pdf>
4. HUBIČKA; Zdeněk; ČADA; Martin; KŠÍROVÁ; Petra; HOUHA; R.; MATULOVÁ; L. Optický polovodivý prvek. Užité vzor 35307. 5. 8. 2021.
<https://isdv.upv.cz/doc/FullFiles/UtilityModels/FullDocuments/FDUM0035/uv035307.pdf>
5. DANĚK; T.; SEDLÁŘ; M.; STAREČEK; J.; KRÁTKÝ; T.; BRAJER; Jan; ZULIC; Sanin; KAUFMAN; Jan; BÖHM; Marek; RACEK; Jan. Čerpadlo s axiálním rozvaděčem. Užité vzor 35382. 7. 9. 2021.
<https://isdv.upv.cz/doc/FullFiles/UtilityModels/FullDocuments/FDUM0035/uv035382.pdf>
6. STUHLÍK; Jiří; STUHLÍKOVÁ; The-Ha; BABČENKO; Oleg; KROMKA; Alexander; ČERMÁK; Jan; REMEŠ; Zdeněk. Optický transparentní a elektricky vodivá vrstva

tvorená diamantovou vrstvou s kovovými nepravidelnými sítěmi; vícevrstvá struktura pro fotovoltaický článek; a fotovoltaický článek. Užité vzor 35312. 5. 8. 2021.
<https://isdv.upv.cz/doc/FullFiles/UtilityModels/FullDocuments/FDUM0035/uv035312.pdf>

8.5.2 Prototyp, funkční vzorek

1. ČADA; Martin; TVAROG; Drahošlav; HUBIČKA; Zdeněk; MAREŠ; P.; DUBAU; M.; VYSKOČIL; J. Zdroj pro technologii HIPIMS s obloukovým odpařováním. Fyzikální ústav AV ČR; v. v. i.; 2021. Funkční vzorek FVHA/FZU/2021.
2. ČADA; Martin; TVAROG; Drahošlav; HUBIČKA; Zdeněk; PORUBA; A.; DOLÁK; J. ECWR plazma zdroj. Fyzikální ústav AV ČR; v. v. i.; 2021. Funkční vzorek FVMF3/FZU/2021.
3. DEJNEKA; Alexandr; REMSA; Jan; GAVRILOV; Dmitry; GÁŠEK; Martin; LÁT; J.; KURKIN; O. Testovací systém pro měření efektivity chladicího zařízení. Fyzikální ústav AV ČR; v. v. i. – BENEŠ a LÁT a. s. – CARDAM s. r. o.; 2021. Funkční vzorek AD1/FZÚ/2021.
4. FEJT; T.; DEJNEKA; Alexandr; CHURPITA; Olexandr; DRAHOŠOVÁ; Michala; KUBINOVÁ; Šárka. Zařízení umožňující maloobjemovou sterilizaci násadových vajec. L.E.T. optomechanika Praha; spol. s. r. o. – Fyzikální ústav AV ČR; v. v. i. – SINDAT spol. s. r. o.; 2021. Funkční vzorek AD2/FZÚ/2021.
5. FORINOVÁ; Michala; PILIPENCO; Alina; LÍSALOVÁ; Hana; VÍŠOVÁ; Ivana; HORÁK; Petr; VRABCOVÁ; Markéta; ANTHI; Judita; DEJNEKA; Alexandr; HÖNIG; Václav;



- PALUS; Martin; ŠTĚRBA; J. Antifoulingový povrch biočipu s terpolymerní vrstvou postmodifikovanou specifickou protilátkou pro kvantitativní stanovení viru SARS-CoV-2 v klinických vzorcích pomocí metody QCM. Fyzikální ústav AV ČR; v. v. i. – Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Přírodovědecká fakulta – Biologické centrum AV ČR; v. v. i. – Parazitologický ústav; Výzkumný ústav veterinárního lékařství v. v. i.; 2021. Funkční vzorek HL2/FZU/2021.
6. FORINOVÁ; Michala; PILIPENCO; Alina; LÍSALOVÁ; Hana; LYNN; Nicholas Scott; VÍŠOVÁ; Ivana; HORÁK; Petr; KUNČÁK; Jakub; VRABCOVÁ; Markéta; DEJNEKA; Alexandr. Vysoce citlivý piezoelektrický biosensor pro detekci E.coli O157:H7 a viru SARS-CoV-2 v komplexních vzorcích na bázi pokročilého mikrofluidního systému a antifoulingových funkčních vrstev. Fyzikální ústav AV ČR; v. v. i.; 2021. Funkční vzorek HL3/FZU/2021.
 7. HORÁK; Petr; FORINOVÁ; Michala; LYNN; Nicholas Scott; KUNČÁK; Jakub; VRABCOVÁ; Markéta; PILIPENCO; Alina; ZAŽÍMAL; Vítek; PROCHÁZKA; V.; FRÁNA; Lukáš; BENEŠ; Jakub; DEJNEKA; Alexandr; LÍSALOVÁ; Hana. Přenosný čtyřkanálový piezoelektrický biodekční systém pro rychlou detekci patogenních bakterií v potravinách s využitím antifoulingových funkčních polymerních vrstev. Fyzikální ústav AV ČR; v. v. i.; 2021. Funkční vzorek HL4/FZU/2021.
 8. JETMAR; Tomáš; LOUDA; M. Funkční vzorek tvarově složitě vysoce zatěžovaného MIM dílu s přesnými geometrickými tolerancemi. Fyzikální ústav AV ČR; v. v. i. – Česká zbrojovka a. s.; 2021. Funkční vzorek FVNCK1/04/V002/FZU-CZUB/2021.
 9. JETMAR; Tomáš; KRÁTKÝ; T.; ZAVADIL; L. Funkční vzorek sterilizačního zařízení využívající ozonizaci a UV záření pro dezinfekci filtrů. Fyzikální ústav AV ČR; v. v. i. – Centrum hydraulického výzkumu v. v. i. – Sigma výzkumný a vývojový ústav s. r. o.; 2021. Funkční vzorek FVNCK1/13/FZU-CHV-SVV/2021.
 10. LÍSALOVÁ; Hana; VÍŠOVÁ; Ivana; HORÁK; Petr; FORINOVÁ; Michala; PILIPENCO; Alina; VRABCOVÁ; Markéta; ARNOŠTOVÁ; Judita; DEJNEKA; Alexandr; HÖNIG; Václav; PALUS; Martin; ŠTĚRBA; J. Ultra-rezistentní povrch biočipu s terpolymerní vrstvou postmodifikovanou specifickou protilátkou pro rychlou detekci viru SARS-CoV-2 pomocí metody QCM. Fyzikální ústav AV ČR; v. v. i.; – Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích – Přírodovědecká fakulta; Biologické centrum AV ČR; v. v. i. – Parazitologický ústav; Výzkumný ústav veterinárního lékařství v. v. i.; 2021. Funkční vzorek HL1/FZU/2021.
 11. LYNN; Nicholas Scott. Advanced microfluidic flow cells for (bio)chemical applications. Fyzikální ústav AV ČR; v. v. i.; 2021. Funkční vzorek SL1/FZU/2021.
 12. MATOUŠEK; Michal; GRUBER; Pavel; LÁT; J. Funkční vzorek backend aplikace pro navrhování 3D tisku. Fyzikální ústav AV ČR; v. v. i. – Ústav termomechaniky AV ČR; v. v. i. – Beneš a Lát a. s.; 2021. Funkční vzorek FVNCK1/FZU-BaL-UT/2021.
 13. STRAŇÁK; V.; OLEJNÍČEK; Jiří; KOHOUT; Michal; JETMAR; Tomáš; ŠMÍD; Jiří; SEZEMSKÝ; P.; ROZHON; P.; ČURDA; P.; HUBIČKA; Zdeněk; ČTVRTLÍK; R.; HRABOVSKÝ; M.; SCHOVÁNEK; P. Optimalizované multivrstvé plazmatické povlaky vnitřních prostor dlouhých trubíc. Fyzikální ústav AV ČR; v. v. i. – Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích; Přírodovědecká fakulta – Přírodovědecká fakulta UPOL; 2021. Funkční vzorek FVNCK2/FZU-JU-UPOL/2021.

8.5.3 Poloprovoz, ověření technologie

1. HELLER; Luděk; LÁT; J.; MAZÁČOVÁ; Veronika; MATOUŠEK; Michal. Ověření technologie ab-initio odvození tiskových parametrů; tepelné odezvy a tepelného zpracování nástrojové oceli. Fyzikální ústav AV ČR; v. v. i. – Beneš a Lát a. s.; 2021. Ověření technologie TN01000038/12/2021/V002.
2. LEJČEK; Pavel; LÁT; J.; RUŠAR; F.; ŠAFKA; J. Ověření technologie tisku kombinovaných vrstev a optimalizace nákladů na materiál. Fyzikální ústav AV ČR; v. v. i. – Beneš a Lát a. s. – CARDAM s. r. o. – Technická univerzita v Liberci; v. v. i.; 2021. Ověření technologie TN01000038/03/2021/V002.
3. ŽALSKÝ; Jan; PĚNKAVA; M.; MILLER; A.; VÍTA; Martin. Ověření technologie pro prediktivní údržbu hydraulických systémů pomocí Umělé inteligence na Azure Cloudu. Fyzikální ústav AV ČR; v. v. i. – Beneš a Lát; a. s. – CARDAM s. r. o.; 2021. Ověření technologie OTJZ01/FZU-BaL-CARDAM/2021.





9.

Ekonomická část

271

9.1 Rozvaha

Zřizovatel: Akademie věd ČR

Rozvaha

sestavena dle vyhl. 504/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů k 31. 12. 2021

(v tis. Kč)

Název účetní jednotky: Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i.

Sídlo: Na Slovance 1999/2, 182 21 Praha 8

IČ: 68378271

272

	Název	SÚ	číslo řádku	Stav	
				k 01. 01. 21	k 31. 12. 21
A.	Dlouhodobý majetek celkem			8 373 220	8 316 208
I.	Dlouhodobý nehmotný majetek celkem	01	1	96 000	106 911
	1. Nehmotné výsledky výzkumu a vývoje	012	2	0	0
	2. Software	013	3	89 244	98 163
	3. Ocenitelná práva	014	4	2 512	2 550
	4. Drobný dlouhodobý nehmotný majetek	018	5	3 003	2 707
	5. Ostatní dlouhodobý nehmotný majetek	019	6	0	0
	6. Nedokončený dlouhodobý nehmotný majetek	041	7	1 241	3 491
	7. Poskytnuté zálohy na dlouhodobý nehmotný majetek	051	8	0	0
II.	Dlouhodobý hmotný majetek celkem	02+03	9	11 461 593	12 021 591
	1. Pozemky	031	10	276 460	276 460
	2. Umělecká díla, předměty, sbírky	032	11	0	0
	3. Stavby	021	12	3 038 624	3 351 253
	4. Hmotné movité věci a jejich soubory	022	13	7 573 393	7 949 509
	5. Pěstitelské celky trvalých porostů	025	14	0	0
	6. Dospělá zvířata a jejich skupiny	026	15	0	0
	7. Drobný dlouhodobý hmotný majetek	028	16	45 602	41 995
	8. Ostatní dlouhodobý hmotný majetek	029	17	0	0
	9. Nedokončený dlouhodobý hmotný majetek	042	18	501 177	376 620
	10. Poskytnuté zálohy na dlouhodobý hmotný majetek	052	19	26 337	25 754
III.	Dlouhodobý finanční majetek celkem	06	20	340	440
	1. Podíly – ovládaná nebo ovládající osoba	061	21	0	0
	2. Podíly – podstatný vliv	062	22	340	440
	3. Dluhové cenné papíry	063	23	0	0
	4. Zápůjčky organizačním složkám	066	24	0	0
	5. Ostatní dlouhodobé zápůjčky	067	25	0	0
	6. Ostatní dlouhodobý finanční majetek	069	26	0	0



Název	SÚ	číslo řádku	Stav	
			k 01. 01. 21	k 31. 12. 21
IV. Oprávky k dlouhodobému majetku celkem	07–08	28	-3 184 713	-3 812 734
1. Oprávky k nehmotným výsledkům výzkumu a vývoje	072	29	0	0
2. Oprávky k softwaru	073	30	-72 767	-83 924
3. Oprávky k ocenitelným právům	074	31	-2 488	-2 512
4. Oprávky k drobnému dlouhodobému nehmotnému majetku	078	32	-3 003	-2 707
5. Oprávky k ostatnímu dlouhodobému nehmotnému majetku	079	33	0	0
6. Oprávky ke stavbám	081	34	-348 050	-409 114
7. Oprávky k samost. hmot. mov. věcem a souborům hmot. mov. věcí	082	35	-2 712 803	-3 272 482
8. Oprávky k pěstitelským celkům trvalých porostů	085	36	0	0
9. Oprávky k základnímu stádu a tažným zvířatům	086	37	0	0
10. Oprávky k drobnému dlouhodobému hmotnému majetku	088	38	-45 602	-41 995
11. Oprávky k ostatnímu dlouhodobému hmotnému majetku	089	39	0	0
B. Krátkodobý majetek celkem		40	2 631 529	3 337 937
I. Zásoby celkem	11–13	41	13 059	13 288
1. Materiál na skladě	112	42	12 615	12 855
2. Materiál na cestě	111,119	43	33	53
3. Nedokončená výroba	121	44	402	372
4. Polotovary vlastní výroby	122	45	0	0
5. Výrobky	123	46	8	8
6. Mladá a ostatní zvířata a jejich skupiny	124	47	0	0
7. Zboží na skladě a v prodejnách	132	48	0	0
8. Zboží na cestě	131,139	49	0	0
9. Poskytnuté zálohy na zásoby		50	0	0
II. Pohledávky celkem	31–39	51	1 450 549	2 095 274
1. Odběratelé	311	52	5 167	3 982
2. Směnky k inkasu	312	53	0	0
3. Pohledávky za eskontované cenné papíry	313	54	0	0
4. Poskytnuté provozní zálohy	314	55	1 624	2 544
5. Ostatní pohledávky	316	56	2 028	1 934
6. Pohledávky za zaměstnanci	335	57	218	832
7. Pohledávky za institucemi sociálního zabezpečení a VZP	336	58	0	0
8. Daň z příjmů	341	59	0	698
9. Ostatní přímé daně	342	60	0	0
10. Daň z přidané hodnoty	343	61	0	0
11. Ostatní daně a poplatky	345	62	0	0
12. Nároky na dotace a ostatní zúčtování se státním rozpočtem	346	63	0	1 366
13. Nároky na dotace a ostatní zúčtování s rozpočtem orgánů ÚSC	x	64	0	0
14. Pohledávky za společníky sdruženými ve společnosti	358	65	0	0
15. Pohledávky z pevných termínových operací	373	66	0	0
16. Pohledávky z vydaných dluhopisů	375	67	0	0
17. Jiné pohledávky	378	68	106 819	218 699
18. Dohadné účty aktivní	388	69	1 334 693	1 865 219
19. Opravná položka k pohledávkám	391	70	0	0



Název	SÚ	číslo řádku	Stav	
			k 01. 01. 21	k 31. 12. 21
III. Krátkodobý finanční majetek celkem	21–26	71	1 158 987	1 219 295
1. Peněžní prostředky v pokladně	211	72	577	644
2. Ceniny	212	73	0	0
3. Peněžní prostředky na účtech	221	74	1 158 410	1 218 651
4. Majetkové cenné papíry k obchodování	251	75	0	0
5. Dluhové cenné papíry k obchodování	253	76	0	0
6. Ostatní cenné papíry	254	78	0	0
7. Peníze na cestě	262	79	0	0
IV. Jiná aktiva celkem	38	81	8 935	10 080
1. Náklady příštích období	381	82	8 935	10 071
2. Příjmy příštích období	385	83	0	9
A+B Aktiva celkem		85	11 004 749	11 654 144
A. Vlastní zdroje celkem		86	9 084 335	9 064 704
I. Jmění celkem	90–92	87	9 072 829	9 063 904
1. Vlastní jmění	901	88	8 387 216	8 330 204
2. Fondy	91	89	685 293	733 601
3. Oceňovací rozdíly z přecenění finančního majetku a závazků	921	90	319	99
II. Výsledek hospodaření celkem	93–96	91	11 506	800
1. Účet výsledku hospodaření	963	92	0	800
2. Výsledek hospodaření ve schvalovacím řízení	931	93	11 506	0
3. Nerozdělený zisk, neuhrazená ztráta minulých let	932	94	0	0
B. Cizí zdroje celkem		95	1 920 414	2 589 440
I. Rezervy celkem	94	96	0	0
1. Rezervy	941	97	0	0
II. Dlouhodobé závazky celkem	38, 95	98	0	0
1. Dlouhodobé úvěry	951	99	0	0
2. Vydané dluhopisy	953	100	0	0
3. Závazky z pronájmu	954	101	0	0
4. Přijaté dlouhodobé zálohy	952	102	0	0
5. Dlouhodobé směnky k úhradě	x	103	0	0
6. Dohadné účty pasivní	389	104	0	0
7. Ostatní dlouhodobé závazky	958	105	0	0
III. Krátkodobé závazky celkem	28–38	106	1 920 096	2 587 194
1. Dodavatelé	321	107	18 522	17 003
2. Směnky k úhradě	322	108	0	0
3. Přijaté zálohy	324	109	583	559
4. Ostatní závazky	325	110	0	0
5. Zaměstnanci	331	111	53 249	63 213
6. Ostatní závazky vůči zaměstnancům	333	112	0	58
7. Závazky k institucím sociálního zabezpečení a VZP	336	113	29 491	32 368
8. Daň z příjmů	341	114	1 610	0
9. Ostatní přímé daně	342	115	11 500	8 697
10. Daň z přidané hodnoty	343	116	17 535	21 868
11. Ostatní daně a poplatky	345	117	8	7

Název	SÚ	číslo řádku	Stav	
			k 01. 01. 21	k 31. 12. 21
12. Závazky ze vztahu k státnímu rozpočtu	347	118	1 695 819	2 274 883
13. Závazky ze vztahu k rozpočtu ÚSC	x	119	0	0
14. Závazky z upsaných nesplacených cenných papírů a podílů	367	120	0	0
15. Závazky ke společníkům sdruženým ve společnosti	368	121	0	0
16. Závazky z pevných termínových operací a opcí	373	122	0	0
17. Jiné závazky	379	123	91 778	168 538
18. Krátkodobé úvěry	231	124	0	0
19. Eskontní úvěry	282	125	0	0
20. Vydané krátkodobé dluhopisy	283	126	0	0
21. Vlastní dluhopisy	284	127	0	0
22. Dohadné účty pasivní	389	128	0	0
23. Ostatní krátkodobé finanční výpomoci	289	129	0	0
IV. Jiná pasiva celkem	38	130	319	2 246
1. Výdaje příštích období	383	131	319	708
2. Výnosy příštích období	384	132	0	1 538
A+B Pasiva celkem		134	11 004 749	11 654 144



Předmět činnosti: vědecký výzkum

Rozvahový den: 31. 12. 2021

sestavil, podpis a jméno

Datum sestavení: 11. 5. 2022

RNDr. Michael Prouza, Ph.D.

odpov. osoba, podpis a jméno

otisk razítka



9.2 Výkaz zisku a ztráty

Zřizovatel: Akademie věd ČR

Výkaz zisku a ztráty
sestavený dle vyhl. 504/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů k 31. 12. 2021
(v tis. Kč)

Název účetní jednotky:

Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.

Sídlo: Na Slovance 1999/2, 182 21 Praha 8

IČ: 68378271

Název ukazatele	SÚ	čís. řád.	Činnost		
			hlavní 1	jiná 2	Celkem 3
A. Náklady		1	2 316 120	6 143	2 322 263
I. Spotřebované nákupy celkem	50+51	2	518 958	2 964	521 922
1. Spotřeba materiálu, energie a ostatních neskladovaných látek	501–503	3	286 080	1 799	287 879
2. Prodané zboží	504	4	0	0	0
3. Opravy a udržování	511	5	26 753	0	26 753
4. Náklady na cestovné	512	6	12 888	16	12 904
5. Náklady na reprezentaci	513	7	2 863	87	2 950
6. Ostatní služby	518, 514	8	190 374	1 062	191 436
II. Změny stavu zásob vlastní činnosti a aktivace	56+57	9	-593	31	-562
7. Změna stavu zásob vlastní činnosti	56	10	0	31	31
8. Aktivace materiálu, zboží a vnitroorganizačních služeb	571, 572	11	-593	0	-593
9. Aktivace dlouhodobého majetku	573, 574	12	0	0	0
III. Osobní náklady	52	13	1 101 175	2 588	1 103 763
10. Mzdové náklady	521,3	14	786 641	1 913	788 554
11. Zákonné sociální pojištění	524	15	263 351	637	263 988
12. Ostatní sociální pojištění	525	16	0	0	0
13. Zákonné sociální náklady	527	17	51 183	38	51 221
14. Ostatní sociální náklady	528	18	0	0	0
IV. Daně a poplatky	53	19	264	0	264
15. Daně a poplatky	53	20	264	0	264
V. Ostatní náklady	54	21	43 467	119	43 586
16. Smluvní pokuty, úroky z prodlení, ostatní pokuty a penále	541, 542	22	1 163	0	1 163
17. Odpis nedobytné pohledávky	543	23	0	0	0
18. Nákladové úroky	544	24	0	0	0
19. Kurzové ztráty	545	25	6 841	13	6 854
20. Dary	546	26	0	0	0
21. Manka a škody	548	27	0	0	0
22. Jiné ostatní náklady	547, 549	28	35 463	106	35 569



Název ukazatele	SÚ	čís. řád.	Činnost		Celkem
			hlavní 1	jiná 2	
VI. Odpisy, prodaný majetek, tvorba a použití rezerv a opr. položek celkem	55	29	652 227	440	652 667
23. Odpisy dlouhodobého majetku	551	30	652 227	440	652 667
24. Prodaný dlouhodobý majetek	552	31	0	0	0
25. Prodané cenné papíry a podíly	553	32	0	0	0
26. Prodaný materiál	554	33	0	0	0
27. Tvorba a použití rezerv a opravných položek	556, 559	34	0	0	0
VII. Poskytnuté příspěvky	58	38	0	0	0
28. Poskytnuté členské příspěvky a příspěvky zúčtované mezi organiz. složkami	581	39	0	0	0
VIII. Daň z příjmů	59	40	622	0	622
29. Daň z příjmů	59	41	622	0	622
B. Výnosy		1	2 313 186	9 877	2 323 063
I. Provozní dotace	69	2	1 517 901	0	1 517 901
1. Provozní dotace	691	3	1 517 901	0	1 517 901
II. Přijaté příspěvky	68	6	0	0	0
2. Přijaté příspěvky zúčtované mezi organizačními složkami		7	0	0	0
3. Přijaté příspěvky (dary)	681	8	0	0	0
4. Přijaté členské příspěvky	682	9	0	0	0
III. Tržby za vlastní výkony a za zboží	60	11	37 500	9 595	47 095
IV. Ostatní výnosy	64	16	757 785	282	758 067
5. Smluvní pokuty, úroky z prodlení, ostatní pokuty a penále	641, 642	17	341	0	341
6. Platby za odepsané pohledávky	643	18	0	0	0
7. Výnosové úroky	644	19	2 844	0	2 844
8. Kurzové zisky	645	20	3 710	12	3 722
9. Zúčtování fondů	648	21	96 679	0	96 679
10. Jiné ostatní výnosy	649	22	654 211	270	654 481
V. Tržby z prodeje majetku	65	24	0	0	0
11. Tržby z prodeje DNM a DHM	651	25	0	0	0
12. Tržby z prodeje cenných papírů a podílů	653	26	0	0	0
13. Tržby z prodeje materiálu	654	27	0	0	0
14. Výnosy z krátkodobého finančního majetku	655	28	0	0	0
15. Výnosy z dlouhodobého finančního majetku	657	29	0	0	0
C. Výsledek hospodaření před zdaněním		38	-2 312	3 734	1 422
D. Výsledek hospodaření po zdanění		40	-2 934	3 734	800

Předmět činnosti: vědecký výzkum

Rozvahový den: 31. 12. 2021

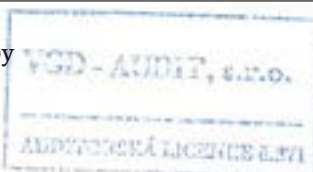
Datum sestavení: 11. 5. 2022

podpis a jméno
sestavil

RNDr. Michael Prouza, Ph.D.

podpis a jméno
odpovědné osoby

otisk razítka



9.3 Příloha k účetní závěrce v plném rozsahu k 31. 12. 2021

278

I. OBECNÉ ÚDAJE

1. Informace o účetní jednotce

Název:	Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i. (dále jen „FZÚ“)
DIČ:	CZ68378271
Sídlo:	Na Slovance 1999/2, 182 21 Praha 8
Právní forma:	veřejná výzkumná instituce (dále jen „v.v.i.“)
Zřizovatel:	Akademie věd České republiky, se sídlem Národní 1009/3, 117 20 Praha 1
Datum vzniku:	01. 01. 2007
Rozvahový den:	31. 12. 2021

Rozhodující předmět činnosti:

vědecký výzkum v oblasti fyziky, zejména fyziky elementárních částic, kondenzovaných systémů, plazmatu a optiky

Vznik a údaj o zápisu do rejstříku v.v.i.:

Pracoviště bylo zřízeno usnesením 26. zasedání prezidia Československé akademie věd ze dne 18. prosince 1953 s účinností od 1. ledna 1954 pod názvem Fyzikální ústav ČSAV. Ve smyslu § 18 odst. 2 zákona č. 283/1992 Sb. se stalo pracovištěm Akademie věd České republiky s účinností ke dni 31. prosince 1992.

Na základě zákona 341/2005 Sb., o veřejných vědeckých institucích se právní forma FZÚ dnem 1. ledna 2007 změnila ze státní příspěvkové organizace na veřejnou výzkumnou instituci. Zápis FZÚ do rejstříku v.v.i. byl proveden k 1. 1. 2007.

2. Organizační struktura instituce a její zásadní změny během účetního období

a) Organizačními útvary FZÚ jsou:

- centrální úsek,
- technicko-hospodářská správa (THS),
- administrativní úsek Cukrovarnická,
- vědecké sekce (6),
- výzkumná, administrativní a podpůrná oddělení,
- laboratoře a samostatné technické úseky.

b) Centrální úsek tvoří:

- interní auditor,
- BOZP a PO,
- sekretariát ředitele,
- vědecká knihovna Na Slovance,
- oddělení síťování a výpočetní techniky.

c) THS tvoří:

- oddělení personální a mzdové,
- oddělení finanční účtárny,
- oddělení provozní účtárny a rozpočtu,
- oddělení zásobování a dopravy,
- oddělení technicko-provozní,
- oddělení podpory THS.

d) Administrativní úsek Cukrovarnická tvoří:

- THS v Cukrovarnické,
- mechanické dílny v Cukrovarnické,
- vědecká knihovna v Cukrovarnické.

e) Vědecká činnost FZÚ se provádí ve vědeckých sekcích**1. Sekce fyziky elementárních částic**

Výzkumná oddělení:

- astročásticové fyziky,
- experimentální fyziky částic,
- teorie částic a kosmologie,
- vývoje detektorů a zpracování dat.

2. Sekce fyziky kondenzovaných látek

Výzkumná oddělení:

- magnetických měření a materiálů,
- dielektrik,
- materiálové analýzy,
- funkčních materiálů,
- teorie kondenzovaných látek,
- chemie.

3. Sekce fyziky pevných látek

Výzkumná oddělení:

- povrchů a molekulárních struktur,
- polovodičů,
- spintroniky a nanoelektroniky,
- strukturní analýzy,
- magnetik a supravodičů,
- tenkých vrstev a nanostruktur,
- optických materiálů,
- diamantových a příbuzných materiálů.

4. Sekce optiky

Výzkumná oddělení:

- analýzy funkčních materiálů,
- optických a biofyzikálních systémů,
- nízkoteplotního plazmatu,
- společná laboratoř optiky (SLO).

Podpůrné oddělení:

- optických a mechanických dílen Na Slovance.

5. Sekce výkonových laserů – Centrum HiLASE

Výzkumná oddělení:

- radiační a chemické fyziky – Centrum PALS,
- vývoje pokročilých laserů (Centrum HiLASE),
- průmyslových aplikací laserů (Centrum HiLASE),
- vědeckých aplikací laserů (Centrum HiLASE).

Podpůrná oddělení:

- technické podpory center PALS a HiLASE,
- inženýrské a technické podpory (Centrum HiLASE),

- řízení projektů (Centrum HiLASE).

Centrum HiLASE (oddělení 57, 58, 61, 62 a 63), se nachází v Dolních Břežanech. Jeho mezinárodní tým se zabývá vývojem laserových technologií pro aplikační sektor, zejména high-tech průmysl. Výzkumné centrum získalo v roce 2016 prestižní projekt HiLASE Centre of Excellence v rámci historicky první výzvy programu Evropské komise Horizon 2020 „WIDESPREAD Teaming“. V roce 2021 pokračovala realizace tohoto společného projektu FZÚ a UK RI – Science and Technology Facilities Council (STFC) z Velké Británie. Cílem je přeměnit HiLASE do konce roku 2023 na Centrum Excellence v oblasti aplikačně orientovaného laserového výzkumu a vývoje. V partnerství s STFC dochází k modernizaci stávajících laserových technologií centra a k rozšíření nabídky VaV služeb pro externí uživatele podle jejich skutečných potřeb. Dalším cílem je zajištění dlouhodobé finanční stability centra založené na kvalitním managementu, vícezdrojovém financování a otevřenosti vůči uživatelům z řad vědecko-výzkumných institucí a high-tech průmyslu. Vedle tohoto klíčového projektu Centrum HiLASE v roce 2021 současně realizovalo v rámci svého projektového portfolia dalších cca 20 projektů financovaných z národních a mezinárodních grantů.

9. Sekce Centrum ELI Beamlines

Výzkumná oddělení:

- radiační fyziky a urychlování elektronů,
- urychlování iontů a aplikací vysokoenergetických částic,
- strukturní dynamiky,
- fyziky plazmatu a interakcí s ultravysokou intenzitou,
- laserových systémů,
- technické infrastruktury a přístrojových služeb.

Podpůrná oddělení:

- konstrukční a projekční podpory,
- administrace,
- kanceláře ředitele Centra ELI Beamlines,
- transferu technologií (CITT),
- stavební infrastruktury a IT.

V roce 2021 probíhaly práce na dokončení a plném zprovoznění L4, především BT. BT pro laserový systém L3 byl dokončen a došlo k testování a zahájení uživatelského provozu, v roce 2022 se očekávají první uživatelské výzvy se systémem L3. V hale E1 probíhalo několik uživatelských experimentů. Průběh uživatelských experimentů byl výrazně omezen pandemií covid-19. Většina experimentů na dodaných vzorcích byla prováděna našimi zaměstnanci, protože účast zahraničních experimentálních týmů nebyla možná.

Probíhá realizace tří projektů financovaných z OP-VVV – ADONIS, ELIBIO, HIFI. Plánované ukončení projektů je 30. 6. 2023. V květnu 2021 bylo komisí oficiálně potvrzeno založení ELI ERIC a zvoleny orgány a statutární zástupce. Byla podepsána smlouva mezi ELI ERIC a FZÚ ohledně zajištění uživatelského provozu v roce 2021 a 2022 s cílem dosáhnout plné integrace ELI Beamlines k 1. 1. 2023



3. Jména a příjmení členů statutárních orgánů ke konci účetního období:

Jméno a příjmení	funkce
RNDr. Michael Prouza, Ph.D.	ředitel
Rada FZÚ	
prof. Ing. Martin Nikl, CSc.	předseda
Ing. Tomáš Mocek, Ph.D.	místopředseda
Ing. Alexandr Dejneka, Ph.D.	interní člen
RNDr. Antonín Fejfar, CSc.	interní člen
RNDr. Stanislav Kamba, CSc.	interní člen
Mgr. Jindřich Kolorenč, Ph.D.	interní člen
prof. Ing. Pavel Lejček, DrSc.	interní člen
RNDr. Jiří J. Mareš, CSc.	interní člen
RNDr. Michael Prouza, Ph.D.	interní člen
prof. Jan Řídký, DrSc.	interní člen
prof. RNDr. Zdeněk Doležal, Dr.	externí člen
Mgr. Jindřich Houžvička, Ph.D.	externí člen
doc. RNDr. František Chmelík, CSc.	externí člen
prof. RNDr. Zdeněk Samec, DrSc.	externí člen
Ing. Oldřich Schneeweiss, DrSc.	externí člen
RNDr. Jiří Rameš, CSc.	tajemník
Dozorčí rada FZÚ	
doc. Ing. Luboš Náhlík, Ph.D.	předseda
Ing. Ivan Gregora, CSc.	místopředseda
prof. Ing. Tomáš Čechák, CSc.	člen
RNDr. Vladimír Wagner, CSc.	člen
Ing. Jiří Plešek, CSc.	člen
prof. RNDr. Ladislav Skrbek, DrSc.	člen
Ing. Miroslav Hořejší	tajemník

Člen Rady FZÚ Mgr. Jindřich. Houžvička, Ph.D., je současně jednatelem společnosti Crytur, s.r.o., IČ 25296558, s níž FZÚ uzavřel v roce 2021 několik obchodních smluv (dodavatelských i odběratelských), z nichž celkové plnění představuje 9 859 143 Kč včetně DPH. Rodinný příslušník člena Rady FZÚ prof. Jana Řídkého, DrSc., realizoval v roce 2021 pro FZÚ grafické práce za 7 400 Kč. Místopředseda Dozorčí rady FZÚ Ing. Ivan Gregora, CSc., fakturoval v roce 2021 FZÚ překlady a jazykové korektury za celkem 1 900 Kč. Ředitel FZÚ RNDr. Michael Prouza, Ph.D., je statutárním zástupcem spolku Astropis, z. s., který FZÚ v roce 2021 fakturoval roční předplatné časopisu Astropis za 295 Kč.

Kromě výše uvedených skutečností není vedení FZÚ známo, že by některý ze členů řídicích a kontrol-

ních orgánů a jejich rodinných příslušníků měl účast v osobách, s nimiž organizace uzavřela za účetní období roku 2021 obchodní smlouvy nebo jiné smluvní vztahy. Členům řídicích a kontrolních orgánů organizace nebyly poskytnuty v účetním období 2021 žádné zálohy, závdavky nebo úvěry.



II. Informace o použitých účetních metodách, obecných účetních zásadách a způsobech oceňování

1. Obecné účetní zásady

Při vedení účetnictví a sestavování účetní závěrky postupoval FZÚ v souladu se zákonem 563/1991 Sb., o účetnictví ve znění pozdějších předpisů, vyhláškou 504/2002 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona č. 563/1991 Sb., o účetnictví, ve znění pozdějších předpisů, pro účetní jednotky, u kterých hlavním předmětem činnosti není podnikání, pokud účtují v soustavě podvojného účetnictví a českých účetních standardů č. 401–414, pro účetní jednotky, které účtují podle vyhlášky 504/2002 Sb. ve znění pozdějších předpisů, a to v plném rozsahu za použití informačního systému iFIS firmy BBM spol. s r. o.

FZÚ je měsíčním plátcem DPH s předmětem činnosti hlavní a jiná. Účetním obdobím je kalendářní rok. Součástí všech dokladů je záznam o účtování a podpis odpovědných osob. Všechny doklady jsou řádně archivovány.

Vedené agendy

Účetnictví	
Finance	pokladna, banka, závazky, pohledávky, DPH
Majetek	
Zásoby	

2. Způsoby oceňování

Druhy aktiv	Způsob ocenění
Materiál, zásoby	pořizovací cena
Nedokončená výroba	vlastní náklady
Výrobky	vlastní náklady
DHM nakoupený	pořizovací cena
DHM vytvořený vlastní činností	vlastní náklady
DNM nakoupený	pořizovací cena
Bezplatně získaný DHM	reprodukční pořizovací cena
Cenné papíry a majetkové účasti	reálná hodnota
Deriváty	reálná hodnota
Pohledávky	jmenovitá hodnota
Finanční majetek (pokladna, banka)	jmenovitá hodnota

FZÚ je vlastníkem:

- 34% podílu ve společnosti CARDAM s.r.o. v hodnotě 340 000 Kč.

CARDAM s.r.o., IČ 05437032, se sídlem v Dolních Břežanech, Pražská 636, PSČ 252 41 byla zapsána do obchodního rejstříku 30. 9. 2016. Předmětem podnikání je výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách č. 1 až 3 živnostenského zákona a dále vývoj zbraní. Dalšími společníky se stejným podílem 33 % jsou Česká zbrojovka a.s., IČ 463 45 965 a společnost BENEŠ a LÁT a.s., IČ 257 24 304. Dle konečných výkazů společnost CARDAM s.r.o. vykazuje za rok 2021 ztrátu ve výši 42 tis. Kč a vlastní kapitál ve výši 7 431 tis. Kč.

- 50% podílu ve společnosti Hi-Beams, s.r.o. v hodnotě 100 000,- Kč

Hi-Beams, s.r.o. IČ 09818898, se sídlem v Šumperku, Průmyslová 3020/3, PSČ 787 01 byla zapsána do obchodního rejstříku 12. 1. 2021. Předmětem podnikání je výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách č. 1 až 3 živnostenského zákona, obráběčství, kovářství a podkovářství, zámečnictví a nástrojářství. Dalším společníkem také s podílem 50 % je SHM, s.r.o., IČ 47976519. Společnost vykazuje za rok 2021 ztrátu ve výši 18 tis. Kč a vlastní kapitál ve výši 182 tis. Kč.

3. Druhy nákladů souvisejících s pořízením zásob

Doprava, clo, DPH, pojistné, provize apod.

4. Způsob stanovení opravných položek k majetku

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

5. Způsob sestavení odpisových plánů pro DM a použité odpisové metody při stanovení odpisů

Odpisy jsou prováděny v souladu se zákonem č. 563/1991 Sb., o účetnictví. Použité odpisové sazby jsou stanoveny odpisovým plánem.

Druh majetku	Odpis. skupina	Roční odpis v % předmětů pořízených před rokem 2002	Roční odpis v % předmětů pořízených po roce 2002	Roční odpis v % předmětů pořízených po roce 2009	Roční odpis v % předmětů pořízených po roce 2015	Roční odpis v % předmětů pořízených po roce 2018
Software		20	20	33,33		
Stavby		1,99	1,99	1,99		
Auta a příslušenství	1	10	10	16,66		
Auta a příslušenství	2	8	8	10		
Auta a příslušenství	3	2,5	5	5		
Výpočetní technika		11,15	9,3	33,33		
Přístroje	1	6	4,25	16,66		33,33
Přístroje	2	3,5	2,75	12,5		20,0
z toho: optická laserová zařízení	2			14,28	14,28	
	2*			14,28	10	
	2*			14,28	6,67	
	2*			14,28	5	
Přístroje	3	2,5	2,5	10		
Přístroje	4	2	2	8,33		
Pracovní stroje	2	3,5	2,75	10		
Pracovní stroje	3	2,5	2,5	8,33		
Inventář	1	6	6	16,66		
Inventář	2	3,5	2,75	10		
Inventář	3	2,5	2,5	8,33		
Ocenitelná práva			16,67	16,67		

* Optická pulzní laserová zařízení pořízená po roce 2018 jsou zaříděna do 3 kategorií v závislosti na energii a výkonu s různou dobou upotřebitelnosti. Kategorie 1, 10 let, kategorie 2, 15 let a kategorie 3, 20 let.

6. Způsob uplatnění při přepočtu údajů v cizích měnách na českou měnu

FZÚ používá pro ocenění majetku a závazků v zahraniční měně denní kurz ČNB. V průběhu roku se účtuje pouze o realizovaných kurzových ziscích a ztrátách. Aktiva a pasiva v zahraniční měně jsou k rozvahovému dni přepočítávány podle oficiálního kurzu ČNB

k 31. 12. daného roku. Kurzové rozdíly z ocenění finančních účtů, pohledávek, závazků, úvěrů a finančních výpomocí se účtují k datu účetní závěrky výsledkově na účet kurzových rozdílů.

7. Podstatné změny způsobů oceňování oproti předchozímu účetnímu období

Od roku 2012 je zavedena metodika Full Cost jako nezbytná podmínka realizace projektů ELI Beamlines a HiLASE. Pro použití v roce 2021 byly dle platné metodiky využity vstupní údaje roku 2020.

8. Podstatné změny postupů účtování oproti předchozímu účetnímu období

V průběhu roku 2021 nebyly zaznamenány.

9. Podstatné změny způsobů oceňování oproti požadavkům § 24–27, zákon 563/1991 Sb., o účetnictví

Způsoby oceňování odpovídají požadavkům zákona o účetnictví.

10. Podstatné změny způsobů odpisování oproti požadavkům § 28, zákon 563/1991 Sb., o účetnictví

Způsoby odpisování odpovídají požadavkům zákona o účetnictví.

11. Podstatné změny postupů účtování oproti požadavkům § 4, zákon 563/1991 Sb., o účetnictví

Postupy účtování odpovídají požadavkům zákona o účetnictví.



III. Doplnující informace k rozvaze a výkazu zisku a ztráty (údaje jsou v tisících Kč)

1. Účet 021 – Budovy a stavby

Skupina majetku	2021			2020		
	Vstupní cena	Oprávky	Zůstatková cena	Vstupní cena	Oprávky	Zůstatková cena
Budovy a stavby	3 351 253	409 114	2 942 139	3 038 624	348 050	2 690 574

2. Účet 022 – Samostatné movité věci a soubory movitých věcí a 082 – Oprávky k samostatným movitým věcem

Skupina majetku	2021			2020		
	Vstupní cena	Oprávky	Zůstatková cena	Vstupní cena	Oprávky	Zůstatková cena
Celkem, z toho:	7 949 509	3 272 482	4 677 027	7 573 393	2 712 803	4 860 590
Dopr. prostředky	8 236	5 669	2 567	8 380	5 042	3 338
Inventář	20 157	8 345	11 812	19 787	5 675	14 112
Předměty z drahých kovů	14 407	13 437	970	14 407	13 255	1 152
Stroje, přístroje a zařízení	7 906 709	3 245 031	4 661 678	7 530 819	2 688 831	4 841 988

3. Dlouhodobý nehmotný majetek

Skupina majetku	2021			2020		
	Vstupní cena	Oprávky	Zůstatková cena	Vstupní cena	Oprávky	Zůstatková cena
Celkem, v tom:	100 713	86 436	14 277	91 756	75 255	16 501
Ocenitelná práva	2 550	2 512	38	2 512	2 488	24
Software	98 163	83 924	14 239	89 244	72 767	16 477

4. Nedokončený dlouhodobý majetek

Skupina majetku	2021			
	Stav k 1. 1.	Pořízeno	Zařazeno	Zůstatek k 31. 12.
Celkem, v tom	502 418	596 138	718 446	380 110
Nedok. dl. nehmotný majetek (041)	1 241	5 120	2 870	3 491
Nedok. dl. hmotný majetek (042)	501 177	591 018	715 576	376 619

5. Přehled přírůstků a úbytků dlouhodobého majetku dle skupin

Skupina majetku	2021			
	Stav k 1. 1.	Pořízeno	Vyřazeno	Zůstatek k 31.12.
Software	89 244	9 024	105	98 163
Ocenitelná práva	2 512	38	0	2 550
Drobný dlouhodobý nehmotný majetek	3 003	0	296	2 707
Nedok. dlouhodobý nehmotný majetek	1 241	5 120	2 870	3 491
Pozemky	276 460	0	0	276 460
Stavby	3 038 624	313 272	643	3 351 253
Dopravní prostředky	8 380	0	144	8 236
Inventář	19 787	370	0	20 157
Předměty z drahých kovů	14 407	0	0	14 407
Stroje, přístroje a zařízení	7 530 819	395 740	19 850	7 906 709
Drobný dlouhodobý hmotný majetek	45 602	0	3 607	41 995
Nedok. dlouhodobý hmotný majetek	501 177	591 018	715 576	376 619
Poskytnuté zálohy na dlouh. hm. majetek	26 337	37 318	37 901	25 754

6. Souhrnná výše majetku neuvedená v rozvaze

Skupina majetku	Analytický účet	Zůstatek k 31.12.
Drobný dlouhodobý nehmotný majetek	9712	19 449
Drobný dlouhodobý hmotný majetek	9711	384 601



7. Pohledávky

Pohledávky	Částka
k odběratelům	3 982
poskytnuté provozní zálohy	2 544
pohledávky za zaměstnanci	832
jiné pohledávky	218 699
dohadné položky	1 865 219

Na dohadných účtech aktivních jsou evidovány dohady z titulu dotačních programů. Na účtech jiných pohledávek vykazuje FZÚ pohledávky za spolupříjemci z dotačních titulů.

Obchodní pohledávky po lhůtě splatnosti (311)	Částka
do 30 dnů	469
31-90 dnů	792
91-180 dnů	0
nad 180 dnů	1 099

Pohledávky kryté podle zástavního práva

FZÚ k datu účetní uzávěrky nevykazuje.

Opravné položky

FZÚ k datu účetní uzávěrky nevykazuje.

Nepeněžitě pohledávky a jiná plnění neuvedené v účetnictví

FZÚ k datu účetní uzávěrky eviduje na podrozvaze pohledávku ve výši 3 000 tis Kč za mimosoudní vyrovnání s Bogle Architects s. r. o.

8. Jmění

Jmění	Částka
Jmění celkem	9 063 904
z toho: vlastní jmění	8 330 204
fondy	733 601
Oceňovací rozdíl finančních derivátů	99

9. Rozdělení zisku za minulé účetní období

Rozdělení zisku za minulé účetní období	Částka
Příděl do rezervního fondu	11 506
Příděl do fondu reprodukce majetku	0

10. Závazky

Dlouhodobé závazky

FZÚ k datu účetní uzávěrky nevykazuje.

Krátkodobé závazky

Částka

K dodavatelům	17 003
Přijaté zálohy	559
K zaměstnancům	63 213
K institucím sociálního zabezpečení a veř. zdravotního pojištění	32 368
Daň z příjmů ze závislé č. za zaměstnance	8 697
DPH	21 868
Daň z příjmů PO	0
Ostatní daně	7
Závazky ze vztahu k SR	2 274 883
Jiné závazky	168 538
Dohadné položky	0

Na účtu závazky ke SR jsou evidovány zálohy na provozní dotace přijaté v roce 2019 až 2021

FZÚ eviduje na účtech pouze splatné závazky pojistného na sociální zabezpečení a příspěvků na státní politiku zaměstnanosti a splatných závazků veřejného pojištění.

FZÚ nemá žádné nedoplatky u místně příslušného FÚ.

Obchodní závazky po lhůtě splatnosti (321)

Částka

do 30 dnů	1 538
31–90 dnů	69
91–180 dnů	120
nad 180 dnů	389
nad 360 dnů	467

FZÚ neeviduje dluhy vzniklé v daném účetním období, kde doba splatnosti k 31. 12. 2021 přesahuje 5 let. Všechny finanční a jiné dluhy jsou obsaženy v rozvaze.

Závazky kryté podle zástavního práva

FZÚ k datu účetní uzávěrky nevykazuje.

11. Krátkodobé a dlouhodobé bankovní úvěry

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

12. Finanční leasing

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

13. Nepeněžitě závazky a jiná plnění neuvedené v účetnictví

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.



14. Výnosy z běžné činnosti

Výnosy celkem	Hlavní činnost	Jiná činnost
Provozní institucionální dotace na výzkum od zřizovatele AV ČR celkem	753 812	0
Provozní účelové dotace na výzkum od poskytovatelů z ČR mimo zřizovatele	764 089	0
Dotace, granty a dary na výzkum ze zahraničí *	54 164	0
Tržby za výrobky a poskytnuté služby	37 501	9 595
Aktivace vnitroorganizačních složek	593	0
Smluvní pokuty a penále	341	0
Úroky	2 844	0
Kurzové zisky	3 710	12
Zúčtování fondů	96 679	0
z toho: RF	555	0
sociální fond	15 326	0
FÚUP	80 797	0
Jiné provozní výnosy	654 211	270
z toho: nájemné, výnosy z konferencí, jiné ostatní výnosy	5 283	270
zúčtování poměrné části odpisů	648 928	0
Tržby z prodeje dlouhodobého majetku	0	0

* Užití provozní dotace, granty a dary na výzkum od poskytovatelů ze zahraničí jsou vykazovány ve Výkazu zisku a ztráty, položka B.IV.9, Zúčtování fondů.

15. Osobní náklady

Informace	Počet/Částka Rok 2020	Počet/Částka Rok 2021
Průměrný počet zaměstnanců	1 139,30	1 174,04
z toho: řídících	10	10
Výše osobních nákladů na zaměstnance v tis. Kč	1 045 444	1 103 763
z toho: na řídící pracovníky	23 116	21 633
hrubé mzdy pracovníků (bez OON)	718 018	751 458
OON	16 440	15 005
sociální a zdravotní pojištění	252 196	263 988
příspěv do sociálního fondu	14 823	15 464
ostatní sociální náklady a čerpání sociálního fondu	20 525	35 757
odměny Radě ústavu	186	328
odměny Dozorčí radě	140	130

16. Významné položky výkazu zisku a ztráty

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

17. Propojené a spřízněné osoby

FZÚ vykazuje pouze půjčky zaměstnancům ve výši 806 tis. Kč.

18. Půjčky, záruky a ostatní plnění poskytnutá členům orgánů FZÚ včetně bývalých členů

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

19. Pohledávky vůči propojeným osobám

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

20. Závazky vůči propojeným osobám

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

21. Významné položky, které jsou ve výkazech kompenzovány s jinými položkami

FZÚ k datu účetní závěrky nevykazuje.

22. Události mezi rozvahovým dnem a datem sestavení závěrky

FZÚ k datu účetní závěrky neviduje.

23. Přijaté dary a veřejné sbírky

FZÚ k datu účetní závěrky přijal účelově určený dar od společnosti Marvel Fusion GmbH pro studijní doktorský program (3/2021–2/2024) ve výši 725 tis. Kč, kdy k datu účetní závěrky využil 555 tis. Kč.

FZÚ k datu účetní závěrky nepřijal žádné veřejné sbírky.

24. Poskytnuté dary

FZÚ k datu účetní závěrky neposkytl žádné dary jiným subjektům.

25. Dotace

Poskytovatel	Částka
AV ČR – podpora činnosti pracoviště AV a VO	542 140
AV ČR – příspěvek na zajištění činnosti	211 672
GA ČR	148 422
Projekty ostatních resortů	502 230
TA ČR	29 806
Projekty – FZÚ je spolupříjemce	83 631
Ostatní	0
Celkem	1 517 901

Přijaté prostředky na investice

Poskytovatel	Částka
AV ČR – podpora činnosti VO	48 815
AV ČR – příspěvek na zajištění činnosti	205 456
GA ČR	5 134
Projekty ostatních resortů	360 817
Dotace mimorozpočtové ostatní	303
Celkem	620 525

26. Daňová povinnost

Za rok 2021 činí daňová povinnost FZÚ 621 840 Kč.

Způsob zajištění základu daně podle zákona o dani z příjmů dle platného znění.

Organizace použila daňové úlevy v předcházejícím zdaňovacím období v souladu se zněním zákona o dani z příjmů.

Datum sestavení: 11. 5. 2022

Ing. Václav Říšský



podpis a jméno autora zprávy

27. Ostatní

Odměna auditora za povinný audit roční účetní závěrky včetně ověření výroční zprávy za rok 2021 činí 240 790 Kč včetně DPH.

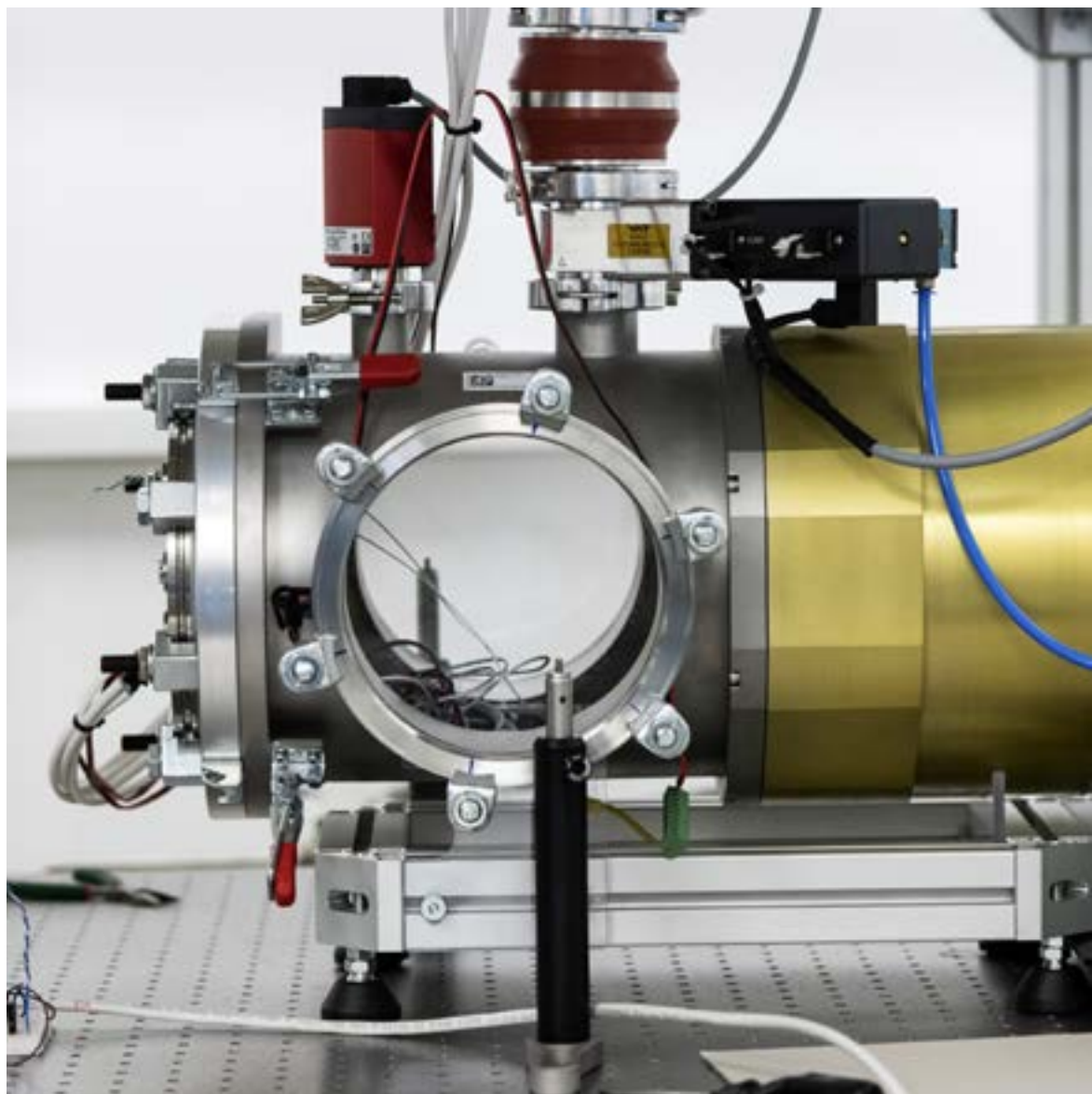
RNDr. Michael Prouza, Ph.D.



podpis a jméno odpovědné osoby

otisk razítka







10.

Další informace

10.1 Předpokládaný vývoj pracoviště

292

Výzkumná činnost pracoviště bude probíhat v souladu s hlavní činností ústavu a projekty, na nichž se pracoviště podílí. Důraz bude kladen na další prohloubení mezinárodní spolupráce, do níž je zapojena většina pracovních skupin. Z hlediska dlouhodobější perspektivy je důležité dále rozšiřovat experimentální infrastrukturu a dále rozvíjet spolupráci s vysokými školami. Důraz bude kladen i na rozvoj a optimalizaci administrativních a dalších podpůrných činností. V příštím roce by mělo dojít k výrazné změně organizační struktury ústavu, kdy je plánován převod výzkumného centra ELI Beamlines z Fyzikálního ústavu AV ČR na Konsorcium evropské výzkumné infrastruktury Extreme Light Infrastructure (ELI ERIC). V plánu je také příprava nové budovy v areálu na pracovišti Slovanka v Praze 8, které by mělo dále rozšířit prostorovou kapacitu ústavu.



10.2 Aktivity v oblasti pracovněprávních vztahů

Rok 2021 byl v oblasti HR rokem úspěšným. Jedním z dlouhodobých cílů, který se daří naplňovat, je postupné nastavování personálních procesů, pracovních podmínek a prostředí v souladu se standardy doporučenými Evropskou komisí. FZÚ je od roku 2019 držitelem prestižního ocenění HR Excellence in Research Award, které deklaruje přibližování se nebo dosažení úrovně evropských standardů v HR oblasti. Držitelé tohoto ocenění jsou povinni v předem daných intervalech procházet interním nebo externím hodnocením pokroku. V roce 2021 FZÚ tímto hodnocením úspěšně prošel. Evropskou komisí bylo potvrzeno udržení tohoto ocenění pro další tři roky.

Ve fázi přípravy na toto hodnocení byla provedena rozsáhlá interní analýza, která se zaměřila zejména na vnímání pokroku v oblasti personálních procesů, pracovních podmínek a prostředí našimi zaměstnanci. Dotazníkového šetření a fokusních skupin se účastnilo téměř 40 % všech zaměstnanců FZÚ. Výstupy z této analýzy byly použity, mimo jiné, pro sestavení Akčního plánu FZÚ pro období 2021–2023.

Aktivity v oblasti HR byly v roce 2021 zaměřeny zejména na implementaci již dříve připravených metodických postupů do každodenní praxe FZÚ. Standardizace již plně proběhla v oblasti náboru a adaptace. Díky významné součinnosti HR týmu je možné garantovat dodržení principů OTM-R při obsazování volných pracovních pozic. Pravidelně se konají vstupní školení pro nové zaměstnance z ČR i zahraničí, které podporují jejich adaptaci. V rámci projektu Stimul byl dokončen metodický postup pro poskytování zpětné vazby a také vytvořen základ pro rámec kompetencí zaměstnanců FZÚ.

V oblasti rozvoje a řízení kariéry v průběhu celého roku probíhala realizace školení a kurzů zaměřených zejména na měkké dovednosti. Díky pandemické situaci proběhla část kurzů a školení on-line formou, koncem roku 2021 proběhla finalizace příprav ke spuštění e-learningu. Byl realizován pilotní cyklus mentoringového programu, který bude pokračovat i v roce 2022.

K významnému posunu došlo také v oblasti rovných příležitostí a podmínek. V prosinci 2021 FZÚ zveřejnil svůj první Plán genderové rovnosti, který popisuje všechny plánované aktivity na podporu rovnosti pro období 2021–2023. Jako výkonný orgán pro jeho naplňování byl nově ustanoven Panel genderové rovnosti, složený ze zástupců vědeckých i administrativních sekcí FZÚ. Oblast rovnosti je také významně podpořena snahou o odbourávání nevědomých předsudků, kterému je od roku 2021 věnována větší pozornost.

Z pohledu moderní praxe personálního řízení došlo ve FZÚ k výraznému posunu ve zkvalitnění personální práce, a to na všech úrovních řízení.

10.3 Aktivity v oblasti ochrany životního prostředí *

294

Soustavný dohled nad radiační ochranou zajišťuje dohlížejší osoba (dle zákona 263/2016 Sb.), Ing. Veronika Olšovcová, PhD., která je interním zaměstnancem FZÚ.

Kontrolním úřadem je SÚJB, Regionální centrum Praha. Zkoušky dlouhodobé stability uzavřených radionuklidových zářičů provádí firma ISOTREND spol. s r. o., Praha.

Nebezpečný odpad vzniklý ve FZÚ odváží a následně zajišťuje jeho likvidaci odborná firma ECO VITA s. r. o., Zlatá Olešnice. Tato firma provádí průběžně každý měsíc likvidaci nebezpečného odpadu z nádob pro tento odpad určených (tonery, baterie, elektrický odpad aj.). V roce 2021, kdy byla povinnost nošení respirátorů a zaměstnance testovat antigenními testy na covid-19, jsme umístili na chodby speciální nádoby, do kterých se tento odpad vyhazoval a byl pravidelně likvidován. Bioodpad produkovaný vědeckými odděleními se soustřeďuje do nádob k tomu určených a jednou za čtrnáct dní je výše uvedenou firmou odvezen a zlikvidován. Pravidelně 2x ročně provádí svoz a likvidaci nebezpečných látek a jejich obalů. Zpracovává veškerou administrativu týkající se této oblasti a zajišťuje včasné podání všech hlášení do databáze Ministerstva životního prostředí ČR a Magistrátu hl. m. Prahy.

Provádí se také školení zaměstnanců o nakládání s nebezpečným odpadem a bioodpadem.

Nepotřebné tlakové nádoby určené k přepravě plynů likviduje firma Pražské služby a. s., Pod šancemi 444/1, Praha.

FZÚ dbá na důsledné třídění odpadu. Sběr papíru, kartonových obalů a plastů je soustředěn do nádob k tomu určených. Odvoz a likvidaci zajišťují společnosti FCC Česká republika, s. r. o. a Pražské služby, a. s. Praha. Kovový odpad je skladován na určeném místě a dle potřeby odvážen do Sběrných surovin.

* Údaje požadované dle §21 zákona 563/1991 Sb., o účetnictví, ve znění pozdějších předpisů.



10.4 Poskytování informací za období od 1. 1.–31. 12. 2021 **

Počet podaných žádostí o informace	1
Počet vydaných rozhodnutí o odmítnutí žádosti o informace	0
Počet podaných odvolání proti rozhodnutí	0
Opis podstatných částí každého rozsudku soudu ve věci odmítnutí žádosti	

295

Nebyl vydán žádný rozsudek soudu.

Výsledky řízení o sankcích za nedodržování zákona bez uvádění osobních údajů

Nebylo vedeno žádné řízení o přestupku nebo správním deliktu.

Výčet poskytnutých výhradních licencí včetně odůvodnění nezbytností poskytnutí výhradní licence

Nebyla podána žádná žádost o informaci, která by byla předmětem ochrany autorského práva a vyžadovala by poskytnutí licence.

Počet stížností podaných podle § 16a, důvody jejich podání a stručný popis způsobu jejich vyřízení

Nebyla podána žádná stížnost na postup při vyřizování žádosti o informace.

Další informace vztahující se k uplatňování zákona 0

** Údaje požadované dle § 18 odst. 1 zákona č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím, a ve znění pozdějších předpisů.

10.5 Zpráva nezávislého auditora pro Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.



296

ZPRÁVA NEZÁVISLÉHO AUDITORA

o ověření účetní závěrky za období
od 1. ledna 2021 do 31. prosince 2021
organizace

Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.

BELGIUM - BULGARIA - CZECH REPUBLIC - GERMANY - HUNGARY - LUXEMBOURG - NETHERLANDS - POLAND - RUSSIA - SLOVAK REPUBLIC



Zpráva nezávislého auditora pro vedení organizace Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.

Název organizace: Fyzikální ústav AVČR, v.v.i.
Sídlo organizace: Na Slovance 1999/2, Praha 8, 182 21
Identifikační číslo: 68378271
Právní forma: veřejná výzkumná instituce

Výrok auditora

Provedli jsme audit přiložené účetní závěrky organizace Fyzikální ústav AVČR, v.v.i. (dále také „Organizace“) sestavené na základě českých účetních předpisů, která se skládá z rozvahy k 31. prosinci 2021, výkazu zisku a ztráty, za rok končící 31. prosince 2021 a přílohy této účetní závěrky, která obsahuje popis použitých podstatných účetních metod a další vysvětlující informace. Údaje o Organizaci jsou uvedeny v příloze této účetní závěrky.

Podle našeho názoru účetní závěrka podává věrný a poctivý obraz aktiv a pasiv Organizace k 31. prosinci 2021 a nákladů a výnosů a výsledku jejího hospodaření za rok končící 31. prosince 2021 v souladu s českými účetními předpisy.

Základ pro výrok

Audit jsme provedli v souladu se zákonem o auditorech a standardy Komory auditorů České republiky (KA ČR) pro audit, kterými jsou mezinárodní standardy pro audit (ISA) případně doplněné a upravené souvisejícími aplikačními doložkami. Naše odpovědnost stanovená těmito předpisy je podrobněji popsána v oddílu Odpovědnost auditora za audit účetní závěrky. V souladu se zákonem o auditorech a Etickým kodexem přijatým Komorou auditorů České republiky jsme na Organizaci nezávislí a splnili jsme i další etické povinnosti vyplývající z uvedených předpisů. Domníváme se, že důkazní informace, které jsme shromáždili, poskytují dostatečný a vhodný základ pro vyjádření našeho výroku.

Ostatní informace uvedené ve výroční zprávě

Ostatními informacemi jsou v souladu s § 2 písm. b) zákona o auditorech informace uvedené ve výroční zprávě mimo účetní závěrku a naši zprávu auditora. Za ostatní informace odpovídá statutární orgán.

Náš výrok k účetní závěrce se k ostatním informacím nevztahuje. Přesto je však součástí našich povinností souvisejících s ověřením účetní závěrky seznámení se s ostatními informacemi a posouzení, zda ostatní informace nejsou ve významném (materiálním) nesouladu s účetní závěrkou či s našimi znalostmi o účetní jednotce získanými během ověřování účetní závěrky nebo zda se jinak tyto informace nejeví jako významně (materiálně) nesprávné. Také posuzujeme, zda ostatní informace byly ve všech významných (materiálních) ohledech vypracovány v souladu s příslušnými právními předpisy. Tímto posouzením se rozumí, zda ostatní informace splňují požadavky právních předpisů na formální náležitosti a postup vypracování ostatních informací v kontextu významnosti (materiality), tj. zda případné nedodržení uvedených požadavků by bylo způsobitelné ovlivnit úsudek činěný na základě ostatních informací.

Na základě provedených postupů, do míry, již dokážeme posoudit, uvádíme, že

- ostatní informace, které popisují skutečnosti, jež jsou též předmětem zobrazení v účetní závěrce, jsou ve všech významných (materiálních) ohledech v souladu s účetní závěrkou a
- ostatní informace byly vypracovány v souladu s právními předpisy.

Dále jsme povinni uvést, zda na základě poznatků a povědomí o Organizaci, k nimž jsme dospěli při provádění auditu, ostatní informace neobsahují významné (materiální) věcné nesprávnosti. V rámci uvedených postupů jsme v obdržných ostatních informacích žádné významné (materiální) věcné nesprávnosti nezjistili.

Odpovědnost statutárního orgánu Organizace za účetní závěrku

Statutární orgán Organizace odpovídá za sestavení účetní závěrky podávající věrný a poctivý obraz v souladu s českými účetními předpisy, a za takový vnitřní kontrolní systém, který považuje za nezbytný pro sestavení účetní závěrky tak, aby neobsahovala významné (materiální) nesprávnosti způsobené podvodem nebo chybou.

Při sestavování účetní závěrky je statutární orgán Organizace povinen posoudit, zda je Společnost schopna nepřetržitě trvat, a pokud je to relevantní, popsat v příloze účetní závěrky záležitosti týkající se jejího nepřetržitého trvání a použití předpokladu nepřetržitého trvání při sestavení účetní závěrky, s výjimkou případů, kdy statutární orgán plánuje zrušení Organizace nebo ukončení její činnosti, resp. kdy nemá jinou reálnou možnost než tak učinit.

Za dohled nad procesem účetního výkaznictví v Organizaci odpovídá statutární orgán.

Odpovědnost auditora za audit účetní závěrky

Naším cílem je získat přiměřenou jistotu, že účetní závěrka jako celek neobsahuje významnou (materiální) nesprávnost způsobenou podvodem nebo chybou a vydat zprávu auditora obsahující náš výrok. Přiměřená míra jistoty je velká míra jistoty, nicméně není zárukou, že audit provedený v souladu s výše uvedenými předpisy ve všech případech v účetní závěrce odhalí případnou existující významnou (materiální) nesprávnost. Nesprávnosti mohou vznikat v důsledku podvodů nebo chyb a považují se za významné (materiální), pokud lze reálně předpokládat, že by jednotlivé nebo v souhrnu mohly ovlivnit ekonomická rozhodnutí, která uživatelé účetní závěrky na jejím základě přijmou.

Při provádění auditu v souladu s výše uvedenými předpisy je naší povinností uplatňovat během celého auditu odborný úsudek a zachovávat profesní skepticismus. Dále je naší povinností:

- Identifikovat a vyhodnotit rizika významné (materiální) nesprávnosti účetní závěrky způsobené podvodem nebo chybou, navrhnout a provést auditorské postupy reagující na tato rizika a získat dostatečné a vhodné důkazní informace, abychom na jejich základě mohli vyjádřit výrok. Riziko, že neodhalíme významnou (materiální) nesprávnost, k níž došlo v důsledku podvodu, je větší než riziko neodhalení významné (materiální) nesprávnosti způsobené chybou, protože součástí podvodu mohou být tajné dohody (koluze), falšování, úmyslná opomenutí, nepravdivá prohlášení nebo obcházení vnitřních kontrol vedením Organizace.
- Seznámit se s vnitřním kontrolním systémem Organizace relevantním pro audit v takovém rozsahu, abychom mohli navrhnout auditorské postupy vhodné s ohledem na dané okolnosti, nikoli abychom mohli vyjádřit názor na účinnost jejího vnitřního kontrolního systému.
- Posoudit vhodnost použitých účetních pravidel, přiměřenost provedených účetních odhadů a informace, které v této souvislosti Organizace uvedla v příloze účetní závěrky.
- Posoudit vhodnost použití předpokladu nepřetržitého trvání při sestavení účetní závěrky statutárního orgánu a to, zda s ohledem na shromážděné důkazní informace existuje významná (materiální) nejistota vyplývající z událostí nebo podmínek, které mohou významně zpochybnit schopnost Organizaci nepřetržitě trvat. Jestliže dojdeme k závěru, že taková významná (materiální) nejistota existuje, je naší povinností upozornit v naší zprávě na informace uvedené v této souvislosti v příloze účetní závěrky, a pokud tyto informace nejsou dostatečné, vyjádřit modifikovaný výrok. Naše závěry týkající se schopnosti Organizace nepřetržitě trvat vycházejí z důkazních informací, které jsme získali do data naší zprávy. Nicméně budoucí události nebo podmínky mohou vést k tomu, že Organizace ztratí schopnost nepřetržitě trvat.

- Vyhodnotit celkovou prezentaci, členění a obsah účetní závěrky, včetně přílohy, a dále to, zda účetní závěrka zobrazuje podkladové transakce a události způsobem, který vede k věrnému zobrazení.

Naši povinností je informovat statutární orgán o plánovaném rozsahu a načasování auditu a o významných zjištěních, která jsme v jeho průběhu učinili, včetně zjištěných významných nedostatků ve vnitřním kontrolním systému.

V Liberci, dne 23. května 2022

Auditorská společnost:

Auditor, který byl auditorskou společností určen jako odpovědný za provedení auditu jménem auditorské společnosti:

VGD - AUDIT, s.r.o.

VGD - AUDIT, s.r.o.
evidenční č. 271
Bělehradská 18, 140 00 Praha 4



Radka Fišerová

Ing. Radka Fišerová
evidenční č. 2000





NÁZEV: Výroční zpráva o činnosti a hospodaření za rok 2021

AUTOR: FZÚ AV ČR

VYDALA: FZÚ AV ČR

TISK: MaRK5 Production

GRAFICKÉ ZPRACOVÁNÍ: Designiq

POČET STRAN: 300

NÁKLAD: 50 výtisků



Akademie věd
České republiky