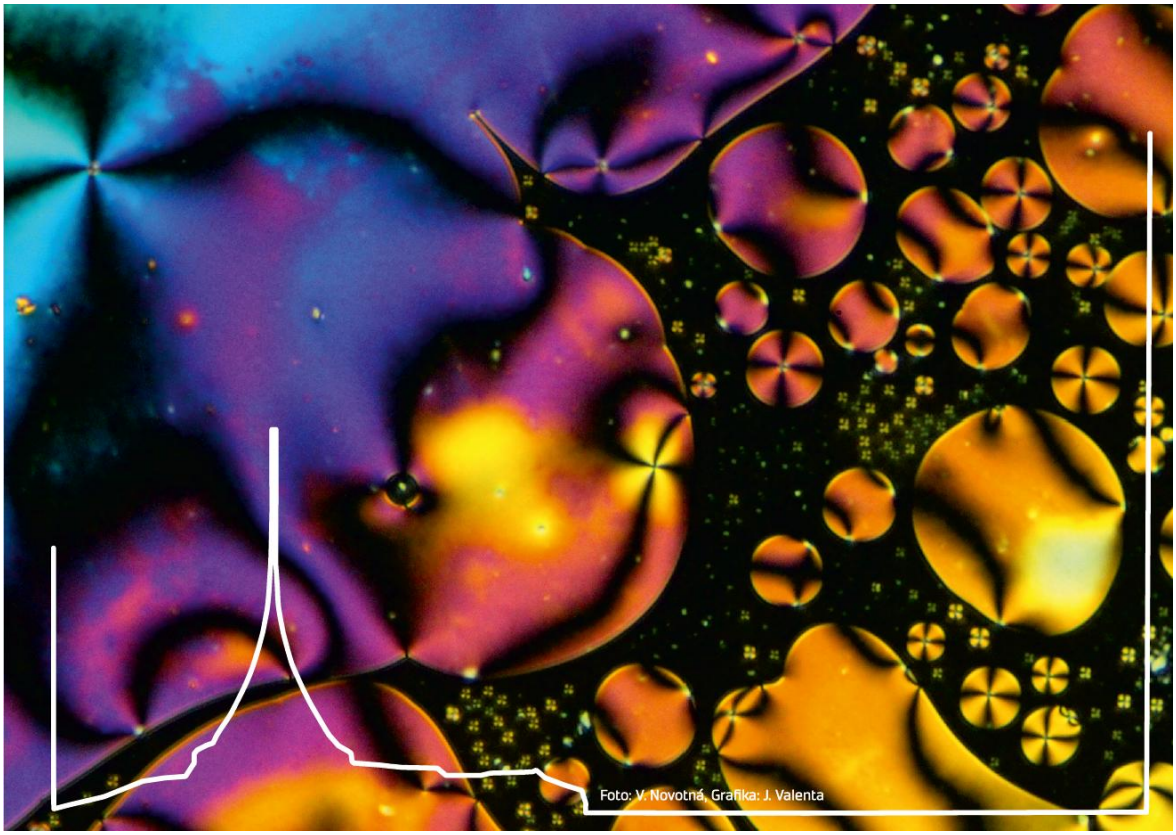
SBORNÍK

22. KONFERENCE ČESKÝCH A SLOVENSKÝCH FYZIKŮ

7. – 10. 9. 2026

Liberec, Česká republika



EDITOŘI

Petra Veselá, Marián Reiffers, Eduard Hulicius, Jozef Kúdelčík

SBORNÍK 22. KONFERENCE ČESKÝCH A SLOVENSKÝCH FYZIKŮ

Editoři: RNDr. Petra Veselá, PhD., prof. RNDr. Marián Reiffers, DrSc., prof. Ing. Eduard Hulicius, CSc., prof. RNDr. Jozef Kúdelčík, PhD.

Publikováno: Jednota českých matematiků a fyziků

Liberec, 2026

Všechny příspěvky byly anonymně recenzovány. Za obsah a jazykovou správnost abstraktů odpovídají autoři.

© Petra Veselá, Marián Reiffers, Eduard Hulicius, Jozef Kúdelčík (editoři), 2026

© Jednotliví autoři (texty abstraktů), 2026

ISBN 978-80-7015-027-6

EAN 9788070150276

9788070150276

ÚVODNÍ SLOVO

Dostává se vám do rukou sborník abstraktů přednášek a posterů 22. konference českých a slovenských fyziků, která proběhla ve dnech 7. – 10. září 2026 v Liberci. Bylo to 51 let po konferenci československých fyziků, která byla pořádána tamtéž. Spolu s Českou fyzikální společností JČMF a Slovenskou fyzikální společností ji pořádala i Technická univerzita v Liberci, v jejíchž prostorách a s jejíž významnou pomocí se konference konala. Pracovními jazyky byly čeština, slovenština a angličtina.

Konference si již tradičně kladla za cíl seznámit účastníky s nejnovějším pokrokem zejména v odvětvích fyzikálních věd, kterým se v České republice a na Slovensku věnujeme. Chceme také posílit komunikaci fyziků napříč obory a napříč generacemi. Jeden ze dvou podvečerních kulatých stolů byl věnován situaci ve výuce fyziky a druhý energetice. Oba byly otevřeny pro širokou veřejnost.

Na konferenci byly prosloveny přednášky a předány ceny vítězům soutěží mladých českých i slovenských fyziků. Jde o ceny Soutěže Milana Odehnala pro mladé fyziky, Súťaže vedeckých prác mladých fyzikov SFS a Ceny profesora Martina Černohorského.

Konference získala záštitu rektora TUL doc. Ing. Aleše Kocourka, Ph.D. a předsedy AV ČR prof. RNDr. Radomíra Pánka, Ph.D. Konferenci významně podpořila i firma Crytur.

Doufáme, že tento sborník, stejně jako přednášky a postery prezentované na konferenci, vám podají alespoň částečný přehled o tom, co zajímavého a významného se v české a slovenské fyzice nyní odehrává.

Za programový výbor,

Eduard Hulicius

TRADICE A PERSPEKTIVY KONFERENCÍ ČESKÝCH A SLOVENSKÝCH FYZIKŮ

Impulzem k pořádání pravidelných novodobých konferencí českých a slovenských fyziků byl vznik Evropské fyzikální společnosti (EPS) v roce 1968. Na celostátním aktivu fyziků 18. června 1968 v Praze byla v rámci Jednoty československých matematiků a fyziků ustavena Fyzikální vědecká sekce (FVS), která se zapojila do EPS jako zakládající kolektivní člen. Následně FVS JČMF uspořádala 1. konferenci čs. fyziků v Brně ve dnech 25. – 27. srpna 1969 za účasti 300 fyziků. 2. konferenci uspořádala FVS v Bratislavě 1. – 3. září 1971 ještě ve větším rozsahu díky atraktivnímu působení inovovaného Čs. časopisu pro fyziku. Odborná struktura prezentovaných orálních vystoupení byla vytvořena na základě vzniklých odborných skupin FVS. 3. konference proběhla 12. – 14. září 1973 v Olomouci za účasti 335 fyziků. 4. konference čs. fyziků se konala 18. – 22. srpna 1975 v Liberci s 312 účastníky. Byla orientována zejména k propagaci fyziky v širší veřejnosti. 5. konference byla uspořádána ve dnech 29. 8. – 1. 9. 1977 v Košicích se 407 účastníky a s 310 přednesenými referáty publikovanými v konferenčním sborníku. Rostoucí počet účastníků a zaslaných příspěvků vedl na 6. konferenci pořádané 27. – 31. 8. 1979 v Ostravě k zavedení posterových prezentací i zhodnocování skupin příspěvků v reportérských referátech. Dva díly konferenčního sborníku byly k dispozici už během konference, třetí díl byl vydán po konferenci. Rozsahem největší 7. konference se konala 24. – 28. srpna 1981 v Praze. Jejich 411 původních příspěvků bylo předem publikováno ve dvou dílech první části konferenčního sborníku, který účastníci konference obdrželi při registraci. Na konferenci bylo uspořádáno 11 sympozií, na kterých bylo předneseno 53 referátů k vybraným směrům v naší fyzice. V plenárních zasedáních bylo předneseno 10 souhrnných referátů k aktuálním tématům ve fyzice. Všechny byly publikovány ve druhé části sborníku vydaného po konferenci. Konference se celkem účastnilo 650 odborníků.

Po této konferenci byla jejich bienální periodicita narušena úspěšným uspořádáním 6. generální konference EFS v Praze 27. – 31. srpna 1984, které se účastnila elita evropské fyziky a značný počet domácích fyziků. 8. konference čs. fyziků byla uspořádána 26. – 30. srpna 1985 v Bratislavě a 9. ve dnech 6. – 10. července 1987 v Pardubicích. 10. konference byla již pořádána jako trienální 27. – 31. srpna 1990 v Brně. Další konference českých a slovenských fyziků se konaly následovně: 11. – Žilina 1993, 12. – Ostrava 1996, 13. – Zvolen 1999, 14. – Plzeň 2002, 15. – Košice 2005, 16. – Hradec Králové 2008, 17. – Žilina 2011, 18. – Olomouc 2014, 19. – Prešov 2017, 20. – Praha 2020, 21. – Bratislava 2023, 22. – Liberec 2026.

Jejími hlavními organizátory se postupně staly samostatná Slovenská fyzikálna spoločnosť a Česká fyzikální společnost JČMF. Hlavním záměrem těchto konferencí zůstává udržovat vzájemnou mezilidskou a mezinárodní komunikaci, podílet se na vytváření odborné terminologie v národních jazycích a povzbuzovat zájem široké veřejnosti a zejména mladé generace o nové poznatky ve fyzice a jejich možné aplikace.

Štefan Zajac

OBSAH

ZVANÉ PŘEDNÁŠKY 1

Altermagnetism - Tomáš Jungwirth 2

Nuclear clock using Thorium-229 trapped in a crystal - Tomáš Šikorský 3

Learning for physical interaction: from manipulating objects to designing protein interfaces - Josef Šivic 4

Spintronics in two dimensions: graphene and van der Waals heterostructures - Martin Gmitra ... 5

Silicon Photovoltaics: until now and beyond - Antonín Fejfar 6

Perovskites for Photovoltaics - Naďa Mrkývková 7

Využití fyziky v environmentálních nanotechnologiích - Miroslav Černík 8

Exploring Novel Materials via Synchrotron Radiation Soft X-ray Spectroscopy - Igor Píš 9

Holographic Endoscopy for Neuroscience Advancements - Tomáš Čižmár 10

Gravitační vlny: dekáda objevů po stoletém úsilí - Jiří Podolský 11

Stav, důvěryhodnost a perspektivy klimatologických modelů - Michal Belda 12

Přehled o studiu neutronových reakcí pro pokročilé jaderné technologie - Vladimír Wagner 13

Fyzikálne aspekty spúšťania 3. bloku jadrovej elektrárne Mochovce - Gabriel Farkas 14

Nová třída rotujících a nabitých černých děr v magnetickém poli - Hryhorii Ovcharenko 15

How to research physics without physics and why it helps with experimental tests of quantumness of gravity - Martin Plávala 16

Fosfolipidové mezofázy pre prenos liečiv - Daniela Uhríková 17

Detection of an Ultra-High-Energy Neutrino with the KM3NeT detector - Rastislav Dvornický 18

Multimodálny prístup pri štúdiu vzťahov medzi štruktúrou a vlastnosťami materiálov - Jozef Bednarčík 19

Zkoumání struktury hmoty na hadronových urychlovačích - Alexander Kupčo 20

PŘÍSPĚVKY 21

Využitie metód PBL a eduScrum pri praktickej výučbe experimentov merania fyzikálnych veličín -Gregor Starinský 22

Tvorba študijnej pomôcky a jej uplatnenie vo vzdelávaní – laboratórny modul pre meranie teploty -Jan Rybář 23

Tvorba študijnej pomôcky – demonstračná sada etalónov hmotnosti -Jan Rybář 24

Tvorba študijnej pomôcky – didaktický model systému metrologickej nadväznosti -Jan Rybář . 25

Tvorba študijnej pomôcky: Vzdelávacie metrologické pracovisko na kontrolu a kalibráciu očných tonometrov -Jan Rybář 26

Design and Development of Tools for IYPT Experiments -Sergej Iľkovič 27

Model pedagogického dizajnu interdisciplinárnych STEM projektov s podporou generatívnej AI vo fyzikálnom a prírodovednom vzdelávaní -Julia Šebejová 28

Fyzikálne vzdelávanie v STEM triedach na gymnáziu -Marián Kireš 29

Od virtuálneho pozorovania k experimentu: prepájanie fyzikálnych poznatkov vo vzdelávaní budúcich učiteľov fyziky -Mária Csatáryová 30

Rozvoj astronomickej gramotnosti prostredníctvom STEM a bádateľsky orientovaných aktivít v kontexte kurikulárnej reformy -Mária Csatáryová 31

Experimenty z jadrovej fyziky ako motivácia k štúdiu fyziky -Adela Kravčáková 32

Applications of Unitary and Analytic model -Erik Bartoš 33

Dynamické počiatočné podmienky v modelovaní relativistických jadrových zrážok -Zuzana Paulínyová 34

Hadron–strangeness correlations as a function of multiplicity in pp collisions with ALICE -Lucia Anna Tarasovičová 35

The International Particle Physics Outreach Group (IPPOG) - Fostering appreciation for fundamental research -Ivan Melo 36

Měření luminozity na Electron Ion Collider -Jaroslav Adam 37

Basic physics and Brownian motion considerations of the magnetic field effect on a charged particle in a viscous environment -Vladimír Lisý 38

Magnetic-field-induced response of a neutral bath with an embedded charged Brownian particle -Jana Tóthová 39

Partitioning of steroid drug budesonide into a lipid model of pulmonary surfactant: a physical approach -Mária Klacsová 40

Interaction of polymyxin B with a simplified model of pulmonary surfactant: effect of ionic strength -Marcela Chovancová 41

Vývoj a súčasný stav realizácie základných jednotiek sústavy SI -Patrik Balaskó 42

Úloha Medzinárodnej teplotnej stupnice ITS-90 v realizácii jednotky kelvin -Sohaibullah Zarghoon 43

Fyzikálne modelovanie teplotného poľa pri kontinuálnom liatí ocele z hľadiska metrologickej presnosti a mechanizmov prestupu tepla -Sohaibullah Zarghoon 44

Neistoty merania ako fundamentálny prvok fyzikálneho poznania -Adrián Hokina 45

Digitalizácia fyzikálnych meraní: vplyv na kvalitu, spoľahlivosť a neistotu výsledkov -Gregor Starinský 46

Metrologická nadväznosť pri meraní elektrických veličín -Tomáš Čamaj 47

Underexplored Spectral Regions: High-Order Raman Features Reveal Surface Molecule-metal Complex Formation -Ivan Kopal 48

Vplyv tunelovania na kvantový stav bariéry: model dvoj-časticového vlnového balíka -Roman Michelko 49

Optical radiometry of light-emitting materials: Determining quantum yield and power efficiency of luminophores -Jan Valenta 50

Nestlačiteľný Tonerov-Tuov model: Renormalizačno-grupová analýza režimu s potlačenými advekčnými účinkami -Dominik Husz 51

Effect of Metal Organic Framework (MOF) on Structural and Thermal Properties of Soft Matter -Sergej Iľkovič 52

Ordered GaN Nanostructures Fabricated Using Nanosphere Lithography -Ondra Smolík 53

Luminiscenční vlastnosti nových scintilačních struktur na bázi vícenásobných kvantových jam odvozených od heterostruktur InGaN/GaN -Andreas Wolf 54

Vliv masky na morfologii a optické vlastnosti InGaN/GaN mikrodrátů -Andreas Wolf 55

Molybdenum Carbide Based Superconducting Micro-strip Single-Photon Detectors -Pavol Neilinger 56

Nelineární permitivita jako citlivá sonda rozhraní kov–elektrolyt -Pavel Mokrý 57

Spectroscopic study of a solid–water interface - J. Pokorný 58

Synergistic effects of additives and growth kinetics on high-temperature REBCO-Ag bulks superconductors -Veronika Kuchárová 59

Rozvoje Taylorového typu s voľnými parametrami -Andrej Liptaj 60

Genuine multipartite entanglement: detection and activation -Olga Leskovjanová 61

Napínanie trolejového vedenia ako fyzikálny problém teplotnej rozťažnosti materiálov -Peter Onderčo 62

Mechanika kontaktu zberačov trolejbusu a trolejového vedenia -Jan Rybář 63

Radiačný monitoring životného prostredia s využitím Kalmanovej filtrácie -Jozef Leja 64

Jednopixelovou kamerovou k multidimenzionálnímu snímání -Lukáš Klein 65

Prediction of simulations results of chrome-nickel anticorrosion sheets forming in 3D space - Jozef Kmec 66

Magnetic Inductor Selection for a Class-E RF Power Amplifier -František Onderko 67

Physics in Crytur: From Single Crystals to Integrated Opto-electrical Solutions -Jan Kubát 68

Experimental investigation of high-energy surface discharges on rock -Jozef Kúdelčík 69

Elektrostatický coupling na rozhraní ferroelektrika a elektrolytu -Vojtěch Lindauer 70

Vizualizace latentních otisků prstů na nábojnicích pomocí netermálního plazmatu -Iveta Pršalová 71

PlasmaLab@CTU jako součást komplexního fúzního vzdělávání na FJFI ČVUT -Jana Brotánková 72

PARTNEŘI KONFERENCE 73

ZVANÉ PŘEDNÁŠKY

Altermagnetism

Tomáš Jungwirth[1, 2, 3]

[1]*Institute of Physics, Czech Academy of Sciences, Czech Republic*
[2]*School of Physics and Astronomy, University of Nottingham, United Kingdom*
[3]*Center for Science and Innovation in Spintronics, Tohoku University, Japan*

Mail: jungw@fzu.cz

The research landscape of magnetism has been recently enriched by the discovery of altermagnetism. It is an unconventional phase of matter characterized by an anisotropic d-wave (or higher even-parity-wave) collinear compensated spin ordering, which enables strongly spin-polarized currents in the absence of magnetization. In the first part of the talk we will delineate altermagnetism as an exclusively distinct symmetry class of magnets [1-3]. In the second part, we demonstrate on experiments in MnTe the imaging and control of the altermagnetic domain states [4], and the spin and momentum-resolved spectroscopic evidence of the altermagnetic order [5,6].

[1] L. Šmejkal, J. Sinova, T. Jungwirth, Phys. Rev. X **12**, 031042 (2022)

[2] L. Šmejkal, J. Sinova, T. Jungwirth, *Phys. Rev. X* **12**, 040501 (2022)

[3] T. Jungwirth et al., *Nature* **649**, 837 (2026)

[4] O. J. Amin, T. Jungwirth et al., *Nature* **636**, 348 (2024)

[5] J. Krempaský, T. Jungwirth et al., *Nature* **626**, 517 (2024)

[6] A. Dal Din, T. Jungwirth et al., arXiv:2511.01690

Nuclear clock using Thorium-229 trapped in a crystal

Tomáš Šikorský[1]

[1]*Dept. of Chemical Physics & Optics, Ke Karlovu 3, 121 16 Prague 2*

Mail: tomas.sikorsky@matfyz.cuni.cz

Atomic-precision physics is usually performed with isolated atoms in vacuum: ion traps, atomic beams, and optical lattices. In this lecture I will discuss an atomic defect that keeps its useful quantum properties in a solid-state host: a Thorium-229 ion substituting for Ca^{2+} in a CaF_2 crystal. I will show how the 148 nm nuclear transition in Thorium-229 turns the thorium atom into a nuclear clock, and I will follow the story from defect to detector. This includes the superionic fluoride transfer we developed to restore VUV transparency in radioactive Th-229:CaF_2. I will then discuss continuous-wave laser absorption spectroscopy on the nuclear transition, which produces an error signal at the resonance. The experiment also identified a second thorium doping site with a nearly vanishing electric field gradient, promising a nuclear transition much less sensitive to crystal-field broadening.

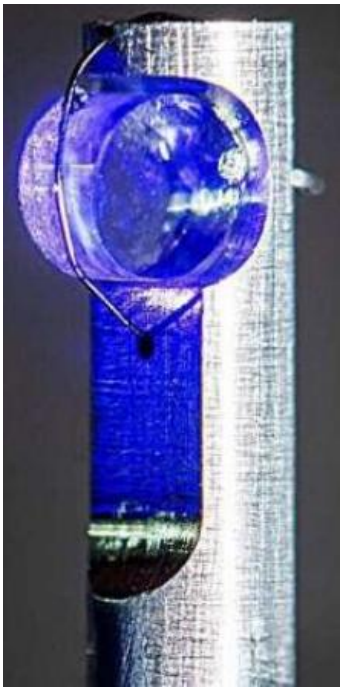


Fig: Thorium-229-doped crystal mounted on a cold finger.

Learning for physical interaction: from manipulating objects to designing protein interfaces

Josef Šivic[1]

[1]*Czech Institute of Robotics, Informatics and Cybernetics and ELLIS Unit Prague, Czech Technical University*

Mail: josef.sivic@cvut.cz

Large-scale neural networks have enabled major progress in several areas of artificial intelligence, including natural language processing and computer vision, demonstrating remarkable performance on complex tasks such as writing computer programs or creating images. These impressive results are powered by Internet-scale datasets, transformer-based neural architectures, self-supervised learning techniques, and supercomputer infrastructures.

However, the progress has been so far limited in areas that require interactions with physical environments where collecting large-scale datasets is challenging and slow. Examples include robotic manipulation, where data collection is limited by the speed of the robot, or designing protein-protein interactions, where data collection is limited by the speed of laboratory experiments. In this talk, I will show our recent progress in this area.

Spintronics in two dimensions: graphene and van der Waals heterostructures

Martin Gmitra[1,2]

[1]*Institute of Physics, Pavol Jozef Šafárik University in Košice, Slovakia*
[2]*Institute of Experimental Physics, Slovak Academy of Science, Košice, Slovakia*

Mail: martin.gmitra@upjs.sk

Stacking two-dimensional materials into van der Waals heterostructures has emerged as a versatile tool to custom-engineering their electronic properties. This talk will explore how these atomically thin stacks can be harnessed for next-generation spintronics, focusing on the powerful interplay of proximity-induced effects and charge-to-spin conversion. Specifically, we will examine how electron correlations dictate conversion efficiencies, how ferroelectricity can switch the chirality of spin textures, and discuss mechanism of self-induced spin-orbit torque. To uncover these phenomena, we employ a sophisticated theoretical framework — combining quantum-mechanical first-principles calculations with advanced transport theory — bridging fundamental atomic interactions with real-world device physics.

Silicon Photovoltaics: until now and beyond

Antonín Fejfar[1]

[1]*Institute of Physics, Czech Academy of Sciences,*
Cukrovarnická 10, 160 00 Praha 6

Mail: fejfar@fzu.cz

Silicon and photovoltaics (PV) are tightly bound together. Alternative materials and technologies succumbed to the economy of scale advantages reaped by silicon wafer-based PV once the mass production took off. As PV technology matured, it gave rise to a major industry, dominating new installations of electricity sources worldwide. The global installed photovoltaic (PV) capacity reached 1 TW in 2022 [1] and PV entered a terawatt scale. PV plays a pivotal role in the REPowerEU [2] program of the European Commission, aiming at decarbonization and reducing the dependence on energy imports. Within this context, we will review our involvement in the research of the silicon heterojunction cells with interdigitated back contacts [3] which have been developed for renewing photovoltaic production in Europe [4].

Yet PV still provides only ~3% of primary energy consumption globally [5]. Further development of silicon PV ran into Shockley-Queisser limit, thus the research focus shifted to tandem structures with hybrid perovskites (see the following contribution by N. Mrkývková).

The story of PV development is worth telling and it is useful to draw parallels with other technical inventions that started as meager undertakings and came to dominate our lives (e.g. the automotive industries).

[1] "World has installed 1TW of solar capacity," pv magazine International. Accessed: Mar. 30, 2022. [Online]. Available: https://www.pv-magazine.com/2022/03/15/humans-have-installed-1-terawatt-of-solar-capacity/

[2] *Solar Energy Strategy*. 2022. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A221%3AFIN&qid=1653034500503

[3] K. Yoshikawa *et al.*, "Silicon heterojunction solar cell with interdigitated back contacts for a photoconversion efficiency over 26%," *Nat Energy*, vol. 2, no. 5, p. 17032, Mar. 2017, doi: 10.1038/nenergy.2017.32.

[4] "PILATUS | Rebuilding made-in-Europe Photovoltaic production," https://pilatus-project.eu/

[5] "Share of primary energy consumption from solar," Our World in Data. https://ourworldindata.org/grapher/solar-share-energy

Perovskites for Photovoltaics

Naďa Mrkývková[1, 2]

[1]*CEMEA, Slovak Academy of Sciences, Dúbravská cesta 9, 841 04 Bratislava*
[2]*Institute of Physics, Slovak Academy of Sciences, Dúbravská cesta 9, 841 04 Bratislava*

Mail: nada.mrkyvkova@savba.sk

Perovskites are becoming a major player in solar energy and light-based technologies. Their ability to convert light into electricity is continually improving, even reaching efficiencies comparable to those of established, high-performance materials such as single-crystalline silicon. However, further improving the efficiency and stability of perovskite-based devices requires reducing non-radiative charge carrier recombination caused by defects. A deeper understanding of the formation of thin perovskite films and the associated process control is a prerequisite for effectively reducing the number of defects.

In this talk, we will discuss techniques used to study the structural and optoelectronic properties of perovskites during their formation, including in situ photoluminescence spectroscopy and small- and wide-angle X-ray scattering. The growth kinetics of perovskite films during vacuum deposition, as well as for wet-phase growth, will be described. The obtained results reveal the growth of perovskite layers from the initial stages and the evolution of morphology, crystallographic structure, and defect density.

Využití fyziky v environmentálních nanotechnologiích

Miroslav Černík [1]

[1]*Technická univerzita v Liberci,*
Ústav pro nanomateriály, pokročilé technologie a inovace CXI

Mail: miroslav.cernik@tul.cz

Nanotechnologie a nanomateriály jsou velmi moderní nástroje pro řešení celé řady úkolů současné vědy a techniky. Jejich použití však vyžaduje znalosti z běžných vědeckých oborů, jako jsou fyzika, chemie a biologie. Nanomateriály se vyznačují tím, že zákony, které jsou známé z makrosvěta, neplatí, respektive že malá velikost částic, jejich velký měrný povrch, povrchová reaktivita, elektromagnetické vlastnosti apod. způsobují, že se tyto zákony projevují jinak, než jsme zvyklí [1]. Z pohledu fyziky se při výzkumu a aplikaci nanomateriálů v oblasti životního prostředí (čištění vod, ovzduší, eutrofizace apod.) setkáváme s mnoha jevy. Je to například povrchová fyzika při studiu adsorpčních jevů či při ovlivňování povrchových vlastností nanomateriálů. Základem přípravy nanomateriálů v roztoku je koloidní fyzika, kde nás zajímá stabilita a transport nanočástic ve vodě i v horninovém prostředí. Dalšími oblastmi jsou elektromagnetické jevy (interakce nanočástic s ionty a povrchy, magnetické vlastnosti, které buďto způsobují koagulaci, nebo se naopak dají využít pro separaci nanočástic z vod), optika, kde jde především o fotokatalytické jevy, či tepelně-mechanické procesy (transport látek).

Jako příklad nanomateriálů v environmentální praxi uvedeme nanočástice Fe a jeho oxidů [2], nanočástice oxidů titanu a zinku [3], nanočásticové sorbenty, nanomateriály na bázi uhlíku [4] a nanokompozitní membrány [5].

[1] P. Rodgers, *Nanoscience and Technology.* World Scientific, U.K., 2010.

[2] A. Venkateshaiah, et. al., *Environmental Science – water research & technology.* 8(1), 162-172 (2021)

[3] S. Narath, et. al., *Nanomaterials* 11(6), 1558, (2021)

[4] M. Khaleghiabbasadi et. al., *Envi. Tech. & Innovation.*, 105061, (2026)

[5] O. Havelka et. al., *Envi. Sci. Nano*, 10(9), 2359, (2023)

Exploring Novel Materials via Synchrotron Radiation Soft X-ray Spectroscopy

Igor Píš[1, 2]

[1]*Institute of Electrical Engineering, Slovak Academy of Sciences, Dúbravská cesta 9, 841 04 Bratislava, Slovakia*
[2]*Polymer Institute, Slovak Academy of Sciences, Dúbravská cesta 9, 845 41 Bratislava, Slovakia*

Mail: igor.pis@savba.sk

Synchrotron-based high-resolution X-ray photoelectron spectroscopy (SR-PES) with tunable photon energies, combined with X-ray absorption spectroscopy (XAS), provides a unique approach for investigating the interplay between the electronic, structural, magnetic, and functional properties of novel and emerging solid-state materials. These include self-assembled overlayers on metal and thin oxide surfaces, single-layer and layered materials, two-dimensional (2D) heterostructures, oxide thin films and interfaces, strongly correlated electron systems, superconductors, and novel magnetic materials. This experimental approach enables electronic characterization with elemental sensitivity at the atomic-orbital level, providing valuable insights into the fundamental properties of these systems and supporting the design and optimization of advanced materials for future technological applications.

The capabilities of these advanced spectroscopic techniques, available at the BACH beamline of the Elettra Synchrotron in Trieste, Italy, will be demonstrated through studies of low-dimensional materials, including graphene and hexagonal boron nitride heterostructures, ultrathin transition-metal dichalcogenides, two-dimensional metal iodides, and surface-assisted synthesis of two-dimensional covalent organic frameworks. These materials include well-established systems with promising applications in electronics, optoelectronics, and catalysis, as well as emerging materials whose fundamental properties are still largely unexplored.

Holographic Endoscopy for Neuroscience Advancements

Tomáš Čižmár[1,2,3*], Hana Uhlířová[1], André Gomes[2],
Miroslav Stibůrek[1,2], Tomáš Pikálek[1], Francesco Bello[2]

[1]*Institute of Scientific Instruments of the Czech Academy of Sciences, 612 00 Brno, CR*
[2]*Leibniz Institute of Photonic Technology, Albert-Einstein-Straße 9, 07745 Jena, Germany*
[3]*Institute of Applied Optics, Friedrich Schiller University Jena, Fröbelstieg 1, 07743 Jena, Germany*

Mail: cizmartomas@ipht-jena.de

Light-based *in-vivo* brain imaging relies on the transportation of light through highly scattering tissues over long distances. As scattering gradually reduces imaging contrast and resolution, it becomes challenging to visualize structures at greater depths, even when using multiphoton techniques. To overcome this limitation, minimally invasive endo-microscopy techniques have been developed that typically use graded-index rod lenses. However, a recently proposed alternative involves the exploitation of holographic control of light transport through multimode optical fibres [1], which promises superior imaging performance with less traumatic application [2]. Following the review of the fundamental and technological bases, the talk will introduce a 110 µm thin laser-scanning endo-microscope, which enables volumetric imaging of the entire depth of the mouse brain *in vivo* [3]. The system is equipped with multi-wavelength detection and three-dimensional random-access options, and it has a lateral resolution of less than 1 µm. Various modes of its application will be presented including the observations of fluorescently labelled neurons, their processes, and blood vessels. Finally, the use of the instrument for monitoring calcium signalling and measurements of blood flow in individual vessels at high speeds will be discussed.

[1] T. Čižmár, and K. Dholakia. "Exploiting multimode waveguides for pure fibre-based imaging." Nature communications 3.1 (2012): 1027.
[2] S. Turtaev, et al., High-fidelity multimode fibre-based endoscopy for deep brain in vivo imaging. Light-Science & Applications **7**, 92 (2018).
[3] M. Stibůrek, et al., 110 µm thin endo-microscope for deep-brain in-vivo observations of neuronal connectivity, activity and blood flow dynamics. Nature Communications 14, 1897 (2023).

Gravitační vlny: dekáda objevů po stoletém úsilí

Jiří Podolský [1]

[1]*Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta, Ústav teoretické fyziky*

Mail: Jiri.Podolsky@mff.cuni.cz

Shrneme stoletou historii pokusů o detekci gravitačních vln, popíšeme první prokázanou detekci GW150914 ze 14. září 2015, připomeneme pozorování více než tří stovek vln, jež byly zaznamenány od té doby [1], a představíme projekty detektorů, které se nyní realizují a do nichž jsou zapojena fyzikální pracoviště z České republiky [2]. Na závěr zmíníme i naše původní vědecké výsledky týkající se černých děr a gravitačního záření v rámci přesné (nelinearizované) Einsteinovy obecné relativity [3-5].

Gravitační vlny předpověděl (ryze teoreticky) Einstein záhy po dobudování své obecné relativity. V článcích z roku 1916 a 1918 odvodil jejich základní vlastnosti, zejména rychlost šíření shodnou s rychlostí světla. Pak se upřesnily další jejich charakteristiky (příčnost, dvojí polarizace, extrémní slabost amplitud generovaných běžnými zdroji, atd.).

První pokusy o stavbu mechanických detektorů gravitačních vln začaly v 60. letech, ale uspěly až laserové interferometry LIGO a Virgo kilometrových rozměrů dobudované po roce 2000 v USA a Evropě. Většina jimi detekovaných signálů představuje vlny generované srážkou dvou černých děr. Unikátní byl signál GW170817 pozorovaný současně s gama zábleskem, jenž umožnil sledovat detaily tzv. kilonovy zářící radioaktivními rozpady těžkých prvků vzniklých při srážce neutronových hvězd.

Nyní je v Evropě v plném proudu stavba detektoru LISA o velikosti 2,5 milionů kilometrů v kosmu [2], a pokročily přípravné práce na projektu desetikilometrového detektoru Einstein Telescope, jenž bude umístěn v podzemí. Na obou projektech čeští vědci a technici aktivně participují. Tyto přístroje po roce 2035 rozšíří naše možnosti studia vesmíru.

[1] J. Podolský, Gravitační vlny. In: *Albert Einstein, Teorie relativity*, VUTIUM, Brno, 2022, pp. 84-131

[2] K. G. Arun et al., *Living Reviews in Relativity* 25, 4 (2022)

[3] J. Podolský, A.Vrátný, *Phys. Rev. D* **107**, 084034 (2023)

[4] H. Ovcharenko, J. Podolský, M. Astorino, *Phys. Rev. D* **111**, 024038 and 084016 (2025)

[5] J. Podolský, H. Ovcharenko, *Phys. Rev. Lett.* **135**, 181401 (2025)

Stav, důvěryhodnost a perspektivy klimatologických modelů

Michal Belda[1]

[1]*Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta, Katedra fyziky atmosféry*

Mail: michal.belda@matfyz.cuni.cz

Klimatické modely ve formě komplexních systémů založených na technice výpočetní dynamiky tekutin (Computational Fluid Dynamics, CFD) představují v dnešní době základní nástroje pro výzkum klimatu Země a jeho minulých i potenciálních změn v budoucnu. Široká škála těchto modelů je dnes využívána pro různé aplikace od zkoumání změn globálního klimatu (Earth System Models), přes regionální projevy těchto změn (Regional Climate Models) až po mikroměřítkové studie, např. mikroklimatu městského prostředí. Jejich použití není ovšem omezeno pouze na čistě klimatologické studie, ale mohou také sloužit jako vstupy pro další modely, typicky zkoumající dopady klimatických změn, např. na zdraví, zemědělství, průmysl, atd. Protože výstupy klimatických modelů slouží mimo jiné jako podklady pro politicko-ekonomické rozhodování, je také velmi důležité řešit otázku jejich důvěryhodnosti a nejistot, kterými jsou jejich předpovědi zatížené.

Tento příspěvek představí aktuální stav vývoje a možnosti klimatických modelů včetně omezení a zdrojů nejistot, typické aplikace jednotlivých typů modelů včetně nejmodernějších „convection-permitting“ simulací, nebo simulací velkých vírů (Large-Eddy Simulation) ve výzkumu městského mikroklimatu. Dále příspěvek ukáže roli numerických modelů pro tzv. klimatické služby jakožto doplňku k národním meteorologických službám, poskytující podklady např. pro adaptační a mitigační opatření, vyhodnocení rizik dopadů klimatických změn nebo podporu územního plánování. Z hlediska perspektiv budoucího vývoje ukážeme také v současnosti hojně zkoumané možnosti dané vývojem technik umělé inteligence/strojového učení (AI/ML), digitálních dvojčat nebo využití víceúrovňového modelovacího řetězce pro hodnocení dopadů změny klimatu.

Přehled o studiu neutronových reakcí pro pokročilé jaderné technologie

Vladimír Wagner[1]

[1]*Ústav jaderné fyziky AV ČR*

Mail: wagner@ujf.cas.cz

Obrovský zájem o budoucí rozvoj jaderné energetiky v podobě pokročilých štěpných jaderných technologií a fúzních zařízení zvyšuje potřebu studií reakcí neutronů s různými materiály. Ve štěpných reaktorech čtvrté generace, urychlovačem řízených transmutačních systémech i ve fúzních reaktorech se produkují vysoké intenzity neutronů s relativně vysokými energiemi. Zatímco účinné průřezy tepelných neutronů z klasických reaktorů jsou poměrně dobře známy, v oblasti vyšších energií v rozsahu jednotek až desítek MeV existuje celá řada bílých míst. Pro jejich zaplnění jsou potřeba efektivní zdroje neutronů v široké oblasti energií.

U nabitých částic, které lze urychlovat v urychlovačích, není problém získat přesně definovanou energii. Jiná situace je u neutronů, které nemají elektrický náboj, v elektrickém poli je nelze urychlit. Zde je získání přesně definované energie problémem. Řešit jej lze dvěma způsoby. Můžeme mít zdroj neutronů se spojitým spektrem a určit energii daného neutronu pomocí doby letu. Lze tak využívat jaderný reaktor s nemoderovanými neutrony, některé reakce urychlených protonů, deuteronů nebo alfa částic, případně tříštivý zdroj neutronů. Druhou možností jsou monoenergetické nebo kvazimonoenergetické zdroje využívající specifické reakce nabitých částic. Jde třeba o známý zdroj neutronů využívající fúzi deuteria a tritia s energií 14,6 MeV. Další možností je využití urychlených protonů dopadajících na lithiový nebo beryliový terč.

Při využití zdrojů s energií určenou pomocí doby letu je třeba realizovat online měření, u monoenergetických zdrojů je možné využít i aktivační metodu. Získaná experimentální data se sbírají do databází a využívají se pro vývoj teoretických modelů struktury jader a reakcí. Pomocí nich je možné získávat knihovny evaluovaných účinných průřezů i u reakcí neutronů s jádry a pro energie, které nejsou experimentálně pokryty.

Přednáška se pokusí o přehled dané problematiky v celosvětovém kontextu. Zaměří se však hlavně na příspěvek českých vědeckých týmů. V Česku jsou neutronové zdroje soustředěny v areálu řežských institucí. České výzkumné skupiny však využívají i zahraniční neutronové zdroje.

Fyzikálne aspekty spúšťania 3. bloku jadrovej elektrárne Mochovce

Gabriel Farkas [1]

[1]*Slovenská technická univerzita v Bratislave, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Ústav jadrového a fyzikálneho inžinierstva*

Mail: gabriel.farkas@stuba.sk

Príspevok je venovaný problematike fyzikálneho spúšťania jadrových reaktorov typu VVER-440. Predkladá teoretické východiská a experimentálne postupy prvého aj opakovaného dosahovania kritického stavu reaktora pri dodržaní požiadaviek jadrovej bezpečnosti. Pozornosť je venovaná vybraným testom fyzikálneho spúšťania, ako je meranie teplotného koeficienta reaktivity či určovanie váhy (účinnosti) 6. regulačnej skupiny kaziet HRK. Prezentované metodiky a výsledky sa opierajú o reálne skúsenosti získané pri dosahovaní prvého kritického stavu na 3. bloku JE Mochovce a pri opakovaných spúšťaniach po výmene paliva na 1. a 2. bloku JE Mochovce.

VÍTĚZ CENY MILANA ODEHNALA

Nová třída rotujících a nabitých černých děr v magnetickém poli

Hryhorii Ovcharenko[1]

[1]*Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta, Ústav teoretické fyziky*

Mail: hryhorii.ovcharenko@matfyz.cuni.cz

V této přednášce představíme novou třídu nabitých a rotujících černých děr v externím elektromagnetickém poli [1]. Protože realistické černé díry se v astrofyzikálním prostředí zpravidla nacházejí v magnetických polích vytvářených okolní látkou, akrečními disky nebo jinými zdroji, naše řešení Einsteinových a Maxwellových rovnic představuje vhodný model pro popis těchto objektů a může být užitečné při interpretaci budoucích astrofyzikálních pozorování.

V úvodu přednášky stručně představíme fyzikální motivaci této práce a vysvětlíme hlavní obtíže, kterým jsme čelili při hledání přesných řešení Einsteinových-Maxwellových rovnic. Ukážeme, proč jsou podobná řešení z matematického hlediska mimořádně obtížná a jaké metody byly použity k jejich nalezení. Následně popíšeme samotnou konstrukci nového řešení a podrobně rozebereme jeho hlavní fyzikální vlastnosti. Zaměříme se zejména na strukturu elektromagnetického pole, které je tvořeno superpozicí externího magnetického pole a pole generovaného elektrickým nábojem samotné černé díry. Dále představíme významné speciální případy řešení a budeme diskutovat jeho algebraické vlastnosti i geometrickou strukturu časoprostoru.

Ve druhé části přednášky se zaměříme na zvláštní případ, který vzbudil největší pozornost, totiž Kerrovu černou díru v externím magnetickém poli, označovanou jako Kerr-BR prostoročas [2]. Probereme strukturu horizontů, kauzální vlastnosti, asymptotické chování i termodynamické charakteristiky tohoto řešení. Ukážeme rovněž souvislosti s již známými řešeními obecné teorie relativity a vysvětlíme, jak do nich nový prostoročas zapadá. Na závěr představíme současné i budoucí aplikace tohoto řešení při modelování astrofyzikálních procesů v okolí kompaktních objektů, zejména při studiu pohybu částic [3,4], interakce černých děr s magnetickými poli a mechanismů přenosu energie v extrémních gravitačních podmínkách.

[1] H. Ovcharenko, J. Podolský, New class of rotating charged black holes with nonaligned electromagnetic field, Phys. Rev. D **112** 6, 064076 (2025).

[2] J. Podolský, H. Ovcharenko. Kerr Black Hole in a Uniform Bertotti-Robinson Magnetic Field: An Exact Solution, Phys. Rev. Lett. **135** 18, 181401 (2025).

[3] Y.-K. Zhang, S.-W. Wei, Effects of magnetic fields on spinning test particles orbiting Kerr-Bertotti-Robinson black holes, Phys. Rev. D **113**, 104024 (2026).

[4] X. Wang, Y. Hou, X. Wan, M. Guo, B. Chen, Geodesics and shadows in the Kerr-Bertotti-Robinson black hole spacetime, J. Cosmol. Astropart. Phys. **02,** 050 (2026).

VÍTĚZ „SÚŤAŽE VEDECKÝCH PRÁC MLADÝCH FYZIKOV 2026“

How to research physics without physics and why it helps with experimental tests of quantumness of gravity

Martin Plávala[1]

[1]*Institut für Theoretische Physik, Leibniz Universität Hannover*

Mail: martin.plavala@itp.uni-hannover.de

Operational methods are often used in quantum information to research the quantum-classical transition and investigate various notions of quantum advantage over classical algorithms. These methods were recently extended to continuous-variable systems, enabling us to describe physical systems without explicitly specifying the underlying physical theory - we can thus research physics without physics. The foremost applications of these methods are the recently proposed experiments to test quantum properties of gravity based on experiments coming from quantum information. In this talk I will introduce the main ideas of continuous-variable operational theories, and review the recent applications to gravity, with a focus on upcoming experiments that aim to test whether gravity needs to be quantized or not.

Fosfolipidové mezofázy pre prenos liečiv

Daniela Uhríková[1]

[1]*Univerzita Komenského v Bratislave, Farmaceutická fakulta, Odbojárov 10, 832 32 Bratislava*

Mail: uhrikova@fpharm.uniba.sk

Amfifilné molekuly fosfolipidov vo vode spontánne agregujú do usporiadaných tekutokryštalických mezofáz rozmanitej štruktúry vykazujúcich lyotrópny a termotrópny polymorfizmus. Z hľadiska symetrie rozoznávame jednorozmerné lamelárne fázy známe ako multilamelárne lipozómy v nadbytku vody, dvojrozmerné hexagonálne fázy (hexozómy) a trojrozmerné kubické fázy (kubozómy). Jedinečná architektúra, termodynamická stabilita a polárna/nepolárna dualita s možnosťou cielenej modulácie štruktúrnych parametrov, geometrie fáz a ich stability sú predmetom intenzívneho štúdia pre špecifické aplikácie v rôznych oblastiach nanomedicíny. V spojitosti s aktuálnymi problémami súčasnej medicíny budú v prednáške diskutované štruktúrne aspekty a termodynamické charakteristiky lipidových nosičov i) pre prenos antivirálnych liečiv cielených na inhibíciu životne dôležitých proteínov SARS-CoV-2 vírusu; ii) význam prechodov lamelárna/nelamelárna fáza v systéme tenzid-fosfolipid pre prenos a internalizáciu nukleových kyselín v génovej terapii; iii) využitie proteínovo-lipidovej zmesi exogénneho pľúcneho surfaktantu, klinicky používaného liečiva Curosurf®, pri kombinovanej terapii pľúcnych ochorení. Štruktúra a polymorfné správanie lipidových mezofáz boli vyšetrované technikami synchrotrónového rtg žiarenia (SAXS/WAXS), malouhlovým rozptylom neutrónov (SANS) a difrakciou na tzv. orientovaných lipidových dvojvrstvách (SAND). Termodynamické charakteristiky boli študované meraním povrchového náboja (zeta potenciál) a diferenciálnou skenovacou kalorimetriou (DSC). Biofyzikálne charakteristiky lipidových nosičov budú diskutované v kontexte ich aplikácii v *in vitro* experimentoch na bunkách a zvieracom modeli (*in vivo*).

SAXS/WAXS experimenty boli vykonané na meracom lúči NCD BL-11 SWEET, Alba synchrotron, Barcelona. SANS merania sme realizovali na spektrometri PAXY, LLB CEA Saclay. SAND merania sa uskutočnili na spektrometri D16 v ILL Grenoble (DOI 10.5291/ILL-DATA.8-02-1057). Experimenty boli podporené projektami VEGA 1/0305/24 a APVV-21-0108.

Detection of an Ultra-High-Energy Neutrino with the KM3NeT detector

Rastislav Dvornický[1]

[1]*Comenius University in Bratislava, Faculty of Mathematics, Physics, and Informatics, Department of Nuclear Physics and Biophysics*

Mail: Rastislav.Dvornicky@fmph.uniba.sk

The KM3NeT collaboration recently reported the observation of the most energetic neutrino ever recorded. The neutrino event KM3-230213A, registered on February 13, 2023 by the KM3NeT/ARCA detector, has an estimated energy of 220 PeV and represents a nearby horizontal track signature compatible with a high-energy muon having an estimated energy of 120 PeV.

This contribution will present the basic principles of water-Cherenkov neutrino detectors that are key instruments in the field of multi-messenger astronomy. KM3NeT consists of two physically distinct neutrino detectors that are already taking data while being constructed in the Mediterranean Sea. The KM3NeT/ARCA detector, located off the coast of Sicily, Italy, is designed for high-energy neutrino detection, with a planned final instrumented volume of about one cubic kilometer. KM3NeT/ORCA, located offshore of Toulon, France, is optimised for the detection of lower neutrino energies, aimed at atmospheric neutrino oscillation studies.

The KM3-230213A event extends previous neutrino observations to an unknown energy level and provides a unique opportunity to explore the most energetic particle accelerators in the universe. Identifying the sources of these particles is the main aim of neutrino astronomy. This contribution will provide current interpretations of the KM3-230213A neutrino origin with emphasis on discussions of various source scenarios, including galactic accelerators, active galactic nuclei, transient sources, and cosmogenic neutrinos.

Multimodálny prístup pri štúdiu vzťahov medzi štruktúrou a vlastnosťami materiálov

Jozef Bednarčík[1, 2]

[1]*Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta, Univerzita P.J. Šafárika v Košiciach, Park Angelinum 9, 041 54 Košice*
[2]*Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied v.v.i., Watsonova 47, 040 01 Košice*

Mail: jozef.bednarcik@upjs.sk

Hľadanie prepojenia medzi mikroskopickou štruktúrou a makroskopickými vlastnosťami materiálov predstavuje jednu z hlavných výziev materiálového výskumu. Rozptyl röntgenového (RTG) žiarenia a RTG spektroskopia patria medzi nepostrádateľné nástroje pri riešení tejto úlohy, pretože poskytujú nedeštruktívne sondovanie s vysokou prenikavosťou, schopné odhaľovať štruktúrne charakteristiky od atómovej škály až po mezoškálu. Nástup synchrotrónových zdrojov žiarenia zásadne zmenil možnosti v tejto oblasti tým, že poskytol fotónové zväzky s vysokou energiou a intenzitou, potrebné na realizáciu pokročilých *in situ* a *operando* experimentov. Na rozdiel od laboratórnych prístrojov umožňujú metodiky využívajúce synchrotrónové žiarenie sledovať vývoj materiálu v reálnom čase počas pôsobenia vonkajších podnetov, ako sú teplotné cykly, vysoký tlak alebo mechanická deformácia.

Jednou z kľúčových predností moderných synchrotrónov je ich prirodzená multimodalita. Integráciou rôznych experimentálnych techník, ako sú malo-uhlový a široko-uhlový rozptyl röntgenového žiarenia (SAXS/WAXS), RTG absorpčná spektroskopia (XAS) a RTG absorpčná tomografia, môžu výskumníci získať komplexný pohľad na odozvu materiálu. Tento multimodálny prístup umožňuje pozorovať štruktúrnu dynamiku v širokom rozsahu priestorových a časových mierok a poskytuje tak zásadné poznatky potrebné na návrh novej generácie materiálov s vylepšenými vlastnosťami.

V prednáške budú predstavené komplementárne laboratórne RTG metódy (XRD, SAXS/WAXS a XAS), ktoré boli nedávno implementované v rámci novozriadeného laboratória MASS-PRAM na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach. Okrem poskytovania štandardných meraní je zameraním tohto laboratória aj prepojenie synchrotrónových a laboratórnych experimentálnych prístupov kombináciou viacerých metodík, čo vytvára predpoklady pre systematickejší a dostupnejší spôsob skúmania vzťahov medzi štruktúrou a vlastnosťami pokročilých a funkčných materiálov. Spojením možností synchrotrónových a laboratórnych zariadení tento prístup demonštruje silnú synergiu multimodálnych RTG techník pri riešení komplexných štruktúrnych otázok súčasnej materiálovej vedy.

Poďakovanie
Táto práca bola financovaná z programu EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti Slovenskej republiky v rámci projektu č. 09I03-03-V03-00034.

Zkoumání struktury hmoty na hadronových urychlovačích

Alexander Kupčo[1]

[1]*Fyzikální ústav AV ČR, Česká republika*

Mail: akupco@fzu.cz

Otázka, z čeho se skládá hmota a jaké síly určují její strukturu, patří k základním tématům moderní fyziky. Přednáška nabídne stručný historický přehled experimentů, které postupně odhalovaly vnitřní stavbu atomů, jader a protonů. Začneme Rutherfordovým rozptylovým experimentem, který vedl k objevu atomového jádra, připomeneme měření poloměru protonu Robertem Hofstadterem a první experimenty hluboce nepružného rozptylu elektronů na protonu ve SLAC, jež přinesly důkazy o kvarkové struktuře protonu.

Hlavní část přednášky se zaměří na jetovou fyziku na hadronových urychlovačích, zejména na Tevatronu a LHC. Jety, tedy úzké spršky částic vznikající z kvarků a gluonů, jsou důležitým nástrojem pro studium sil mezi elementárními částicemi i struktury protonu na velmi malých vzdálenostech. Ukážeme, jak se pomocí měření jetů porovnávají experimentální data s teoretickými předpověďmi a jak lze testovat naše porozumění silné interakci.

Zvláštní pozornost bude věnována tomu, že současná data velmi dobře souhlasí s teorií a neukazují žádné známky vnitřní struktury kvarků. Z měření vyplývá, že kvarky se chovají jako bodové objekty přinejmenším do vzdáleností řádu 10^{-19} m. Přednáška tak propojí historický vývoj s dnešními experimenty a ukáže, jak zkoumáme hmotu na nejmenších dosažitelných škálách.

PŘÍSPĚVKY

Číslo abstraktu: **165**

Využitie metód PBL a eduScrum pri praktickej výučbe experimentov merania fyzikálnych veličín

Gregor Starinský[1], Martin Halaj[1], Jana Gabková[1]

[1]*Strojnícka fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave*

Mail: gregor.starinsky@stuba.sk

Príspevok sa zaoberá aplikáciou vybraných aktivizujúcich metód výučby, predovšetkým problémovo orientovaného vyučovania (angl. Problem-Based Learning, PBL) a metodiky eduScrum, v experimentálnej časti výučby predmetu Meranie technických veličín na Strojníckej fakulte Slovenskej technickej univerzity v Bratislave. V rámci predmetu študenti merajú vybrané fyzikálne veličiny a súčasne si osvojujú univerzálne princípy získavania a spracovania experimentálnych údajov.

Navrhnutá organizácia výučby kombinuje princípy PBL, založené na riešení autentických technických problémov, s prvkami eduScrum, ktoré poskytujú jasnú štruktúru práce, rozdelenie úloh v tíme, priebežnú spätnú väzbu a reflexiu dosiahnutých výsledkov. Skúsenosti z implementácie ukazujú vyššiu mieru zapojenia študentov, lepšie pochopenie súvislostí medzi teóriou a experimentom a rozvoj zodpovednosti za kvalitu vlastnej práce.

Výučba je organizovaná formou tímových projektov, v ktorých študenti postupne riešia kompletný merací problém. Proces je rozdelený do viacerých tzv. šprintov, zodpovedajúcich jednotlivým etapám merania. Patrí sem analýza meracieho problému, návrh teoretického modelu, návrh realizácie merania, vykonanie experimentu, vyhodnotenie výsledkov vrátane stanovenia neistoty merania, analýza výsledkov a ich prezentácia. Študentské tímy samostatne navrhujú postup merania, vyberajú vhodné meradlá, identifikujú ovplyvňujúce veličiny a s nimi súvisiace zdroje neistôt a obhajujú svoje riešenia počas pravidelných prezentácií a diskusií. Dôraz sa pritom kladie na metrologickú kvalitu výsledku, nie na dosiahnutie zhodných výsledkov merania.

Navrhnutý koncept reaguje na potrebu rozvoja odborných aj všeobecných kompetencií študentov, najmä schopnosti riešiť technické problémy, pracovať v tíme, kriticky vyhodnocovať získané údaje a prezentovať výsledky. Hoci bol primárne vytvorený pre predmet Meranie technických veličín vo vyšších ročníkoch technického vzdelávania, jeho princípy sú plne prenositeľné do základných predmetov, konkrétne na cvičenia predmetu Fyzika I. Takýto postup už v úvodnej časti štúdia vhodne podporuje rozvoj experimentálnych, analytických a tímových kompetencií študentov. Vytvorená metodika preto predstavuje univerzálny rámec na modernizáciu laboratórnej výučby v technických a prírodovedných disciplínach.

Príspevok vznikol s podporou grantov: "KEGA číslo 025STU-4/2024" a "CAC-01-26".

Číslo abstraktu: **184**

Tvorba študijnej pomôcky a jej uplatnenie vo vzdelávaní – laboratórny modul pre meranie teploty

Jan Rybář[1]

[1]*Strojnícka fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave*

Mail: jan.rybar@stuba.sk

Príspevok sa venuje návrhu, realizácii a overeniu laboratórneho modulu určeného na meranie teploty vo výučbe predmetu Všeobecná metrológia (kód predmetu: 220352_BDP). Cieľom bolo vytvoriť cenovo dostupnú a didakticky vhodnú študijnú pomôcku, ktorá umožní vysokoškolským študentom prakticky sa oboznámiť s princípmi merania teploty, spracovaním nameraných údajov a interpretáciou experimentálnych výsledkov. Laboratórny modul podporuje bádateľsky orientovanú výučbu, rozvíja experimentálne zručnosti a umožňuje prepájanie teoretických poznatkov s experimentálnou realizáciou meraní.

Predmetom príspevku je opis konštrukcie laboratórneho modulu, použitých hardvérových a softvérových riešení, ako aj možností jeho implementácie do výučby metrológie a fyziky na vysokých školách. Súčasťou riešenia sú laboratórne úlohy zamerané na meranie teplotných zmien, kalibráciu snímačov a vyhodnocovanie závislosti teploty od času. Pozornosť je venovaná aj didaktickým aspektom využitia modulu a jeho uplatneniu vo výučbovom procese.

Pedagogické overenie realizované v podmienkach Strojníckej fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave potvrdilo využiteľnosť navrhnutého laboratórneho modulu vo vysokoškolskom vzdelávaní. Navrhnuté riešenie je flexibilné a jednoducho rozšíriteľné o ďalšie snímače a experimentálne úlohy, čím vytvára predpoklady na jeho využitie pri realizácii ďalších laboratórnych cvičení z metrológie a príbuzných technických disciplín.

Poďakovanie: Autor ďakuje Strojníckej fakulte STU v Bratislave a projektu CAC-01-26 za podporu a spoluprácu pri tvorbe tejto študijnej pomôcky, ako aj študentom, ktorí ju využívajú vo výučbe.

Študijná/Odporúčaná literatúra:

ĎURIŠ, S.; PALENČÁR, R.; KNOROVÁ, R. Metrológia teploty. Bratislava: Nakladateľstvo STU, 2013. 165 s. ISBN 978-80-227-4019-7.

KELEMENOVÁ, T.; DOVICA, M. Kalibrácia meradiel. 1. vyd. Košice: TU v Košiciach. Edícia vedeckej a odbornej literatúry, 2016. 232 s. ISBN 978-80-553-3069-3.

CHUDÝ, V.; PALENČÁR, R.; KUREKOVÁ, E.; HALAJ, M. Meranie technických veličín. Vydavateľstvo Bratislava: STU, 1999. 688 s. ISBN 80-227-1275-2.

PALENČÁR, R. Guide to the Expressioin of Uncertainty in Measurement. (GUM). BIPM/IEC/ISO/OIML, Ženeva 1995. Online. 1995. Dostupné z: http://www.bipm.org/en/publications/guides/.

PALENČÁR, R.; KUREKOVÁ, E.; HALAJ, M. Meranie a metrológia pre manažérov. Bratislava: STU v Bratislave, 2007. 252 s. ISBN 978-80-227-2743-3.

Číslo abstraktu: **185**

Tvorba študijnej pomôcky – demonstračná sada etalónov hmotnosti

Jan Rybář[1]

[1]*Strojnícka fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave*

Mail: jan.rybar@stuba.sk

Príspevok sa venuje návrhu, tvorbe a využitiu študijnej pomôcky vo forme demonstračnej sady etalónov hmotnosti určenej na podporu praktickej výučby metrológie a skúšobníctva. Cieľom bolo vytvoriť didaktický prostriedok umožňujúci študentom názorne pochopiť princípy merania hmotnosti, význam používania etalónov, nadväznosť meracích prostriedkov a vyhodnocovanie výsledkov meraní.

Vytvorená pomôcka pozostáva zo súboru etalónov hmotnosti s nominálnymi hodnotami 1 g, 2 g, 5 g, 10 g, 20 g, 50 g, 100 g, 200 g a 500 g, určených na realizáciu praktických meraní a demonštráciu základných metrologických postupov. Etalóny slúžia ako referenčné hodnoty pri overovaní správnosti merania, stanovovaní odchýlok a analýze vlastností meracieho systému.

Súčasťou pomôcky je laboratórna váha LG1002 s rozlíšením 0,01 g a maximálnou váživosťou 1000 g, ktorá umožňuje presné meranie hmotnosti, porovnávanie nameraných hodnôt s referenčnými hodnotami etalónov a vyhodnotenie presnosti merania. Navrhnuté riešenie prepája teoretické poznatky z metrológie s ich praktickou aplikáciou v laboratórnych podmienkach.

Pomôcka je využívaná vo výučbe predmetu Metrológia a skúšobníctvo (kód predmetu: 220668_IDP), kde podporuje osvojovanie metrologických postupov, princípov kalibrácie a hodnotenia výsledkov merania. Praktické úlohy sú zamerané na opakované merania, stanovenie priemernej hodnoty, analýzu odchýlok a posúdenie presnosti meracieho procesu.

Vytvorená študijná pomôcka zvyšuje názornosť výučby metrológie a podporuje rozvoj praktických kompetencií študentov pri práci s meracími prostriedkami a pochopenie princípov etalonáže.

Poďakovanie: Autor ďakuje projektu CAC-01-26 za podporu pri tvorbe študijnej pomôcky, Strojníckej fakulte STU v Bratislave za vytvorenie podmienok na jej realizáciu a študentom za spoluprácu pri realizácii experimentov a overovaní funkčnosti laboratórneho modulu.

Študijná/Odporúčaná literatúra:

CHUDÝ, V.; PALENČÁR, R.; KUREKOVÁ, E.; HALAJ, M. Meranie technických veličín. Vydavateľstvo Bratislava: STU, 1999. 688 s. ISBN 80-227-1275-2.

FIŤKA, I.; RYBÁŘ, J.; BÁBICS, J.; FRIČ, A.; GROSINGER, P. Inovativní přístup k metrologické kontrole vah s neautomatickou činností. In Jemná mechanika a optika. Roč. 66, č. 3 (2021), s. 70 - 75. ISSN 0447-6441.

Číslo abstraktu: **186**

Tvorba študijnej pomôcky – didaktický model systému metrologickej nadväznosti

Jan Rybář[1]

[1]*Strojnícka fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave*

Mail: jan.rybar@stuba.sk

Príspevok sa venuje návrhu, tvorbe a využitiu študijnej pomôcky vo forme kariet, ktorá je koncipovaná ako didaktický model systému metrologickej nadväznosti a je určená na podporu prakticky orientovanej výučby fyziky, metrológie a technických disciplín. Cieľom bolo vytvoriť názorný vzdelávací prostriedok umožňujúci študentom lepšie pochopiť princípy metrologickej nadväznosti, vzťahy medzi meracími prostriedkami a význam zabezpečenia správnosti výsledkov meraní.

Vytvorený model znázorňuje hierarchické usporiadanie metrologickej nadväznosti od etalónov vyššej úrovne až po pracovné meracie prostriedky využívané v experimentálnej a technickej praxi. Jednotlivé prvky modelu demonštrujú väzby medzi referenčnými a pracovnými meracími prostriedkami, princíp prenosu hodnoty meranej veličiny, kalibráciu a význam jednotlivých článkov metrologického reťazca.

Didaktická pomôcka podporuje experimentálne orientovanú výučbu a umožňuje prepájať teoretické poznatky z oblasti merania, neistoty merania, kalibrácie a etalonáže s praktickými aplikáciami. Využíva sa vo vzdelávacom procese pri výučbe predmetov zameraných na fyziku, metrológiu a skúšobníctvo, kde praktické úlohy podporujú rozvoj experimentálnych kompetencií študentov a schopnosť interpretovať výsledky meraní.

Vytvorený didaktický model predstavuje efektívny nástroj na zvýšenie názornosti a kvality praktickej výučby metrológie. Jeho využitie prispieva k lepšiemu pochopeniu princípov metrologického zabezpečenia, významu nadväznosti meraní a systematického prístupu k realizácii meracích procesov vo vedeckej a technickej praxi.

Poďakovanie: Autor vyjadruje poďakovanie Strojníckej fakulte Slovenskej technickej univerzity v Bratislave a projektu ČABELKA CAC-01-26 za podporu pri tvorbe tejto študijnej pomôcky. Poďakovanie patrí aj študentom, ktorí pomôcku vyskúšali a otestovali v praxi.

Študijná/Odporúčaná literatúra:

KELEMENOVÁ, T.; DOVICA, M. Kalibrácia meradiel. 1. vyd. Košice: TU v Košiciach. Edícia vedeckej a odbornej literatúry, 2016. 232 s. ISBN 978-80-553-3069-3.

CHUDÝ, V.; PALENČÁR, R.; KUREKOVÁ, E.; HALAJ, M. Meranie technických veličín. Vydavateľstvo Bratislava: STU, 1999. 688 s. ISBN 80-227-1275-2.

MUSIL, S.; ĎURIŠ, S. Metrológia a kvalita. Bratislava: Grafické štúdio P. Juriga, 2002. 150 s. ISBN 80-89112-00-5.

SIEGLOVÁ, D. Konec školní nudy: didaktické metody pro 21. století. Praha: Grada, 2019. ISBN 978-80-271-2254-7.

Číslo abstraktu: **187**

Tvorba študijnej pomôcky: Vzdelávacie metrologické pracovisko na kontrolu a kalibráciu očných tonometrov

Jan Rybář[1]

[1]*Strojnícka fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave*

Mail: jan.rybar@stuba.sk

Príspevok sa venuje návrhu, realizácii a využitiu vzdelávacieho metrologického pracoviska určeného na podporu prakticky orientovanej výučby v oblasti medicínskej metrológie. Cieľom bolo vytvoriť študijnú pomôcku umožňujúcu študentom názorne pochopiť princípy stanovenia vnútroočného tlaku, metrologické aspekty kontroly meracích prostriedkov a význam kalibrácie zdravotníckych meracích zariadení.

Navrhnuté pracovisko je zamerané na kontrolu a kalibráciu bezkontaktného očného tonometra využívaného na neinvazívne meranie vnútroočného tlaku. Jeho súčasťou je modelové oko s definovanými referenčnými hodnotami vnútroočného tlaku, ktoré umožňuje simuláciu reálnych podmienok merania, realizáciu opakovaných skúšok, porovnávanie výsledkov a hodnotenie správnosti a presnosti použitého meracieho systému.

Študijná pomôcka prepája teoretické poznatky z oblasti fyzikálnych princípov bezkontaktného merania, neistoty merania, kalibrácie a overovania zdravotníckych meracích prostriedkov s praktickou experimentálnou činnosťou. Realizované laboratórne úlohy umožňujú študentom získavať skúsenosti so spracovaním nameraných údajov, hodnotením metrologických charakteristík a interpretáciou výsledkov diagnostických meraní.

Vzdelávacie metrologické pracovisko je umiestnené v laboratóriu medicínskej metrológie ML7 na Ústave automatizácie, informatizácie a merania Strojníckej fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave a využíva sa vo vzdelávacom procese pri výučbe predmetov zameraných na metrológiu, meraciu techniku a aplikácie fyziky v medicíne. Jeho využitie podporuje rozvoj praktických kompetencií študentov a prehlbuje pochopenie vzťahov medzi meracím systémom, referenčným prvkom a správnosťou výsledkov merania.

Vytvorená študijná pomôcka predstavuje efektívny nástroj na zvýšenie názornosti a experimentálneho charakteru výučby medicínskej metrológie. Prispieva k príprave študentov na prácu s modernými zdravotníckymi meracími systémami a zdôrazňuje význam metrologického zabezpečenia v oblasti klinickej diagnostiky.

Poďakovanie: Autor ďakuje projektu ČABELKA CAC-01-26 za podporu pri dovybavení pracoviska a tvorbe študijnej pomôcky a Strojníckej fakulte Slovenskej technickej univerzity v Bratislave za vytvorenie podmienok umožňujúcich jej realizáciu a využitie vo vzdelávacom procese. Poďakovanie patrí aj študentom, ktorí sa podieľali na testovaní pomôcky v praxi.

Číslo abstraktu: **193**

Design and Development of Tools for IYPT Experiments

Sergej Iľkovič[1]

[1]*DPMT, Faculty of Humanities and Natural Sciences, University of Prešov*

Mail: sergej.ilkovic@unipo.sk

The project Design and Development of Tools for IYPT Experiments focuses on the creation of versatile experimental equipment to support investigations of physics problems from the International Young Physicists' Tournament (IYPT). The work combines mechanical design, electronics, embedded programming, and additive manufacturing to develop reliable and affordable experimental tools. The developed systems are based on microcontrollers that interface with a variety of sensors for measuring physical quantities such as temperature, pressure, force, light intensity, voltage, current, and position. In addition to data acquisition, the microcontrollers control actuators—including stepper motors, solenoid valves, relays, and other electromechanical devices—to automate experimental procedures and ensure precise and repeatable operation. Custom mechanical components are designed using CAD software and manufactured by 3D printing, enabling rapid prototyping and easy adaptation of the equipment to the specific requirements of different IYPT problems. The resulting modular tools provide a flexible platform for experimental research, automated measurements, and data collection, allowing students to focus on the physical principles under investigation while improving the accuracy, repeatability, and efficiency of their experiments.

Číslo abstraktu: **197**

Model pedagogického dizajnu interdisciplinárnych STEM projektov s podporou generatívnej AI vo fyzikálnom a prírodovednom vzdelávaní

Julia Šebejová[1], Jana Burgerová[1]

[1]*University of Presov, Faculty of Education, Slovakia*

Mail: julia.sebejova@smail.unipo.sk

Interdisciplinárne STEM projekty vytvárajú priestor na prepájanie prírodovedného skúmania, fyzikálneho experimentovania, technického návrhu a spolupráce žiakov rôzneho veku. Pre učiteľa však predstavujú náročnú dizajnovú úlohu, najmä ak má zostať zreteľné fyzikálne jadro projektu a súčasne sa využíva generatívna umelá inteligencia (GenAI). V pedagogickej praxi pritom chýba rámec, ktorý by spájal možnosti GenAI s konkrétnymi rozhodnutiami a kontrolnými bodmi učiteľa.

Príspevok predstavuje sedemfázový model pedagogického dizajnu, ktorý vedie od formulácie autentického problému cez analýzu pedagogického kontextu, vzdelávacie ciele, STEM architektúru a didaktický dizajn až po realizáciu, reflexiu a redizajn. Prierezovým princípom je Human-in-the-Loop: GenAI môže rozširovať možnosti návrhu, štruktúrovať komplexnosť a pripravovať pracovné varianty, konečné kurikulárne, odborné, bezpečnostné a hodnotiace rozhodnutia však zostávajú na učiteľovi.

Model je demonštrovaný na retrospektívnom redizajne školského projektu automatického zavlažovacieho systému s platformou Arduino. Fyzikálne jadro prípadu tvoria senzorové meranie neelektrickej veličiny elektrickou cestou, kalibrácia senzora, neistota merania, objemový prietok, hysterézne spínanie a regulácia so spätnou väzbou. Prípad zároveň umožňuje ukázať medzipredmetové a medzicyklové väzby bez toho, aby technické riešenie prekrylo fyzikálne učenie.

Výsledkom je teoreticky ukotvený a prakticky orientovaný rámec, ktorý vymedzuje miesta vhodné na podporu GenAI a validačné rozhodnutia, pri ktorých zostáva rozhodujúci odborný úsudok učiteľa a reálne žiacke experimentovanie.

Číslo abstraktu: **198**

Fyzikálne vzdelávanie v STEM triedach na gymnáziu

Marián Kireš[1], Karin Schnognerová[1]
[1]*ÚFV PF UPJŠ v Košiciach*
Mail: marian.kires@upjs.sk

V rámci národného projektu DiTEdu (Digitálna transformácia vzdelávania a školy) na Slovensku pilotne overujeme model STEM vzdelávania v študijnom odbore 7902 J 05 gymnázium so zameraním na informatiku. V príspevku predstavíme vzdelávací štandard pre predmet fyzika, ako súčasť vzdelávania žiakov v informatických (STEM) triedach. Cez ukážky tematických celkov a pripravených metodík sa zameriame na výkonový a obsahový štandard, rozvoj vedeckých zručností a žiackeho konceptuálneho porozumenia. Predstavíme námety na žiacke výskumné projekty, bádateľské aktivity a aktívne poznávanie s využitím rôznorodých digitálnych technológií, kooperatívneho vyučovania. Cielene podporujeme využívanie zmiešanej výučby a prácu vo vzdelávacích zónach počas prezenčnej výučby v školskom fyzikálnom laboratóriu. Súčasťou pripravovaného kurikula je aj samostatný tematický celok astrofyzika, v ktorom sa usilujeme o znova zavedenie astrofyziky do gymnaziálneho vzdelávania. Pre učiteľov fyziky realizujeme sériu podporných seminárov, prezenčných stretnutí a klubov, kde zdieľame námety na inovatívne prístupy vo vzdelávaní.

Číslo abstraktu: **202**

Od virtuálneho pozorovania k experimentu: prepájanie fyzikálnych poznatkov vo vzdelávaní budúcich učiteľov fyziky

Mária Csatáryová[1]

[1]*Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita*

Mail: maria.csataryova@unipo.sk

Záujem študentov o prírodné vedy v posledných rokoch v mnohých európskych krajinách klesá, čo vedie k hľadaniu nových spôsobov motivácie a aktívneho zapojenia študentov do prírodovedného vzdelávania. Výskumy poukazujú na potenciál astronomického kontextu zvyšovať záujem študentov o riešenie fyzikálnych problémov a podporovať ich aktívne zapojenie do učenia. Súčasné trendy v astronomickom a fyzikálnom vzdelávaní zároveň zdôrazňujú aktívne učenie, autentické pozorovanie, prácu s dátami a riešenie problémov vychádzajúcich z reálnych vedeckých situácií. Astronómia tak môže vytvárať prirodzené a atraktívne prostredie na prepájanie poznatkov z viacerých oblastí prírodných vied.

Príspevok predstavuje súbor prakticky orientovaných astronomických úloh využívaných vo vysokoškolskej príprave budúcich učiteľov fyziky. Cieľom aktivít je podporiť prepájanie poznatkov z astronómie, fyziky, matematiky a ďalších prírodovedných oblastí a ich aplikáciu pri riešení konkrétnych astronomických problémov. Úlohy využívajú virtuálne pozorovanie v prostredí počítačového programu Stellarium, prácu s autentickými údajmi z voľne dostupných astronomických databáz a vlastné experimentálne merania. Dôraz je kladený na aktívne získavanie a spracovanie údajov, ich vizualizáciu, interpretáciu výsledkov a formulovanie fyzikálnych záverov.

V príspevku sú analyzované vybrané študentské riešenia a výstupy. Pozornosť je venovaná spôsobom, akými študenti prepájajú poznatky z rôznych oblastí, pracujú s astronomickými údajmi a interpretujú získané výsledky. Diskutované sú možnosti využitia astronómie ako motivačného a obsahovo bohatého kontextu pre učenie fyziky a rozvoj dátovej, experimentálnej a analytickej gramotnosti budúcich učiteľov fyziky.

Číslo abstraktu: **203**

Rozvoj astronomickej gramotnosti prostredníctvom STEM a bádateľsky orientovaných aktivít v kontexte kurikulárnej reformy

Mária Csatáryová[1]

[1]*Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita*

Mail: maria.csataryova@unipo.sk

Zaradenie astronomických tém do vzdelávania na druhom stupni základných škôl v rámci kurikulárnej reformy prináša nové požiadavky na odbornú a didaktickú pripravenosť učiteľov prírodovedných predmetov. Astronómia svojím úzkym prepojením s fyzikou a ďalšími prírodovednými disciplínami vytvára prirodzený priestor na interdisciplinárne prepájanie fyziky, geografie, matematiky a digitálnych technológií v kontexte STEM vzdelávania. Špecifikom jej vyučovania je zároveň skutočnosť, že mnohé astronomické javy nie je možné priamo pozorovať počas vyučovania. Dôležitú úlohu preto zohrávajú vhodné modely, vizualizácie a digitálne nástroje, ktoré umožňujú tieto javy skúmať, interpretovať a prepájať s fyzikálnymi princípmi.

Príspevok predstavuje aktivity realizované v rámci projektu „Zvýšenie astronomickej gramotnosti učiteľov prírodovedných predmetov“, zameraného na odbornú a metodickú podporu učiteľov pri začleňovaní astronómie do vyučovania. Súčasťou projektu sú odborné online prednášky, praktická práca s programom Stellarium a tvorba didaktických úloh založených na princípoch STEM a bádateľsky orientovaného vyučovania. Úlohy prepájajú pozorovanie a modelovanie astronomických javov s meraním, výpočtami, prácou s dátami a grafmi a využívaním digitálnych technológií. Pri ich riešení žiaci formulujú predpoklady, hľadajú súvislosti, interpretujú údaje a vyvodzujú závery, pričom aplikujú fyzikálne poznatky v astronomickom kontexte.

Vytvorený súbor úloh bol v prvej fáze pilotne overený - so zameraním na zrozumiteľnosť, vekovú primeranosť, náročnosť a využiteľnosť vo vyučovaní. Na túto fázu nadväzuje postupné overovanie vybraných úloh učiteľmi priamo v pedagogickej praxi. Spätná väzba získaná v jednotlivých fázach overovania slúži na ďalšiu úpravu úloh a ich metodické spracovanie.

Projekt smeruje k vytvoreniu voľne dostupného a didakticky overeného súboru vzdelávacích materiálov, ktorý podporuje rozvoj astronomickej gramotnosti, bádateľských spôsobilostí a interdisciplinárneho myslenia žiakov a zároveň poskytuje učiteľom odbornú a metodickú podporu pri začleňovaní astronomických tém do vyučovania v kontexte kurikulárnej reformy a STEM vzdelávania.

Číslo abstraktu: **205**

Experimenty z jadrovej fyziky ako motivácia k štúdiu fyziky

Adela Kravčáková[1], Marek Bombara[1], Zuzana Paulínyová[1]
[1]*Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta, Univerzita P. J. Šafárika v Košiciach*
Mail: adela.kravcakova@upjs.sk

Praktické experimenty predstavujú dôležitú súčasť popularizácie fyziky a môžu významne prispieť k motivácii stredoškolákov k ďalšiemu štúdiu prírodných vied. Príspevok predstavuje experimentálny blok zameraný na jadrovú a subjadrovú fyziku, ktorý bol pripravený v rámci 1. ročníka Letnej školy Ústavu fyzikálnych vied Prírodovedeckej fakulty UPJŠ v Košiciach. Účastníci si zostavili hmlovú komoru, realizovali merania s využitím detektora Medipix, Geigerovho–Müllerovho detektora a jednokanálového spektrometra a absolvovali prednášku o súčasnom výskume v jadrovej a časticovej fyzike. Súčasťou príspevku je aj analýza hodnotenia experimentálneho programu na základe spätnej väzby účastníkov. Získané skúsenosti budú využité pri ďalšom rozvoji Letnej školy a môžu byť inšpiráciou pri príprave podobných popularizačných aktivít.

Číslo abstraktu: **195**

Applications of Unitary and Analytic model

Erik Bartoš[1]

[1]*Institute of Physics, Slovak Academy of Sciences*

Mail: erik.bartos@savba.sk

Electromagnetic form factors of spin 0 and spin 1/2 particles are fundamental quantities related to the charge and magnetization distribution inside the particle. Understanding the electromagnetic structure of particles in the terms of their correct parameterization as electromagnetic form factors and uncertainties help us to study the data from polarized or unpolarized scattering and annihilation experiments. In the recent time the Unitary & Analytic model was successfully applied for various problems in the field of phenomenology of particle physics.

In this contribution I summarize the role of pion form factor in the search for dumped oscillating structures, additionally the charged and neutral kaons in the calculation of charge radii, the correction to the Dashen's theorem and contributions of the box diagrams for the light-by-light scattering, in order to reveal to what extent the unreliable experimental behaviours of the corresponding electromagnetic form factors in the space-like region influenced the calculated physical quantities. I also mention the results of evaluation of proton charge radius and possible existence of zero in proton elastic form factor.

Príspevok vznikol s podporou projektu VEGA číslo 2/0084/25.

Číslo abstraktu: **201**

Dynamické počiatočné podmienky v modelovaní relativistických jadrových zrážok

Zuzana Paulínyová[1], Renan Góes-Hirayama[2], Iurii Karpenko[3], Hannah Elfner[4]
[1]*Univerzita Pavla Jozefa Šafárika, Košice*
[2]*Helmholtz Forschungsakademie Hessen für FAIR, Frankfurt*
[3]*České Vysoké Učení Technické, Praha*
[4]*GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, Darmstadt*
Mail: zuzana.paulinyova@upjs.sk

Hybridné modelovanie relativistických jadrových zrážok, kombinujúce nerovnovážny transportný model s hydrodynamickými simuláciami, predstavuje úspešný prístup k opisu zrážok ťažkých iónov pri vysokých a stredných energiách. V týchto režimoch možno jednotlivé fázy vývoja systému efektívne oddeliť, čo umožňuje ich postupný opis pomocou rôznych modelových prostriedkov. Pri nižších energiách však toto oddelenie nie je vhodné. Predstavujeme preto aktualizovanú verziu hybridného modelu SMASH-vHLLE-hybrid s dynamickými počiatočnými podmienkami. Hadróny z transportnej fázy sú do hydrodynamického vývoja odovzdané na základe lokálnej hustoty energie, pričom podmienka vysokej hustoty určuje priestorovú oblasť, v ktorej je hydrodynamická simulácia inicializovaná. Ukážeme vybrané výsledky získané pomocou tohto prístupu pre jadrové zrážky v rozsahu energií $\sqrt{s_{NN}}$ = 3–9.1 GeV. Zároveň predstavíme najnovšiu verziu modelu, v ktorej transportný a hydrodynamický opis prebiehajú simultánne.

Číslo abstraktu: **204**

Hadron–strangeness correlations as a function of multiplicity in pp collisions with ALICE

Lucia Anna Tarasovičová[1], Marek Bombara[1]

[1]*Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach*

Mail: lucia.anna.husova@cern.ch

Measurements in pp and p-Pb collisions have revealed that small collision systems exhibit several features traditionally attributed to heavy-ion collisions, including the smooth increase of the strange hadron yields with the collision multiplicity (strangeness enhancement). However, the microscopic origin of this phenomenon in small systems remains an open question. In particular, the relative contributions of soft (bulk-like particle production) and hard processes (related to parton fragmentation and jet production) to strangeness enhancement in small collision systems are not yet fully constrained. Angular correlations between a charged hadron and an associated strange hadron provide a differential tool to probe different strangeness production mechanisms and to study the interplay between bulk and hard particle production.

Číslo abstraktu: **188**

The International Particle Physics Outreach Group (IPPOG) - Fostering appreciation for fundamental research

Ivan Melo[1]

[1]*FEIT, Žilinská univerzita, Slovensko, IPPOG Collaboration*

Mail: ivan.melo@feit.uniza.sk

IPPOG is a network of scientists, science educators and communication specialists working across the globe in informal science education and public engagement for particle physics. IPPOG develops programmes and strategy to address the current and future challenges of particle physics and the scientific community, like declining interest in STEM-related studies, lack of support of fundamental research and mistrust in science. We aim to improve public understanding and appreciation of the benefits of fundamental physics including its many applications, to spark interest and enthusiasm among young people, and to strengthen the integration of science in society.

IPPOG's flagship activity is the International Particle Physics Masterclasses programme. Activities related with cosmic rays, such as the International Cosmic Day and International Muon Week are also promoted and supported by IPPOG. Members of IPPOG also participate in public talks, festivals, exhibitions, teacher training, student competitions, and open days at local institutes. A resource database has been developed containing a wealth of material for the dissemination of particle physics. In this presentation the goals of IPPOG will be presented, and its various activities, including those in the Czech and Slovak Republics, will be discussed.

Číslo abstraktu: **206**

Měření luminozity na Electron Ion Collider

Jaroslav Adam[1], Jana Demjančuková[1], Lada Radmacherová[1]
[1]*Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, České vysoké učení technické v Praze*
Mail: konferencecsfyziku@tul.cz

Plánovaný Electron Ion Collider (EIC) umožní prostřednictvím srážek elektronů a protonů nebo iontů získat nové poznatky o spinovém a partonovém složení protonů, o interakcích jetů v jádrech a o dalších výzkumných oblastech, včetně hypotetické fyziky za standardním modelem. Znalost okamžité a integrované luminozity bude zásadní pro většinu fyzikálních výsledků. Pro měření luminozity se na EIC bude využívat procesu elastického brzdného záření, kdy je ve výsledném stavu emitován tvrdý gama foton ve směru svazku elektronů. K určení luminozity je třeba tyto fotony detekovat a znát jejich počet za dobu nabírání dat. Posterová prezentace ukáže aktuální vývoj kalorimetru pro přímou detekci brzdných gama fotonů jakožto jednu z metod pro měření luminozity. Základním požadavkem na kalorimetr je velmi krátký integrační čas, daný vysokou četností srážek na EIC (a velkým účinným průřezem pro elastické brzdné záření). Jako provozuschopná varianta pro kalorimetr se jeví kombinace pasivního absorbátoru a tenkých Čerenkovských vláken. Vlákna v uvedeném návrhu budou vyčítána pomocí křemíkových fotonásobičů (SiPM) s rychlým kapacitním výstupem. V posteru bude shrnuty parametry kalorimetru, návrh a měření vlastností vyčítací elektroniky a elektrické charakteristiky zvažovaných SiPM, a výhled pro další vývoj.

Číslo abstraktu: **176**

Basic physics and Brownian motion considerations of the magnetic field effect on a charged particle in a viscous environment

Vladimír Lisý[1], Jana Tóthová[1], Ján Buša[2]
[1]*Technická univerzita v Košiciach, Košice, Slovensko*
[2]*Joint Institute for Nuclear Research*
Mail: vladimir.lisy@tuke.sk

Understanding and formally describing the motion of charged particles in magnetic fields is of great importance in several areas of the physical sciences. Despite this, little space is devoted to this issue in university textbooks. Moreover, the chosen approach is too idealized: it is restricted to non-viscous environments and focuses primarily on circular motion derived from the balance of magnetic and centripetal forces. In our contribution, we present a more comprehensive approach based on Newton's equations of motion, providing deeper physical insights and paving the way for generalization to more realistic scenarios. We investigate the particle's dynamics in viscous media, accounting for Stokes friction alongside the Lorentz force, and explicitly calculate trajectories, displacements, and angular momentum. Furthermore, we extend the consideration to Brownian motion using the classical Langevin equation with white thermal noise. Our findings reveal that the mean angular momentum (and consequently the magnetic moment) approaches a finite non-zero value in the long-time limit, leading to a discussion of how the results should be interpreted within the framework of classical statistical mechanics, in particular in relation to the assumptions underlying the Bohr–van Leeuwen theorem on the absence of classical magnetism. This approach serves as an effective pedagogical tool, bridging concepts from classical mechanics, statistical physics, and stochastic processes while encouraging student debate on the foundations of classical magnetism.

Číslo abstraktu: **177**

Magnetic-field-induced response of a neutral bath with an embedded charged Brownian particle

Jana Tóthová[1], Vladimír Lisý[1], Ján Buša[2]

[1]*Department of Physics, Faculty of Electrical Engineering and Informatics, Technical University of Košice, Slovakia*

[2]*Meshcheryakov Laboratory of Information Technologies, Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Moscow region, Russia*

Mail: jana.tothova@tuke.sk

The stochastic motion of charged particles in an external magnetic field has attracted the intense attention of researchers for more than half a century, but still, several problems remain unsolved. In this contribution, we study the response of a system consisting of a neutral heat bath that contains a charged Brownian particle (BP) to an external static magnetic field. The bath particles do not interact directly with the magnetic field, but it affects them due to their interaction with the BP. We obtain the equations of motion for the particles of the system within the framework of the generalized Zwanzig-Caldeira-Leggett model. Based on this theory, the motion of the BP is described by the Langevin stochastic equations. We have found that in the case of the memoryless theory, the angular momentum of the bath particles is nonzero and does not disappear even at long times after the magnetic field is switched on, while their kinetic energy obeys equipartition at all times. Closed-form analytical solutions are obtained for the individual bath particles and for the entire unbounded bath if the dynamics of the BP is overdamped. In the latter case, the mean angular momentum is simply proportional to time t, as is the mean square displacement of the BP in the plane perpendicular to the magnetic field. The problem offers several possibilities for further generalizations.

Číslo abstraktu: **179**

Partitioning of steroid drug budesonide into a lipid model of pulmonary surfactant: a physical approach

Mária Klacsová[1], Lena Bezáková[1], Daniela Uhríková[2]

[1]*Faculty of Pharmacy, Comenius University Bratislava*

[2]*Farmaceutická fakulta UK, Bratislava*

Mail: klacsova@fpharm.uniba.sk

Pulmonary surfactant (PS) is a complex proteolipid system whose biophysical function relies on a delicate balance between membrane structure, phase behavior, and interfacial properties. The incorporation of small amphiphilic or lipophilic molecules into surfactant membranes can modify lipid packing and alter their thermodynamic characteristics. Budesonide (BUD), a widely used inhaled corticosteroid, represents an interesting model compound for studying drug–membrane interactions due to its pronounced lipophilicity. We investigated the partitioning of BUD into a model bilayer of pulmonary surfactant composed of a complex lipid mixture dipalmitoylphosphatidylcholine : palmitoyloleoylphosphatidylcholine : palmitoyllinoleoylphosphatidylcholine : palmitoyloleoylphosphatidylglycerol (DPPC : POPC : PLPC : POPG = 50 : 24 : 16 : 10 wt%). Densitometric and differential scanning calorimetry (DSC) measurements were performed in the 10–50 °C temperature range to determine the apparent molecular volume of BUD and its effect on the thermodynamic parameters of the gel-to-fluid phase transition of the PS model.

Our results revealed two distinct incorporation regimes separated by a breakpoint at ~2 wt% BUD. Below this concentration, the apparent molecular volume of BUD in the membrane was negative, indicating a strong influence of BUD on lipid packing. Simultaneously, the volume expansivity coefficient increased relative to the pure PS model, the main gel-to-fluid transition shifted to lower temperatures, and the transition enthalpy increased. Above 2 wt% BUD, all parameters approached nearly constant values, with the apparent molecular volume reaching the value of crystalline BUD. These findings suggest preferential accommodation of BUD within the hydrophobic core of the bilayer at low concentrations. The observed breakpoint indicates saturation of this incorporation mode, with altered BUD localization within the bilayer.

Experiments were supported by VEGA 1/0305/24 project.

Číslo abstraktu: **180**

Interaction of polymyxin B with a simplified model of pulmonary surfactant: effect of ionic strength

Marcela Chovancová[1], Mária Klacsová[1], Miroslava Linkayová[1], Barbora Beňová[1], Daniela Uhríková[1]

[1]*Faculty of Pharmacy, Comenius University Bratislava*

Mail: marcela.chovancova@uniba.sk

The rapid rise and global spread of multidrug resistant Gram negative bacteria have renewed interest in polymyxin B (PxB) as a last resort therapeutic option. In pulmonary administration, inhaled antibiotics inevitably interact with pulmonary surfactant (PuS), a lipid–protein complex essential for reducing surface tension and maintaining proper lung mechanics. This study investigates how PxB affects the physicochemical properties of a simplified PuS model. Unilamellar liposomes composed of palmitoyloleoylphosphatidylcholine (POPC) and palmitoyloleoylphosphatidylglycerol (POPG) (9:1, w/w) served as model membranes, with PxB incorporated at 0–20 wt% relative to total lipid content. Drug–membrane interactions were examined using dynamic light scattering (DLS), zeta potential measurements, calcein leakage assays, and static light scattering.

DLS revealed changes in vesicle size and aggregation, while zeta potential measurements tracked alterations in membrane surface charge. Membrane stability and permeability were assessed through calcein release and scattering intensity. The influence of temperature and ionic strength was evaluated in low ionic strength medium (5 mM NaCl) and physiologically relevant PBS.

In both media, membrane destabilization and aggregation began at PxB concentrations of ~7–10 wt%. However, the magnitude and progression of these effects strongly depended on ionic strength. Under low ionic strength conditions, vesicle aggregation was markedly enhanced, accompanied by a rapid increase in hydrodynamic diameter, higher polydispersity, and a pronounced shift in zeta potential from negative to positive values, indicating strong electrostatic interactions between PxB and the lipid bilayer. In contrast, only minor zeta potential changes were observed in PBS, with values remaining negative across all concentrations. Temperature had limited impact on zeta potential but noticeably influenced particle size.

These results underscore the critical role of ionic strength in governing PxB–membrane interactions and demonstrate that environmental conditions significantly affect the stability and aggregation behavior of pulmonary surfactant model membranes.

Acknowledgement: The experiment was supported by VEGA 1/0305/24.

Číslo abstraktu: **172**

Vývoj a súčasný stav realizácie základných jednotiek sústavy SI

Patrik Balaskó[1], Jan Rybář[1], Jozef Leja[1], Tomáš Čamaj[1]
[1]*Strojnícka fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave*
Mail: patrik.balasko@stuba.sk

Medzinárodná sústava jednotiek (SI) predstavuje základný rámec merania a zabezpečuje jednotnosť výsledkov naprieč všetkými oblasťami prírodných a technických vied. Po redefinícii SI jednotiek v roku 2019, založenej na presne definovaných hodnotách fundamentálnych fyzikálnych konštánt, sa otvorili nové možnosti pre realizáciu siedmich základných jednotiek – sekundy, metra, kilogramu, ampéra, kelvina, mólu a kandely – prostredníctvom kvantových javov a moderných experimentálnych metód [1]. Príspevok poskytuje prehľad aktuálneho stavu realizácie jednotlivých základných jednotiek a analyzuje ich vzájomné prepojenia z pohľadu súčasnej metrológie.

Jedným z hlavných prínosov redefinície SI je vyššia stabilita základných jednotiek a užšie prepojenie fundamentálnej fyziky s aplikovanou metrológiou. Rozvoj kvantových technológií, optických frekvenčných etalónov, kvantových snímačov a pokročilých metód spracovania meracích údajov vytvára predpoklady na ďalšie znižovanie neistôt merania a rozširovanie možností medzinárodnej nadväznosti etalónov. [1; 2]

Cieľom príspevku je poukázať na význam siedmich základných jednotiek SI ako dynamického systému založeného na univerzálnych fyzikálnych princípoch, ktorý podporuje reprodukovateľnosť experimentov, medzinárodnú porovnateľnosť výsledkov a rozvoj moderných vedeckých disciplín. Súčasne sú identifikované perspektívy ďalšieho vývoja metrológie v kontexte pripravovaných optických redefinícií časových etalónov, kvantových informačných technológií a rastúcich požiadaviek na presnosť meraní [3] vo vede, priemysle a spoločnosti.

Poďakovanie: Príspevok vznikol s podporou projektu KEGA číslo 028STU-4/2026 a projektu ČABELKA CAC-01-26. Autori zároveň ďakujú Strojníckej fakulte Slovenskej technickej univerzity v Bratislave za podporu vedeckovýskumnej činnosti.

Literatúra:

[1] ŘASA, J. Přehled vzorců a pouček z mechaniky: pro střední a vysoké školy technické : veličiny a jednotky, statika, kinematika, dynamika, pružnost a pevnost, hydromechanika, termomechanika. Mníšek pod Brdy: Scientia, 2023. ISBN 978-80-86960-75-3.

[2] CHUDÝ, V.; PALENČÁR, R.; KUREKOVÁ, E.; HALAJ, M. Meranie technických veličín. Vydavateľstvo Bratislava: STU, 1999. 688 s. ISBN 80-227-1275-2.

[3] KELEMENOVÁ, T.; DOVICA, M. Kalibrácia meradiel. 1. vyd. Košice: TU v Košiciach. Edícia vedeckej a odbornej literatúry, 2016. 232 s. ISBN 978-80-553-3069-3.

Číslo abstraktu: **171**

Úloha Medzinárodnej teplotnej stupnice ITS-90 v realizácii jednotky kelvin

Sohaibullah Zarghoon[1], Jan Rybář[1], Jozef Leja[1], Patrik Balaskó[1], Tomáš Čamaj[1]

[1]*Strojnícka fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave*

Mail: sohaibullah.zarghoon@stuba.sk

Napriek redefinícii jednotky kelvin v sústave SI prostredníctvom pevne stanovenej hodnoty Boltzmannovej konštanty zostáva jej priama primárna realizácia metrologicky náročná [1]. Praktická realizácia jednotky termodynamickej teploty je preto aj naďalej založená predovšetkým na Medzinárodnej teplotnej stupnici ITS-90, ktorá zabezpečuje reprodukovateľnosť, nadväznosť a medzinárodnú porovnateľnosť meraní teploty [1; 2].

Príspevok analyzuje postavenie ITS-90 v súčasnej metrologickej infraštruktúre a jej vzťah k termodynamickej teplote definovanej v sústave SI. Stručne predstavuje princípy realizácie stupnice prostredníctvom definovaných pevných bodov a interpolačných prístrojov, poukazuje na rozdiely medzi hodnotami podľa ITS-90 a termodynamickou teplotou a diskutuje ich význam z pohľadu presných meraní [1; 3]. Pozornosť je venovaná aj súčasným trendom v oblasti primárnej termometrie a perspektívam budúceho vývoja realizácie jednotky kelvin. Cieľom príspevku je zdôrazniť, že ITS-90 aj po redefinícii SI predstavuje nevyhnutný praktický nástroj na zabezpečenie jednotnosti merania teploty v metrologickej, vedeckej a priemyselnej praxi.

Poďakovanie: Príspevok vznikol s podporou projektov KEGA číslo 028STU-4/2026, VEGA číslo 1/0363/26 a ČABELKA CAC-01-26. Autori tiež vyjadrujú poďakovanie Strojníckej fakulte Slovenskej technickej univerzity v Bratislave za poskytnutú podporu.

Literatúra:

[1] ĎURIŠ, S.; PALENČÁR, R.; KNOROVÁ, R. Metrológia teploty. Bratislava: Nakladateľstvo STU, 2013. 165 s. ISBN 978-80-227-4019-7.

[2] CHUDÝ, V.; PALENČÁR, R.; KUREKOVÁ, E.; HALAJ, M. Meranie technických veličín. Vydavateľstvo Bratislava: STU, 1999. 688 s. ISBN 80-227-1275-2.

[3] KELEMENOVÁ, T.; DOVICA, M. Kalibrácia meradiel. 1. vyd. Košice: TU v Košiciach. Edícia vedeckej a odbornej literatúry, 2016. 232 s. ISBN 978-80-553-3069-3.

Číslo abstraktu: **175**

Fyzikálne modelovanie teplotného poľa pri kontinuálnom liatí ocele z hľadiska metrologickej presnosti a mechanizmov prestupu tepla

Sohaibullah Zarghoon[1], Jan Rybář[1], Tomáš Čamaj[1], Patrik Balaskó[1]

[1]*Strojnícka fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave*

Mail: sohaibullah.zarghoon@stuba.sk

Proces kontinuálneho liatia predstavuje komplexný nelineárny fyzikálny systém, v ktorom mechanizmy vedenia, prúdenia a sálania tepla určujú priebeh tuhnutia kovu a výslednú kvalitu odlievaného polotovaru. Primárna a sekundárna chladiaca zóna vytvárajú dynamické teplotné pole, ktorého presná identifikácia je nevyhnutná na pochopenie fyzikálnych dejov prebiehajúcich počas kryštalizácie [1]. Predkladaný príspevok sa zameriava na aplikáciu fyzikálne založených numerických modelov prestupu tepla s cieľom analyzovať časovo aj priestorovo závislú distribúciu teploty počas procesu kontinuálneho liatia. Model rešpektuje základné zákony termodynamiky, energetickú bilanciu systému, teplotne závislé materiálové vlastnosti a latentné teplo tuhnutia, čím umožňuje realistickú simuláciu vývoja teplotného poľa v jednotlivých fázach procesu. Osobitná pozornosť je venovaná metrologickým aspektom validácie modelu, analýze neistoty vstupných parametrov a hodnoteniu presnosti predikcie teplotných polí vo vzťahu k experimentálnym meraniam. Výsledky poukazujú na význam fyzikálne konzistentného modelovania pri optimalizácii chladiacich podmienok, minimalizácii tepelných gradientov a obmedzení vzniku vnútorných i povrchových defektov odliatkov [2]. Prezentovaný prístup vytvára predpoklady na efektívnejšie riadenie procesu kontinuálneho liatia prostredníctvom presnejšieho opisu fyzikálnych javov a predstavuje významný prínos pre experimentálnu aj aplikovanú fyziku materiálových technológií.

Poďakovanie: Táto práca bola vypracovaná s finančnou podporou projektu KEGA číslo 028STU-4/2026. Autori ďakujú Strojníckej fakulte Slovenskej technickej univerzity v Bratislave za podporu výskumnej činnosti a za vytvorenie vhodných podmienok na riešenie prezentovanej problematiky.

Literatúra:

[1] RAMIREZ, A. & AGUILAR-LÓPEZ, R. & PALOMAR, M. & ROMERO-ROMO, M. & MUÑOZ, D. (2010). Simulation of heat transfer in steel billets during continuous casting. International Journal of Minerals, Metallurgy, and Materials. 17. 403-416. 10.1007/s12613-010-0333-5.

[2] Q. HE, Z. SU, Z. XIE, Z. ZHONG & Q. YAO, „A Novel Principle for Molten Steel Level Measurement in Tundish by Using Temperature Gradient“ in IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 66, no. 7, pp. 1809-1819, July 2017.

Číslo abstraktu: **174**

Neistoty merania ako fundamentálny prvok fyzikálneho poznania

Adrián Hokina[1], Jan Rybář[1], Dávid Vranský[1], Adam Benčat[1], Jozef Leja[1], Patrik Balaskó[1], Tomáš Čamaj[1]

[1]*Strojnícka fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave*

Mail: xhokina@stuba.sk

Neistota merania [1] predstavuje neoddeliteľnú súčasť experimentálnej fyziky a zároveň významný nástroj pri interpretácii fyzikálnych výsledkov. V tomto príspevku sa zaoberáme jej úlohou ako fundamentálneho prvku vedeckého poznania, ktorý presahuje rámec hodnotenia technickej presnosti a zasahuje aj do oblasti epistemológie fyziky [2]. Ukazujeme, že každé meranie je nevyhnutne spojené s obmedzeniami vyplývajúcimi z vlastností meracích systémov, interakcie meracieho procesu s pozorovaným systémom a štatistickej povahy fyzikálnych javov.

Pozornosť venujeme vzťahu medzi systematickými a náhodnými účinkami ovplyvňujúcimi výsledok merania a zdôrazňujeme význam ich správnej identifikácie, hodnotenia a kvantifikácie pri stanovení neistoty merania. Osobitná pozornosť je venovaná propagácii neistôt v komplexných experimentoch, kde sa jednotlivé zložky neistoty kombinujú prostredníctvom často nelineárnych modelov merania. V tejto súvislosti sú diskutované moderné prístupy založené na Bayesovskej interpretácii merania, ktoré umožňujú konzistentné začlenenie predchádzajúcich informácií a expertných poznatkov do procesu vyhodnocovania experimentálnych údajov [3;4].

Cieľom príspevku je poukázať na skutočnosť, že správne pochopenie, kvantifikácia a interpretácia neistoty merania nepredstavujú iba metodologickú požiadavku experimentálnej práce, ale tvoria nevyhnutný základ pre formuláciu spoľahlivých a reprodukovateľných fyzikálnych záverov. V závere sú diskutované aj pedagogické aspekty výučby problematiky neistôt, ktorá zostáva napriek svojmu zásadnému významu často nedostatočne rozvinutou súčasťou základného fyzikálneho vzdelávania.

Poďakovanie: Príspevok vznikol s podporou projektov KEGA č. 028STU-4/2026, VEGA č. 1/0363/26 a ČABELKA CAC-01-26. Autori ďakujú Strojníckej fakulte Slovenskej technickej univerzity v Bratislave za podporu pri príprave príspevku.

Literatúra:

[1] NĚMEČEK, P. Nejistoty měření. Kvalita, quality, Qualität. Praha: Česká společnost pro jakost, 2008. ISBN 978-80-02-02089-9.

[2] KAKU, M. Fyzika nemožného. Vydání druhé. Přeložil Petr LIEBL. Zip. Praha: Argo, 2022. ISBN 978-80-257-3786-6.

[3] CHUDÝ, V.; PALENČÁR, R.; KUREKOVÁ, E.; HALAJ, M. Meranie technických veličín. Vydavateľstvo Bratislava: STU, 1999. 688 s. ISBN 80-227-1275-2.

[4] PALENČÁR, R.; WIMMER, G.; PALENČÁR, J.; WITKOVSKÝ, V. Navrhovanie a vyhodnocovanie meraní. 1. vyd. Bratislava: Spektrum STU, 2021. 160 s. Edícia vysokoškolských učebníc. ISBN 978-80-227-5080-6.

Číslo abstraktu: **212**

Digitalizácia fyzikálnych meraní: vplyv na kvalitu, spoľahlivosť a neistotu výsledkov

Gregor Starinský[1], Jan Rybář[1], Patrik Balaskó[1], Tomáš Čamaj[1], Peter Onderčo[1], Martin Halaj[1], Adam Benčat[1], Dávid Vranský[1]

[1]*Strojnícka fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave*

Mail: gregor.starinsky@stuba.sk

Digitalizácia metrologických procesov predstavuje významný trend súčasnej modernizácie meracích systémov, ktorý zásadne ovplyvňuje spôsob získavania, spracovania a vyhodnocovania experimentálnych údajov. Cieľom príspevku je analyzovať vplyv digitalizácie metrologických reťazcov na kvalitu, spoľahlivosť a neistotu merania fyzikálnych veličín so zreteľom na prechod od analógových metód k digitálnemu zberu a spracovaniu dát [1; 2].

Súčasťou analýzy je posúdenie využitia digitálnych snímačov a automatizovaných meracích systémov z hľadiska opakovateľnosti merania, eliminácie vybraných zdrojov ľudskej chyby a efektívnosti spracovania nameraných údajov. Osobitná pozornosť je venovaná zmenám v bilancii neistôt pri prechode na digitálne metrologické reťazce a identifikácii nových zdrojov neistoty súvisiacich s digitalizáciou meracieho procesu [2; 3]. Výsledky poukazujú na výrazný potenciál digitálnych technológií pri zvyšovaní efektivity a reprodukovateľnosti merania, zároveň však zdôrazňujú význam správnej kalibrácie, verifikácie meracích systémov a kritickej interpretácie získaných údajov [4].

Príspevok poukazuje na potrebu systematického prepájania moderných digitálnych technológií s princípmi metrológie s cieľom zabezpečiť sledovateľnosť, porovnateľnosť a vysokú dôveryhodnosť výsledkov fyzikálnych meraní.

Poďakovanie: Príspevok vznikol s podporou projektov CAC-01-26, KEGA 025STU-4/2024, KEGA 028STU-4/2026, KEGA 037STU-4/2026 a VEGA 1/0363/26. Autori ďakujú Strojníckej fakulte STU v Bratislave za vytvorenie podmienok na realizáciu vedeckovýskumných a experimentálnych aktivít a za odbornú a technickú podporu.

Literatúra:

[1] PALENČÁR, R.; WIMMER, G.; PALENČÁR, J.; WITKOVSKÝ, V. Navrhovanie a vyhodnocovanie meraní. 1. vyd. Bratislava Spektrum STU 2021. 160 s. Edícia vysokoškolských učebníc. ISBN 978-80-227-5080-6.

[2] HALAJ, M.; SAMMARAH, G. Digitalizácia v priemyselnej metrológii - úvod. In Metrológia a skúšobníctvo. Roč. 26, č. 2 (2021), s. 3 - 8. ISSN 1335-2768.

[3] SLEZÁK, M.; HALAJ, M. The digitalisation of a national metrology system. In Kvalita Inovácia Prosperita = Quality Innovation Prosperity. Vol. 27, iss. 3 (2023), s. 75 - 88. ISSN 1335-1745.

[4] KELEMENOVÁ, T.; DOVICA, M. Kalibrácia meradiel. 1. vyd. Košice: TU v Košiciach. Edícia vedeckej a odbornej literatúry, 2016. 232 s. ISBN 978-80-553-3069-3.

Číslo abstraktu: **173**

Metrologická nadväznosť pri meraní elektrických veličín

Tomáš Čamaj[1], Jan Rybář[1], Patrik Balaskó[1], Adam Benčat[1], Dávid Vranský[1], Jozef Leja[1]
[1]*Strojnícka fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave*
Mail: tomas.camaj@stuba.sk

Metrologická nadväznosť zabezpečuje spoľahlivosť a medzinárodnú porovnateľnosť výsledkov meraní. V oblasti elektrických meraní sa realizuje prostredníctvom hierarchie etalónov [1], ktorá prepája primárne kvantové realizácie jednotiek so sekundárnymi a pracovnými etalónmi využívanými pri kalibrácii [2].

Príspevok sa zaoberá štruktúrou metrologickej nadväznosti v oblasti elektrických veličín so zameraním na prenos jednotiek, kalibračné väzby a vyhodnocovanie neistôt na jednotlivých úrovniach metrologického systému. Súčasťou je identifikácia dominantných zdrojov neistôt a analýza vplyvu prevádzkových a environmentálnych faktorov na stabilitu a reprodukovateľnosť výsledkov meraní.

Ďalej sa porovnávajú tradičné postupy realizácie jednotiek s modernými kvantovými realizáciami založenými na Josephsonovom a Hallovom efekte, ktoré umožňujú realizáciu jednotiek elektrického napätia a elektrického odporu s veľmi nízkou neistotou a vysokou dlhodobou stabilitou [2; 3]. Tieto prístupy prispievajú k znižovaniu systematických zložiek neistoty v metrologickom reťazci.

Z vykonanej analýzy vyplýva, že metrologická nadväznosť predstavuje základný predpoklad zachovania konzistencie elektrických meraní, pričom kvantové realizácie jednotiek významne zvyšujú presnosť, spoľahlivosť a medzinárodnú porovnateľnosť výsledkov v priemyselných aj vedeckých aplikáciách.

Poďakovanie: Príspevok vznikol s podporou projektu KEGA číslo 028STU-4/2026 „Implementácia moderných vzdelávacích metód založených na vedecko-technickom prístupe k metrologickému zabezpečeniu mestských dráh“ a projektu ČABELKA CAC-01-26 „Výskum a validácia etalónov pre účely zabezpečenia metrologickej nadväznosti prístrojov s meracou funkciou v zdravotníctve“. Autori tiež ďakujú Strojníckej fakulte Slovenskej technickej univerzity v Bratislave za podporu pri spracovaní tohto príspevku.

Literatúra:

[1] TESAŘ, J. Státní etalony České republiky. Praha: Český metrologický institut, 2013. ISBN 978-80-905619-1-5.

[2] BOHÁČEK, J. Metrologie. 3. přepracované vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2019. ISBN 978-80-01-06612-6.

[3] SEDLÁK, B. a ŠTOLL, I. Elektřina a magnetismus. Vydání čtvrté, v Nakladatelství Karolinum třetí. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2024. ISBN 978-80-246-5810-0.

Číslo abstraktu: **170**

Underexplored Spectral Regions: High-Order Raman Features Reveal Surface Molecule-metal Complex Formation

Ivan Kopal[1], Matěj Kmetík[2], Pavel Matějka[2], Marek Piliarik[1], Marcela Dendisová[2]

[1]*Institute of Photonics and Electronics, Czech Academy of Sciences*

[2]*Department of Physical Chemistry, University of Chemistry and Technology Prague*

Mail: kopal@ufe.cz

Surface-enhanced Raman scattering (SERS) is a powerful spectroscopic technique that exploits plasmon-induced electromagnetic field enhancement on metallic nanostructures to reveal detailed molecular information from very small numbers of molecules. However, most SERS studies focus on the spectral region below 2000 cm^{-1}, while higher-order vibrational features such as overtones and combination bands remain largely unexplored despite their potential to provide additional insight into molecule-metal interactions.

Here, we demonstrate that these weak spectral features can serve as sensitive probes of molecular transformations and complex formation at plasmonic metal surfaces. As a model system, 4-aminobenzenethiol (4-ABT) adsorbed on highly enhancing silver substrates was investigated using excitation wavelengths of 455, 532, 633, and 780 nm.

By reconstructing high-order spectral features from fundamental molecular vibrations, we identify the origin of bands beyond the conventional SERS range. The results show that these transitions arise from surface-generated 4,4′-dimercaptoazobenzene (4,4´-DMAB) rather than the original 4-ABT molecules. Their excitation-wavelength dependence reflects changes in surface transformation efficiency and in the electronic properties of the adsorbed molecular species [1].

The observation of these normally weak vibrational signatures in a non-resonant system reveals how molecule-metal interactions can modify optical responses and activate new scattering pathways. These findings demonstrate that spectral regions above 2000 cm^{-1}, often neglected in routine SERS analysis, contain valuable information about surface chemistry, molecular transformations, and light-matter interactions at plasmonic interfaces.

References

[1] Kopal I.; Kmetík, M.; Matějka, P.; Piliarik, M.; Dendisová, M. Reconstructing High-Order SERS Transitions in an Overlooked Spectral Region Reveals Surface Complex Formation, Commun. Chem. 2026, Article in press.

Číslo abstraktu: **181**

Vplyv tunelovania na kvantový stav bariéry: model dvoj-časticového vlnového balíka

Roman Michelko[1], Peter Bokes

[1]*Ústav jadrového a fyzikálneho inžinierstva, Fakulta elektrotechniky a informatiky STU v Bratislave*

Mail: roman.michelko@stuba.sk

V práci sa skúma rozptyl dvoch rozlíšiteľných častíc s nerovnakými hmotnosťami a vzájomnou krátkodosahovou interakciou. Cieľom je kvantifikovať vplyv tunelujúcej častice („projektilu“) na kvantovomechanický stav častice tvoriacej bariéru („bariéry“). Ukazuje sa, že stavy častice-bariéry sú po prechode (tunelovaní) alebo odrazení projektilu posunuté o vzdialenosť, ktorá pozostáva z klasického rovnomerného pohybu a dodatočného posunutia. Toto dodatočné posunutie je determinované deriváciou fázy amplitúdy prechodu, resp. odrazu, násobenej faktormi závislými od hmotností jednotlivých častíc. Získané teoretické výsledky sú demonštrované na numerickom príklade s rezonančnou interakciou medzi projektilom a bariérou. Práca poukazuje na fyzikálne dôsledky konceptu fázového časového oneskorenia, ktoré sa prejavujú vo forme posunutí častíc, pričom tieto posunutia sú v princípe experimentálne merateľné. R. Micheko a P. Bokes, Phys. Rev A 112, 01227 (2025).

Práca bola vypracovaná s finančnou podporou projektu Kultúrnej a edukačnej agentúry Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky KEGA č. 006STU-4/2025 a s finančnou podporou projektu Vedeckej grantovej agentúry Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky VEGA č. 1/0278/25.

Číslo abstraktu: **183**

Optical radiometry of light-emitting materials: Determining quantum yield and power efficiency of luminophores

Jan Valenta[1]

[1]*Charles University, Faculty of Mathematics and Physics, Prague*

Mail: jan.valenta@mff.cuni.cz

Highly efficient photoluminescent (PL) (fluorescent) materials – often based on semiconductor quantum dots or organic dyes are important many applications from lighting (luminophors, phosphors) to solar-light harvesting (luminescent converters and concentrators). In this contribution, we present our innovative radiometry set-ups and methods, namely the portable set-up for determination of yield and efficiency of luminescent materials directly under the solar-illumination [1]. This portable set-up is currently applied for studies of the day-time radiative-cooling layers fabricated in our laboratory or from external suppliers. We are developing methodologies for the most relevant and complete optical characterization of tested materials necessary for modelling and assessment of these materials. Other laboratory radiometry set-ups (mostly including integrating spheres [2]) were developed for measurement of absolute quantum yield over broad spectral range and enable to solve some difficult tasks, like e.g. the measurements of anti-Stokes luminescence quantum yield [3].

This project was supported by the Czech Science Foundation (project 23-06.

[1] J. Valenta, A. Fucikova, M. Greben, H. Saeed Khan, R. Paolini, S. Garshasbi, M. Santamouris: Radiometric characterization of daytime luminescent materials directly under the solar illumination. AIP Advances 14, 105113 (2024).

[2] Jan Valenta: Integrační koule – podivuhodně jednoduchý a užitečný optický prvek. Čs. čas. fyz. 76, 188–195 (2026).

[3] J. Valenta, M. Greben, T. Takagi, M. Vacha: Photoluminescence Emitter with 100% Power Efficiency – The Key Role of the Absorption Edge in CsPbBr3 Perovskite Quantum Dots. ACS nano 20, 14709–14716 (2026).

Číslo abstraktu: **191**

Nestlačiteľný Tonerov-Tuov model: Renormalizačno-grupová analýza režimu s potlačenými advekčnými účinkami

Dominik Husz[1], Michal Hnatič[2], Tomáš Lučivjanský[2], Lukáš Mižišin[3], Matej Kecer[3]

[1]*Pavol Jozef Šafárik University in Košice*

[2]*Institute of Physics, Faculty of Science, P. J. Šafárik University, Park Angelinum 9, 040 01 Košice, Slovakia*

[3]*Bogolyubov Laboratory of Theoretical Physics, Joint Institute for Nuclear Research, 141980 Dubna, Russian Federation*

Mail: dominik.husz@gmail.com

V tejto práci sa venujeme štúdiu kritického správania nestlačiteľného Tonerovho-Tuovho modelu pomocou metód renormalizačnej grupy v rámci teórie poľa. Ako prvý krok k úplnej analýze modelu v priblížení dvoch slučiek skúmame režim, v ktorom sú potlačené advekčné účinky. Takýto prístup umožňuje zachovať základné mechanizmy relaxačnej dynamiky a lokálneho usporiadania, ktoré sú charakteristické pre Tonerovu-Tuovu teóriu, pričom súčasne vedie k výraznému zjednodušeniu diagramatického rozvoja. Prakticky potlačenie advekčného člena vedie k dynamike analogickej Aktívnemu Modelu A, pričom sa zachováva interpretácia skúmaného systému ako špecifického režimu Tonerovho-Tuovho modelu.

V rámci schémy minimálneho odčítania vyhodnocujeme všetky príspevky s ultrafialovými divergenciami v dvoch slučkách k príslušným 1-časticovým ireducibilným Greenovým funkciám a určujeme zodpovedajúce renormalizačné konštanty. Následne vypočítame anomálne dimenzie, beta-funkcie, pevné body a kritické exponenty do druhého rádu v rozvoji podľa parametra $\varepsilon = 4 - d$. Získané výsledky ukazujú, že dvojslučkové výpočty spresňujú hodnotu exponentu ν a zároveň prispievajú prvými nenulovými príspevkami ku kritickým exponentom η a z, pričom nemenia kvalitatívny obraz kritického správania. Netriviálny aktívny pevný bod zostáva infračerveno stabilný pre dimenzie menšie ako horná kritická dimenzia $d_c = 4$. Predložená analýza zároveň predstavuje metodický základ pre budúce dvojslučkové štúdium úplného nestlačiteľného Tonerovho-Tuovho modelu so zachovanými advekčnými členmi.

Číslo abstraktu: **192**

Effect of Metal Organic Framework (MOF) on Structural and Thermal Properties of Soft Matter

Sergej Iľkovič[1], Vikas Rathour[2], M. S. Gaur[1,2]

[1]*Faculty of Humanities and Natural Sciences, Prešov University, Prešov, 08001 Slovak Republic*

[2]*Department of Physics, Hindustan College of Science and Technology, Farah, Mathura, 281122 U.P., India, India*

Mail: sergej.ilkovic@unipo.sk

The polymers are very sensitive and good category of soft matter because they are made of long, flexible molecular chains held together by weak intermolecular forces, materials, and easily deform under external forces or room-temperature thermal fluctuations. Combining Metal-Organic Frameworks (MOFs) with soft matter like polymers is wonderful because it carries the ultrahigh porosity and catalytic design of rigid crystals with the flexibility, processability, and mechanical robustness of soft polymers. This creates hybrid materials that overcome the individual limitations of both. The main differences between the nature of MOFs and polymers have motivated efforts to hybridize crystalline MOFs and flexible polymers to produce composites that retain the desired properties of these disparate materials. This study has shown that MOFs can be used to influence polymer structure, and polymers can be used to modulate MOF growth and characteristics. In this study, we have chosen Zn – Metal Organic Frame Work (Zn-MOF) and polyvinylidene fluoride (PVDF) polymer as a soft matter to combine them and develop PVDF-Zn MOF nanocomposites by chemical rout. The 40 µm thick thin film of nanocomposites were prepared to study structural and thermal properties. The structural properties were evaluated by SEM and thermal properties by DSC and TGA. This study suggests the β phase enhancement by incorporation of MOF and presence of γ phase in PVDF nanocomposite matrix.

Číslo abstraktu: **196**

Ordered GaN Nanostructures Fabricated Using Nanosphere Lithography

Ondra Smolík[1], Michal Palič[2], Pavel Hubík[3], Tomáš Hubáček[4], František Hájek, Halyna Kozak[5]

[1]*Institute of Physics, Czech Academy of Sciences, Gymnázium Opatov, Prague, Czech Republic, EU*

[2]*Institute of Physics, Czech Academy of Sciences, Czech Technical University in Prague*

[3]*Institute of Physics CAS*

[4]*Institute of Physics CAS, v.v.i.*

[5]*Institute of Physics, Czech Academy of Sciences*

Mail: palic@fzu.cz

Nanosphere lithography (NSL) is a versatile and well-known method, which is suitable for the fabrication nanostructures over a large area The NSL offers several advantages over the other lithographical methods such as high throughput, while also being low-cost [1]. NSL is commonly used to fabricate an array of ordered triangular nanostructures, which originate from deposited metal material onto the interstices between the closely packed spheres [2]. The size and density of the triangular nanostructures depend on the size of the nanospheres used. In this work the polystyrene spheres ranging from 2 µm to 200 nm in diameter were used to fabricate an array of GaN triangular nanostructures.

The whole fabrication process consists of deposition of the polystyrene spheres over the GaN sample, followed by metal deposition to cover the whole sample and the spheres lift-off to expose the material beneath. The sample is then etched SiCl4/Ar plasma to facilitate formation of the trigonal nanostructure [3].

[1] P. COLSON, C. HENRIST, and R. CLOOTS, ‘Nanosphere Lithography: A Powerful Method for the Controlled Manufacturing of Nanomaterials’. Journal of Nanomaterials. Jan. 2013, vol. 2013, no. 1, p. 948510. Available from: https://doi.org/10.1155/2013/948510. J. GUANG et al. ‘Flexible and Speedy Preparation of

[2] J. GUANG et al. ‘Flexible and Speedy Preparation of Large-Scale Polystyrene Monolayer through HemisphericalDepression-Assisted Self-Assembling and Vertical Lifting’. ACS Appl. Polym. Mater. Apr. 2023, vol. 5, no. 4, pp. 2674–2683. Available from: https://doi.org/10.1021/acsapm.2c02245.

[3] S. J. PEARTON, R. J. SHUL, and F. REN. ‘A Review of Dry Etching of GaN and Related Materials’. MRS Internet j. nitride semicond. res. 2000, vol. 5, no. 1, p. e11. Available from: https://doi.org/10.1557/S1092578300000119.

Číslo abstraktu: **199**

Luminiscenční vlastnosti nových scintilačních struktur na bázi vícenásobných kvantových jam odvozených od heterostruktur InGaN/GaN

Andreas Wolf[1], Vítězslav Jarý[1], Tomáš Hubáček[2], Jan Batysta, Alice Hospodková[3]

[1]*Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Cukrovarnická 10/112, 162 00 Praha 6*

[2]*Institute of Physics CAS, v.v.i.*

[3]*FZÚ AVČR, v.v.i., Cukrovarnická 10, Praha 6*

Mail: wolfan@fzu.cz

Výzkum heterostruktur InGaN/GaN, zejména ve formě nanosloupců, zaznamenal v posledních letech značný rozmach, primárně s ohledem na jejich aplikace v LED diodách. Nicméně, unikátní vlastnosti těchto materiálů, jako je vysoká radiační odolnost a velmi rychlá luminiscenční odezva v řádech nanosekund, otevírají dveře i pro další inovativní využití, například v oblasti scintilačních materiálů [1, 2]. Tyto charakteristiky jsou obzvláště cenné pro medicínské aplikace jako je pozitronová emisní tomografie s měřením doby letu (ToF-PET), kde je rychlá detekce a vysoké časové rozlišení klíčové pro přesnou diagnostiku [2]. Pro plné využití potenciálu struktur InGaN/GaN v aplikacích vyžadujících detekci ionizujícího záření, např. v průmyslu, je zásadní detailní pochopení a optimalizace jejich luminiscenčních vlastností, zejména doby života.

V této studii se zaměřujeme na charakterizaci fotoluminiscenčních dosvitů nových scintilačních struktur na bázi vícenásobných kvantových jam InGaN/GaN (MQW). Struktury byly rostlé za pomoci organokovové epitaxe z plynné fáze (MOVPE). Měření byla prováděna pomocí časově rozlišené fotoluminiscenční spektroskopie (TRPL) na speciálně upraveném spektrofluorometru 5000M (Horiba Jobin Yvon). Jako excitační zdroj byla použita nanosekundová pulzní dioda nanoLED v režimu počítání jednotlivých fotonů závislých na čase. Detekce byla realizována pomocí jednomřížkového monochromátoru a fotonásobiče TBX-04 (HORIBA Scientific). Pro přesné určení reálných parametrů naměřených dosvitových křivek byla použita dekonvoluce s instrumentální odezvou přístroje, a to pomocí softwarového balíčku SpectraSolve (Ames Photonics).

[1] T. Hubáček et al., CrystEngComm, 2019, 21(2), 356-362

[2] V. Jarý et al., IEEE Transactions on Nuclear Science, 2020, 67(6), 974-977.

Číslo abstraktu: **200**

Vliv masky na morfologii a optické vlastnosti InGaN/GaN mikrodrátů

Andreas Wolf[1], Ondra Smolík[2], František Hájek[1], Tomáš Hubáček[3], Vlastimil Jurka[1], Eduard Hulicius[1], Alice Hospodková[4]

[1]*Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Cukrovarnická 10/112, 162 00 Praha 6*

[2]*Institute of Physics, Czech Academy of Sciences, Gymnázium Opatov, Prague, Czech Republic, EU*

[3]*Institute of Physics CAS, v.v.i.*

[4]*FZÚ AVČR, v.v.i., Cukrovarnická 10, Praha 6*

Mail: wolfan@fzu.cz

Heterostruktury InGaN/GaN jsou základem moderních polovodičových technologií, nacházející široké uplatnění v LED diodách, výkonové elektronice a dalších oblastech od 90. let 20. století. Jejich využití je však často limitován omezenou tloušťkou aktivních vrstev (maximálně stovky nanometrů) u planárních struktur, kde snaha o zvýšení tloušťky vede k výraznému poklesu krystalové kvality [1]. Pro mnohé aplikace, včetně scintilačních detektorů, je přitom nezbytná tloušťka aktivní oblasti přesahující 1 μm [1, 2]. V posledních letech se proto intenzivně zkoumají InGaN/GaN heterostruktury, zejména ve formě mikrodrátů, které nabízejí řešení těchto omezení [3, 4]. Nejprve jsou připraveny GaN mikrodráty, na jejichž bočních stěnách tvořených nepolárními rovinami je následně připravena heterostruktura InGaN/GaN. Jelikož dráty mohou dosahovat výšky několika mikrometrů, dochází ke zvýšení efektivní tloušťky InGaN/GaN heterostruktury pro vysokoenergetické záření dopadající podél osy drátů [2, 5]. Další významnou výhodou je velmi rychlá rekombinace nosičů v nepolárních strukturách InGaN/GaN, která je důsledkem absence vnitřního elektrického pole. Tyto vlastnosti činí uvedené struktury velmi perspektivními pro využití ve scintilačních detektorech.

V této práci jsme studovali vliv různých typů masek používaných při růstu GaN mikrodrátů metodou organokovové epitaxe z plynné fáze (MOVPE) na jejich morfologii. Masky byly připravené fotolitografií na substrátech SiNx/safír. Zkoumali jsme, jak růstové parametry a design masky ovlivňují růstové mechanismy a vlastnosti mikrodrátů. Pomocí skenovací elektronové mikroskopie (SEM), luminiscenčních metod a dalších analytických technik jsme poté hodnotili jejich morfologii a optické vlastnosti.

[1] T. Hubáček et al., CrystEngComm, 2019, 21(2), 356-362.

[2] V. Jarý et al., IEEE Transactions on Nuclear Science, 2020, 67(6), 974-977.

[3] X. Yuan et al., Applied Physics Reviews, 2021, 8(2), 021302.

[4] J. Meier and G. Bacher, Materials, 2022, 15(5), 1626.

[5] A. Hospodková et al., ACS Applied Optical Materials, 2026, 4(3), 730–740.

Číslo abstraktu: **208**

Molybdenum Carbide Based Superconducting Micro-strip Single-Photon Detectors

Pavol Neilinger[1], Noor Ul Huda[1], Miroslav Grajcar[1], Samuel Kern[1], Martin Baránek[1]

[1]*Department of Experimental Physics, Comenius University, SK-84248 Bratislava, Slovakia*

Mail: pavol.neilinger@fmph.uniba.sk

Superconducting microstrip single-photon detectors (SMSPDs) consist of a micrometer-wide strip of a strongly disordered superconductor biased with a current close to its critical value. Recently, a single-photon detection efficiency exceeding 90% at a wavelength of 1550 nm was demonstrated [1]. Compared to their more mature counterparts, superconducting nanowire single-photon detectors (SNSPDs), which require electron-beam lithography for nanopatterning, SMSPDs can be fabricated using conventional photolithography. This offers the potential for improved fabrication yield, which is crucial for the realization of large-area detectors and detector arrays with high pixel counts. The performance of SMSPDs is strongly influenced by the properties of the superconducting film, including its superconducting and optical characteristics, as well as its suitability for lithographic processing.

Here, we present the first demonstration and characterization of an SMSPD fabricated from molybdenum carbide (MoC) thin films using maskless laser lithography and plasma etching. The MoC films were deposited by magnetron sputtering. The optical properties of the films were characterized by spectroscopic ellipsometry over a broad spectral range extending from the infrared to the ultraviolet. These properties are important for two reasons: they directly affect the photolithographic process and influence the absorption efficiency of the detector. Furthermore, the optical conductivity of strongly disordered MoC films is significantly modified by quantum corrections [2], providing insight into the electronic properties of the material. The superconducting properties and photon detection efficiency of the fabricated devices were investigated in a 3He/4He dilution refrigerator at temperatures down to 30 mK under flood-illumination conditions.

[1] G. Z. Xu et al., Photonics Research 9, 958 (2021).

[2] P. Neilinger et al., Physical Review B 100, 241106 (2019).

Číslo abstraktu: **210**

Nelineární permitivita jako citlivá sonda rozhraní kov–elektrolyt

Pavel Mokrý[1], Vojtěch Lindauer[2], Vít Kosina[1]

[1]*FMIM, Technická univerzita v Liberci*

[2]*Ústav biomedicíny a radiologie, Fakulta zdravotnických studií, Technická univerzita v Liberci, Studentská 1402/2, 46017*

Mail: pavel.mokry@tul.cz

Na rozhraní kovu a elektrolytu vzniká elektrická dvojvrstva, jejíž struktura zásadně ovlivňuje elektrickou odezvu celého systému. Běžná lineární impedanční spektroskopie je k dějům na tomto rozhraní velmi citlivá, samotná lineární odezva však často neumožňuje jednoznačně určit jejich fyzikální původ ani parametry rozhraní. Další nezávislou informaci může poskytnout měření nelineární permitivity.

V prostředí COMSOL Multiphysics je numericky modelována elektrická odezva rozhraní kov–elektrolyt zahrnující kompaktní Sternovu vrstvu a difuzní iontovou vrstvu. Při harmonickém napěťovém buzení s proměnnou amplitudou a stejnosměrným předpětím je sledována amplitudová závislost efektivní permitivity, diferenciální kapacity a harmonických složek proudu. Parametrická studie je zaměřena zejména na vliv efektivní tloušťky a permitivity Sternovy vrstvy.

Numerické simulace demonstrují, že nelineární složka odezvy vykazuje výraznou a charakteristickou citlivost na změny parametrů rozhraní, která není obsažena v samotné lineární permitivitě. Kombinace lineární a nelineární odezvy proto může zpřesnit identifikaci parametrů elektrické dvojvrstvy. Poster představí použitý model, způsob vyhodnocení nelinearity a mapy citlivosti elektrické odezvy na vybrané parametry rozhraní kov–elektrolyt.

Číslo abstraktu: **218**

Spectroscopic study of a solid–water interface

J. Pokorný[1], A. Theodorou[2] and S. Mironov[1]

[1]*Institute of Physics of the Czech Academy of Sciences, 18200 Prague 8, Czech Republic*
[2]*Institute of Chemistry and Technology of Environmental Protection, Faculty of Chemistry, Brno University of Technology, 61200 Brno, Czech Republic*
Mail: pokorny@fzu.cz

Solid–liquid interfaces are critical components in batteries, electrolytic capacitors, and various electrochemical systems. To enhance the performance of next-generation devices, understanding macroscopic and microstructural properties of the interface is a fundamental requirement.

Interfacial water can exhibit distinct structural and dynamic properties influenced by surface hydrophilicity, charge, ion distribution, and functional groups through hydrogen bonding, dipole, and van der Waals interactions [1–3]. In this study, Raman and ATR-IR spectroscopy was used to investigate water dynamics near Nafion tubes. H_2O and D_2O spectra at various distances from the interface, providing insights into water dynamics near hydrophilic materials.

Further efforts will involve integrating advanced dielectric techniques such as broadband electrochemical impedance spectroscopy and nonlinear permittivity measurements with optical methods such as surface plasmon resonance.

Acknowledgements: The work is supported by the Czech Science Foundation (GAČR), project No. 26-22841S.

References:

[1] S. E.Sanders, H. Vanselous and P. B. Petersen, J. Phys.: Condens. Matter 30, 113001 (2018).

[2] M. R. Uhlig, D. Martin-Jimenez and R. Garcia, Nat. Commun. 10, 2606 (2019).

[3] C. Totland and W. Nerdal, J. Phys. Chem. C 120, 5052–5058 (2016).

Číslo abstraktu: **214**

Synergistic effects of additives and growth kinetics on high-temperature REBCO-Ag bulks superconductors

Veronika Kuchárová[1], Pavel Diko[1], Monika Radušovská[1], Liudmila Vojtková[1], Daniela Volochová[1]

[1]*Institute of Experimental Physics, Kosice*

Mail: kucharova@saske.sk

Bulk high-temperature REBa2Cu3Ox (REBCO, where RE is a rare-earth element) superconductors are promising materials for a wide range of practical applications, including NMR and MRI systems. This work focuses on the preparation and characterization of EuBCO-Ag and GdBCO-Ag bulk superconductors fabricated in air by top-seeded melt growth (TSMG) and single-direction melt growth (SDMG) processes.

In TSMG-grown EuBCO-Ag superconductors, the effects of BaO2 and BaCeO3 additions on the microstructure and superconducting properties were investigated. BaCeO3 was found to significantly influence the size and distribution of Eu211 particles (Eu2BaCuO5), which play a key role in magnetic flux pinning, while BaO2 mainly contributed to the optimization of the superconducting phase. An optimized composition resulted in improved critical current density, trapped magnetic field, and levitation force. In addition, a series of EuBCO-Ag superconductors with different Eu211 additions was studied. The results showed that a higher growth rate promotes a more uniform distribution of Eu211 particles and leads to high values of trapped magnetic field. GdBCO-Ag bulk superconductors were prepared using the SDMG method, which enables unidirectional crystal growth from a large-area seed. Although the SDMG process produced a relatively homogeneous structure, the resulting properties were strongly affected by increased porosity and the macroscopic redistribution of Gd211 particles (Gd2BaCuO5) during crystal growth.

Overall, the results demonstrate the importance of secondary phase composition, particle distribution, porosity, and growth conditions in controlling the microstructure and superconducting performance of bulk REBCO-Ag superconductors.

Číslo abstraktu: **189**

Rozvoje Taylorového typu s voľnými parametrami

Andrej Liptaj[1]
[1]*Fyzikálny ústav SAV, v. v. i., Bratislava, Slovensko*
Mail: andrej.liptaj@savba.sk

Aproximácie a rozvoje funkcií sú základným nástrojom pri matematickom modelovaní fyzikálnych systémov. Niektoré z nich sú tzv. Taylorového typu, založené na reprodukcii derivácií funkcie v bode rozvoja. Okrem Taylorových radov tu môžeme spomenúť Padého racionálne funkcie, Neumannove rady Besselových funkcií, Lambertove rady a iné. V našej práci sme sa zaoberali konštrukciou rozvojov tohto typu, ktoré sú založené na substitúcii do obyčajných mocninových radov: premennú x nahradíme funkciou g(x), pričom do definície g(x) vložíme viacero voľných parametrov. Tým získame nekonečné parametrické množiny aproximácií: každá aproximácia nezávisle na hodnote parametrov spĺňa Taylorovu vlastnosť, pričom parametre môžeme využiť na vyladenie iných vlastností. Tento prístup nám dovoľuje získať širokú triedu vlastností, napríklad urýchliť konvergenciu, zväčšiť oblasť konvergencie, reprodukovať body vetvenia a rezy, použiť numerickú optimalizáciu na získanie najlepšieho priblíženia zvolenej funkcie na danom intervale a podobne. Uvádzame konkrétne príklady šiestich funkcií, z ktorých každá má päť voľných parametrov.

Poďakovanie: Príspevok vznikol s podporou projektu VEGA číslo 2/0084/25.

Číslo abstraktu: **209**

Genuine multipartite entanglement: detection and activation

Olga Leskovjanová[1]
[1]*Katedra optiky, PřF, UPOL*
Mail: olga.leskovjanova01@upol.cz

Genuine multipartite entanglement (GME), a special type of quantum correlation involving all parts of a composite system, is one of the central topics of quantum information theory. Detecting and preparing GME are challenging tasks, especially as the number of parts of the system increases.

We present results from three papers investigating the detection and activation of GME in quantum systems with infinite-dimensional Hilbert spaces. We first study the detection of GME from incomplete information about a quantum system. In particular, we develop two types of criteria that use only selected two-mode correlations. The first is a numerical criterion capable of certifying GME from a set of reduced two-mode subsystems that are themselves not entangled [1]. The second is an experimentally friendly criterion for detecting GME using only a limited number of measurements [2]. Both criteria reduce the scaling of the required information or number of measurements with the number of system parts from quadratic to linear, opening a way towards the detection of GME in large systems.

We then turn to the activation of GME. During the preparation or transmission of a multipartite quantum state, entanglement may be weakened, and GME can be lost. In some cases, however, GME can be restored by using multiple copies of the state instead of a single copy. We investigate this phenomenon of multi-copy activation of GME in infinite-dimensional systems and identify conditions under which GME can be activated [3].

References:

[1] Nordgren et al., Phys. Rev. A 106, 062410 (2022).

[2] Leskovjanová and Mišta, Quantum 9, 1837 (2025).

[3] Baksová et al., Quantum 9, 1699 (2025).

Číslo abstraktu: **166**

Napínanie trolejového vedenia ako fyzikálny problém teplotnej rozťažnosti materiálov

Peter Onderčo[1], Jan Rybář[1], Rastislav Vajgel[2]

[1]*Strojnícka fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave*

[2]*Dopravný podnik Bratislava, a. s.*

Mail: peter.onderco@stuba.sk

Napínanie trolejového vedenia v koľajovej doprave predstavuje dôležitý technický proces zabezpečujúci spoľahlivú prevádzku električkových dráh. Jeho fyzikálne princípy vychádzajú najmä z vlastností materiálov, predovšetkým z teplotnej rozťažnosti kovov, ktorá spôsobuje zmeny dĺžky trolejového vedenia v závislosti od teploty [1]. Pri zvyšovaní teploty dochádza k predlžovaniu trolejového vedenia, čo môže viesť k jeho preveseniu a zníženiu jeho výšky, zatiaľ čo pri poklese teploty sa vedenie skracuje a zvyšuje sa mechanické napätie vodiča. Tieto javy majú významný vplyv na bezpečnosť a funkčnosť systému, najmä z hľadiska kontaktu medzi zberačom prúdu a trolejovým vedením.

Adaptácia na zmeny ročných období a počasia sa realizuje pomocou napínacích zariadení, ktoré automaticky kompenzujú zmeny dĺžky vedenia. Tieto systémy zabezpečujú konštantné mechanické napätie trolejového vedenia nezávisle od aktuálnych klimatických podmienok. Dôležitým faktorom je aj návrh optimálnej výšky vedenia, ktorý musí zohľadňovať maximálne prípustné výkyvy spôsobené teplotnými zmenami.

Správne dimenzovanie a údržba napínacích mechanizmov sú nevyhnutné pre minimalizáciu porúch a zabezpečenie dlhej životnosti systému. Integrácia fyzikálnych poznatkov do praxe tak umožňuje efektívne riadenie prevádzky trolejových vedení v rôznych environmentálnych podmienkach [2].

Poďakovanie: Príspevok vznikol s podporou projektu KEGA 028STU-4/2026 „Implementácia moderných vzdelávacích metód založených na vedecko-technickom prístupe k metrologickému zabezpečeniu mestských dráh“. Autori ďakujú Strojníckej fakulte STU v Bratislave a spoločnosti Dopravný podnik Bratislava, a. s., za odbornú a materiálnu podporu pri spracovaní príspevku. Poďakovanie patrí aj Matiasovi Vajgelovi za vypracovanie posterovej prezentácie k tomuto príspevku. Záverom autori ďakujú za podporu projektov VEGA 1/0363/26 a KEGA 037STU-4/2026.

Literatúra:

[1] ĎURIŠ, Stanislav; PALENČÁR, Rudolf; KNOROVÁ, Renáta. Metrológia teploty. Bratislava: Nakladateľstvo STU, 2013. 165 s. ISBN 978-80-227-4019-7.

[2] ONDERČO, Peter; RYBÁŘ, Jan; LEJA, Jozef; KOLLÁR, Karol; VAJGEL, Rastislav. Prístupy k vyhodnoteniu neistôt merania výšky a kľukatosti trolejového vedenia vzhľadom na stavebno-technickú dokumentáciu električkových tratí. In Metrológia, skúšobníctvo a technické normy. Roč. 30, č. 2 (2025), s. 20 - 25. ISSN 2989-3178.

Číslo abstraktu: **168**

Mechanika kontaktu zberačov trolejbusu a trolejového vedenia

Jan Rybář[1], Rastislav Vajgel[2], Peter Onderčo[1], Jozef Leja[1]
[1]*Strojnícka fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave*
[2]*Dopravný podnik Bratislava, a. s.*
Mail: jan.rybar@stuba.sk

Kontakt medzi zberačom trolejbusu a trolejovým vedením predstavuje interakciu pružného mechanického systému s elektricky vodivým rozhraním, ktorá významne ovplyvňuje stabilitu prenosu elektrickej energie, energetické straty a opotrebenie kontaktných prvkov [1]. Dynamika kontaktu je určovaná zmenami normálovej sily v dôsledku pohybu vozidla, geometrických nerovností trolejového vedenia a vozovky, ako aj elastických vlastností zberačovej sústavy. Pri nedostatočnej kontaktnej sile dochádza k prerušovaniu elektrického spojenia, vzniku elektrických mikrooblúkov a zvýšeniu prechodového odporu, zatiaľ čo nadmerná kontaktná sila zvyšuje trecie straty a urýchľuje opotrebenie uhlíkových kontaktov i trolejového vodiča [1; 2].

Príspevok analyzuje mechaniku kontaktu a elektrický prenos medzi zberačom a trolejovým vedením so zameraním na vplyv kontaktnej sily na kvalitu elektrického spojenia.

Experimentálne merania kontaktnej sily realizované pomocou integrovaných snímačov sily v zberačovej hlave potvrdili, že udržiavanie kontaktnej sily v optimálnom rozsahu znižuje energetické straty a opotrebenie kontaktných prvkov a zároveň zvyšuje stabilitu elektrického spojenia i spoľahlivosť prevádzky trolejbusu. Získané poznatky prispievajú k optimalizácii prevádzkových parametrov zberačovej sústavy a k zvýšeniu energetickej efektívnosti a spoľahlivosti elektrickej trakcie [3].

Poďakovanie: Príspevok vznikol s podporou projektov KEGA číslo 028STU-4/2026 a VEGA číslo 1/0363/26. Autori ďakujú Strojníckej fakulte Slovenskej technickej univerzity v Bratislave a spoločnosti Dopravný podnik Bratislava, a. s., za odbornú a materiálnu podporu. Autori ďakujú aj Matiasovi Vajgelovi za spoluprácu pri príprave posterovej prezentácie.

Literatúra:

[1] RYBÁŘ, Jan; ONDERČO, Peter; BARTALOS, Barnabás. Nastavování přítlaku sběracích hlavic u trolejbusů. In Metrologie. Roč. 34, č. 3 (2025), s. 11 - 14. ISSN 1210-3543.

[2] RYBÁŘ, Jan; ONDERČO, Peter; VAJGEL, Rastislav; BARTALOS, Barnabás. Kontrola a měření trolejbusových tratí. In Metrologie. Roč. 34, č. 1 (2025), s. 1 - 6. ISSN 1210-3543.

[3] ŠIROKÝ, Jaromír. Technologie dopravy. Čtvrté doplněné vydání. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2018. ISBN 978-80-7560-159-9.

Číslo abstraktu: **167**

Radiačný monitoring životného prostredia s využitím Kalmanovej filtrácie

Jozef Leja[1], Jan Rybář[1], Stanislav Ďuriš[1], Helena Šamajová[1], Peter Onderčo[1], Viera Záhonová[1], Andrej Smetánka[1]

[1]*Strojnícka fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave*

Mail: jozef.leja@stuba.sk

Radiačný monitoring gama žiarenia v životnom prostredí poskytuje časový obraz radiačného pozadia a jeho variability. Namerané časové rady však nepredstavujú priamo hladký fyzikálny priebeh pozadia, ale obsahujú aj štatistické fluktuácie, krátkodobé environmentálne vplyvy, sezónne zmeny, výpadky údajov a ojedinelé odľahlé hodnoty. Fyzikálna interpretácia takýchto dát preto vyžaduje postup, ktorý umožňuje rozlíšiť náhodnú variabilitu merania od zmien, ktoré môžu súvisieť s reálnym vývojom radiačnej situácie. Príspevok sa zaoberá spracovaním desaťminútových časových radov dávkového príkonu gama žiarenia z radiačnej monitorovacej siete Slovenského hydrometeorologického ústavu pomocou stavového modelovania a Kalmanovej filtrácie. V navrhnutom prístupe je pozorovaný dávkový príkon opísaný ako zašumená realizácia skrytej, fyzikálne interpretovateľnej úrovne radiačného pozadia. Kalmanov filter sa používa ako rekurzívny algoritmus, ktorý v každom časovom kroku kombinuje predikciu modelu s aktuálnym meraním a poskytuje odhad tejto skrytej úrovne spolu s informáciou o neistote odhadu. Metodika je ilustrovaná na údajoch z lokalít Bratislava, Nitra a Gánovce. Pozornosť je venovaná potlačeniu krátkodobých fluktuácií, zachovaniu fyzikálne významných zmien, rekonštrukcii priebehu počas výpadkov a diagnostike potenciálne odľahlých meraní na základe normalizovaných inovácií filtra. Výsledky ukazujú, že Kalmanova filtrácia predstavuje vhodný nástroj na fyzikálne zrozumiteľnú analýzu radiačného pozadia, pretože umožňuje súčasne sledovať trend, krátkodobé epizódy aj kvalitu samotného časového radu.

Poďakovanie: Príspevok bol podporený projektmi KEGA 028STU-4/2026 a KEGA 016STU-4/2025. Autori zároveň vyjadrujú úprimné poďakovanie Strojníckej fakulte Slovenskej technickej univerzity v Bratislave za podporu a vytvorenie podmienok na realizáciu tejto práce.

Číslo abstraktu: **169**

Jednopixelovou kamerovou k multidimenzionálnímu snímání

Lukáš Klein[1], Karel Žídek[1]
[1]*Ústav fyziky plazmatu, Centrum TOPTEC*
Mail: klein@ipp.cas.cz

Jednopixelová kamera umožňuje pořizovat dvourozměrné obrazy pouze s využitím jednoho snímacího bodu (fotodiody) v kombinaci s prostorovým modulátorem a opakovanými měřeními. Jelikož je veškeré světlo soustředěné do jednoho bodu, je možné tuto fotodiodu nahradit jinými typy detektorů, které mohou získané světlo podrobněji analyzovat. Rekonstrukcí poté můžeme snadno získat vícedimenzionální data, kde každý bod obrazu obsahuje svou charakteristiku.

Při záznamu jednopixelovou kamerou lze také s výhodou využít komprimovaného snímání. Pokud je rekonstruovaný signál dostatečně řídký (většina prvků nulových), lze obraz rekonstruovat z menšího počtu měření, než je počet obrazových bodů. Většina reálných obrazů tento předpoklad splňuje, zpravidla tím, že jsou v nich zastoupeny převážně nízké prostorové frekvence.

V této práci využíváme výše zmíněných principů pro vytvoření jednopixelového mikroskopu, který umožňuje umístěný vzorek pozorovat v několika různých zobrazovacích principech bez nutnosti jeho přesouvání. Mikroskop umožňuje jednoduchou výměnu detektorů a zdrojů světla, čímž lze analyzovat několik různých vlastností vzorku – hyperspektrálně lze zobrazit transmisi vzorku, reflexi nebo rozptyl (v závislosti na natočení), emisi anebo časově rozlišené fluorescenční dohasínání.

Systém využívá jako modulátor zařízení DMD (digital micromirror device) – sestavu mikrozrcátek, z nichž každé se může naklopit v jednom ze dvou směrů (logická 0 nebo 1). Využití obou směrů umožňuje rozšířit rozsah vlnových délek hyperspektrálního zobrazování, pokud je do každého směru napojen spektrometr s jiným rozsahem.

Představený systém představuje jednoduchý a dostupný nástroj schopný zobrazovat velké množství charakteristik pro stejnou oblast vzorku, díky čemuž lze data snadno porovnat a korelovat. To může pomoci lépe pochopit nové materiály a vzorky a zlepšit jejich vývoj.

Číslo abstraktu: **178**

Prediction of simulations results of chrome-nickel anticorrosion sheets forming in 3D space

Jozef Kmec[1]

[1]*Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita*

Mail: jozef.kmec@unipo.sk

The article deals with the prediction of pressability results (distribution of residual stress or plastic strain in the workpiece of different shapes, thickness distribution in the workpiece of different shapes, etc.) of DIN 1.4301 – chromium-nickel anti-corrosion steel suitable for cold forming. For the needs of computer numerical simulation, material parameters for individual sheets were calculated using MATLAB software, and the simulation itself was performed using Comsol Multiphysics software. In this model, a flat metal sheet is pressed onto a curved die with a similarly shaped punch. From a simulation point of view, the problem is significantly nonlinear due to contact, large strain plasticity, and geometric nonlinearity. In order for the solution to be convergent, it is necessary to carefully select the source and target in pairs of contacts, and to use sufficiently small incremental steps to avoid the divergence of the solution. To calculate the thickness of the deformed shape, a non-local projection coupling is used to define the variable th - thickness.

Acknowledgements: This work was supported by project VEGA 1/0407/24

Číslo abstraktu: **182**

Magnetic Inductor Selection for a Class-E RF Power Amplifier

František Onderko[1], Samuel Dobák[1], Logan A. Alvesteffer[2], Kristina M. Lemmer[2], Peter Kollár[1]

[1]*P. J. Šafárik University in Košice, Slovakia*

[2]*Western Michigan University, USA*

Mail: frantisek.onderko1@upjs.sk

Wide-bandgap GaN and SiC power devices have enabled highly efficient RF power electronics operating at elevated switching frequencies, voltages, and temperatures. Combined with optimized circuit design, these devices allow operation beyond the regimes originally specified by their manufacturers. Their availability as low-cost commercial components supports the New Space approach, facilitating the rapid development and iterative optimization of RF power systems for space electric propulsion without the need for specialized electronics. As the performance of semiconductor switching devices continues to improve, the dominant limitations increasingly shift to the magnetic components. This work investigates the optimization of magnetic components in a Class-E RF power amplifier operated at a fixed frequency and constant power delivered to a load. Following electrical tuning, the amplifier is intended for inductively coupled plasma generation. The study focuses on the RF choke, resonant inductor, and matching network inductor, whose magnetic losses and thermal behavior largely determine the overall amplifier efficiency in vacuum conditions. A major challenge is that commercially available magnetic materials are typically characterized under operating conditions that differ substantially from those encountered in high-frequency power amplifiers. Consequently, reliable material selection requires experimental evaluation under realistic electrical, thermal, and high-frequency operating conditions rather than relying solely on manufacturer specifications. The first stage of this work therefore compares selected ferromagnetic and ferrimagnetic cores through thermal characterization during operation in ambient air, providing a rapid and cost-effective screening method before vacuum testing. The proposed methodology combines the selection of state-of-the-art commercially available semiconductor switching devices, simulation-based optimization of the electrical design, and experimental evaluation of magnetic components under representative RF operating conditions. This approach provides a practical pathway toward the development of an optimized Class-E RF power amplifier suitable for subsequent testing with inductively coupled plasma generation.

Funding from the Internal Scientific Grant System of UPJŠ (VVGS-2025-3813) is acknowledged.

Číslo abstraktu: **190**

Physics in Crytur: From Single Crystals to Integrated Opto-electrical Solutions

Jan Kubát[1], Silvia Sýkorová[1], Petr Horodyský[1], Jan Bitman[1], Jana Preclíková[1], Klára Maturová[1]

[1]*Crytur, spol. s r.o.*

Mail: jana.preclikova@crytur.cz

Modern applications in laser technology, particle detection, high power lightning and electron microscopy demand more than state-of-the-art materials; they require complex, custom-engineered systems. This contribution presents Crytur's R&D activities through a unified developmental pathway, spanning from initial single crystal growth to the realization of fully integrated opto-electrical solutions.

At the core of our approach is a highly collaborative, multidisciplinary environment that unites experts in material and high-energy particle physics, thin-film deposition, optics, precision mechanical engineering, and advanced electronics under one roof. This synergy enables us to cover the entire development cycle in-house: from physical modeling and simulations to custom thin-film optical coatings, mechanical design, the development of custom control and readout electronics, and final system integration and testing.

Highlighting our industrial scale, Crytur is the global No. 1 supplier of detection units for electron microscopy, having delivered over 5,000 units in 2022. PwC Company of the Year 2023 in Czechia wiht more than 450 employees, 27 PhDs.

Alongside large-scale serial manufacturing, we specialize in developing unique, highly customized solutions for international research facilities. In high-energy physics, we participate in the integration of complete detection assemblies for electromagnetic calorimetry and tracking at experiments including CMS (CERN), EEEMCAL (EIC- BNL), and PANDA (FAIR). Similarly, we partner with world-class laser centers like HiLASE and ELI (Extreme Light Infrastructure) to develop high-threshold components capable of withstanding extreme optical intensities.

Číslo abstraktu: **215**

Experimental investigation of high-energy surface discharges on rock

Jozef Kúdelčík[1]

[1]*Department of physics, University of Zilina*

Mail: jozef.kudelcik@uniza.sk

High-voltage impulse discharges represent a promising technique for rock fragmentation in electro pulse boring. This research investigates the influence of high-energy electrical discharges on the surface degradation of rock samples immersed in transformer oil under controlled laboratory conditions. A multi-stage Marx generator supplied by a DC high-voltage source was used to generate microsecond impulse voltages. Two electrode configurations were investigated: a needle–needle arrangement for controlled surface discharge propagation and a petal-shaped drilling electrode simulating practical electro pulse boring conditions. Surface degradation was evaluated by optical microscopy, enabling characterization of erosion channels, crater formation, crack propagation, and localized melting. The influence of discharge duration, applied voltage, and discharge current was also analyzed. The experiments demonstrate that increasing discharge energy enhances material removal and promotes the formation of deeper erosion channels and larger surface craters. Higher-energy impulses produce extensive thermo-mechanical damage accompanied by macroscopic cracking.

Acknowledgements: This work was supported by project VEGA 1/0622/24.

Číslo abstraktu: **213**

Elektrostatický coupling na rozhraní ferroelektrika a elektrolytu

Vojtěch Lindauer[1], Pavel Mokrý[2]
[1]*Fakulta Zdravotnických Studií, TUL*
[2]*Fakulta Mechatroniky, Informatiky a Mezioborových Studií, TUL*
Mail: vojtech.lindauer@tul.cz

Za použití našeho nově vyvinutého mean-field modelu elektrické dvojvrstvy pro vysoké potenciály a komplexní roztoky zkoumáme elektrostatické propojení mezi elektrolytem v kontaktu s feroelektrikem. Důraz je kladen na to, jak elektrické pole a indukce ve feroelektriku ovlivňuje profil potenciálu na rozhraní a distribuci nábojů v elektrolytu.

Zatímco feroelektrikum slouží jako zdroj povrchového potenciálu a vázaného náboje, který vede na vznik elektrické dvojvrstvy, vzniklý screening náboj v elektrolytu naopak ovlivňuje depolarizační pole uvnitř pevné vrstvy. Tím vzniká oboustranný coupling mezi polarizací feroelektrika a změnou rozložení iontů v elektrolytu, který vede na netriviální podmínky na rozhraní. Hlavní důraz je kladen na kontinuitu elektrické indukce a z toho plynoucí důsledky.

Model se skládá ze propojení tří domén: pevná látka (feroelektrikum), kondenzovaná (sterická) vrstva v elektrolytu dle Kilic, et al. (2007), která řeší divergenci klasických řešení pro vysoké potenciály, a klasické difúzní vrstvy přizpůsobené komplexnímu roztoku.

Číslo abstraktu: **207**

Vizualizace latentních otisků prstů na nábojnicích pomocí netermálního plazmatu

Iveta Pršalová[1], Vladimír Scholtz[1]
[1]*VŠCHT v Praze*
Mail: prsalovi@vscht.cz

Latentní otisky prstů na kovových površích představují z hlediska konvenčních daktyloskopických metod obtížně zpracovatelný typ stopy. Jedná se o pouhým okem zpravidla neviditelné otisky tvořené látkami přenesenými z povrchu pokožky, které je nutné vhodnou metodou zviditelnit. Jednou z perspektivních alternativ je využití netermálního plazmatu, tedy nerovnovážného ionizovaného plynu umožňujícího ovlivnění povrchu bez jeho výrazného tepelného zatížení. Interakce plazmatu s povrchem nábojnice umožňuje vznik kontrastu mezi oblastmi pokrytými materiálem latentního otisku a okolním povrchem. Přesný mechanismus tohoto procesu však dosud není zcela objasněn.

V rámci experimentální studie bylo zviditelňování latentních otisků studováno výhradně na povrchu nábojnic. Byly porovnány dva plazmové zdroje pracující na principu korónového výboje v geometrii hrot–prstenec a dva typy nábojnic lišící se materiálem povrchu. Současně byl sledován vliv předchozího očištění nábojnic v ultrazvukové lázni s acetonem a použití toxických a netoxických zápalek.

Jako optimální byla za použitých experimentálních podmínek stanovena doba působení plazmatu 50 minut. Nebyl pozorován markantní rozdíl v kvalitě zviditelnění mezi očištěnými a neočištěnými nábojnicemi ani mezi nábojnicemi s toxickými a netoxickými zápalkami.

Výsledky ukazují potenciál netermálního plazmatu jako alternativního přístupu ke zviditelňování latentních otisků prstů na nábojnicích. Získané poznatky představují výchozí bod pro navazující experimenty zaměřené na objasnění mechanismu vzniku kontrastu a optimalizaci parametrů plazmového zdroje s ohledem na reprodukovatelnost metody a její možné využití ve forenzní praxi.

Číslo abstraktu: **216**

PlasmaLab@CTU jako součást komplexního fúzního vzdělávání na FJFI ČVUT

Jana Brotánková[1], Jakub Dlouhý[1], Jan Hečko[1], Jan Čečrdle[1], Filip Šlosárek[1], Vashistha Muralidhara Srivatsa[2], Sona Sabu[2], David Havelka[1], Jan Horáček[3], Václav Sedmidubský[4], Tomáš Plecháček[1], Klára Jeništová[1], Godsfavour Amanekwe[5], Gergo I. Pokol[6]

[1]*Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, ČVUT v Praze*

[2]*European Master of Science in Nuclear Fusion and Engineering Physics – FUSION-EP*

[3]*Ústav fyziky plazmatu AV ČR, Praha*

[4]*Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, ČVUT v Praze, Ústav fyziky plazmatu AV ČR, Praha*

[5]*Laboratory of Plasma Physics, Royal Military Academy, Belgium*

[6]*Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, ČVUT v Praze, University of Technology and Economics, Budapest*

Mail: jana.brotankova@fjfi.cvut.cz

FJFI ČVUT má jako jediná vysoká škola v České republice komplexní kurikulum zaměřené na vzdělávání v oblasti termojaderné fúze, které propojuje teoretickou fyziku plazmatu, fúzní technologie a experimentální výuku. Výjimečné zázemí pro praktickou výuku i v mezinárodním kontextu představuje zejména tokamak GOLEM a laboratoř PlasmaLab@CTU, kde studenti získávají zkušenosti s experimentální fyzikou, diagnostikou plazmatu, vakuovou technikou a zpracováním experimentálních dat. FJFI ČVUT zároveň úzce spolupracuje s Ústavem fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i., což umožňuje propojit výuku s aktuálním výzkumem v oblasti fyziky plazmatu a termojaderné fúze. Významnou součástí vzdělávacích aktivit jsou také akce a experimentální programy zaměřené na veřejnost a na středoškolské studenty, které jim umožňují seznámit se s fyzikou plazmatu a termojadernou fúzí již před nástupem na vysokou školu.

FJFI ČVUT je rovněž aktivně zapojena do mezinárodní fúzní výzkumné a vzdělávací infrastruktury a spolupracuje s významnými mezinárodními organizacemi a sítěmi, včetně evropské asociace pro fúzní vzdělávání FuseNet. Je součástí mezinárodních vzdělávacích programů a podporuje mobilitu studentů i jejich zapojení do evropského fúzního výzkumu. Významným příkladem je účast v mezinárodním studijním programu FUSION-EP, který umožňuje studentům získat specializované vzdělání v oblasti fúzní fyziky a technologií v rámci širší evropské akademické a výzkumné komunity.

PARTNEŘI KONFERENCE

Konference se koná pod záštitou rektora TUL **doc. Ing. Aleše Kocourka, Ph.D.** a předsedy AV ČR **prof. RNDr. Radomíra Pánka, Ph.D.**

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Akademie věd České republiky

Finančně přispěla firma **Crytur, spol. s r.o.**

crytur