

V INTER-UNIVERSITY
PHYSICS
STUDENT
CONFERENCE

BOOK OF ABSTRACTS



Edited by:
Anastasiya Yushchuk,
Karol Orkisz



$$\langle N | \hat{K} | F \rangle$$

April 26-27, 2024

IV INTER-UNIVERSITY
PHYSICS
STUDENT
CONFERENCE

BOOK OF ABSTRACTS



Edited by:
Anastasiya Yushchuk
Karol Orkisz

Published by
Naukowe Koło Fizyków Studentów Uniwersytetu Jagiellońskiego
(Scientific Association of Physics Students)

ISBN: 978-83-958661-0-4

About SMOK | 2024

IV Inter-University Physics Student Conference SMOK 2024 is a hybrid (stationary & online) conference for Bachelor, Master and Doctoral students or graduates of Physics, Astronomy and related majors, organised at the Faculty of Physics, Astronomy and Applied Computer Science at the Jagiellonian University.

As organisers, we aim to provide young researchers with an opportunity to showcase their discoveries and ideas, to familiarise themselves with current results of other participants. Our goal is to unite enthusiasts of science from different universities and even different countries, who can inspire each other and begin networking and collaboration. We hope our conference can not only enable research presentation, but also support the development of scientific communication skills and promote innovative approaches to physics and astronomy.

In addition to oral presentations and a poster session, this year our event features visits to SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre and various laboratories of Marian Smoluchowski Institute of Physics. We also have a pleasure to host two invited speakers: Prof. David Jeffrey Wineland and a representative from Polish Nuclear Energy Department, Ministry of Climate and Environment, who will give their talks on the first day of the conference.

First SMOK Conference took place in 2018, its name inspired by the symbol of Kraków — a dragon (Pol. smok). This year's edition is a continuation of a new tradition in Scientific Association of Physics Students (Pol. NKF SUJ).

We are fascinated by an exceptionally high number of people who have decided to write 2024 chapter of SMOK's history. Hopingly you will enjoy your time in Kraków and join us in future editions of the conference!

Best wishes,
SMOK 2024 Organisers

Organisers

Organisers

Anastasiya Yushchuk
anastasiya.yushchuk@student.uj.edu.pl
&
Mateusz Kaczmarek
mateusz1.kaczmarek@student.uj.edu.pl

Treasurer

Agu Kozieł

Co-organisers

Wiktor Zantowicz
mgr Krzysztof Prościński

Technical help

Wiktor Zantowicz
Mateusz Winiarski
Jan Jurasz

Scientific Committee

prof. dr hab. Wojciech Florkowski
dr hab. Sebastian Szybka, prof. UJ
dr hab. Patryk Mach, prof. UJ
dr hab. Tomasz Kawalec

Jury

mgr Jakub Czartowski
mgr Grzegorz Łukasiewicz
mgr Dominik Ciurla
mgr Krzysztof Prościński

Media help

Veranika Shustava
Vlad Kukliński

Graphics

Anastasiya Yushchuk
Wiktoria Kozieł

Special thanks to Jonas Wessling
and all the members of Scientific Association of Physics Students, JU

Partners

Honorary Patronage

Polish Association of Physics Students (PSSF, IAPS National Committee)

Institute of Theoretical Physics, JU¹

Marian Smoluchowski Institute of Physics, JU

Astronomical Observatory, JU

Garage of Complexity, JU

Promotion Office, Faculty of Physics, Astronomy and Applied Computer Science, JU

Centre of Didactics, Faculty of Physics, Astronomy and Applied Computer Science, JU

Sponsors

Jagiellonian University (Faculty of Physics, Astronomy and Applied Computer Science)

Garage of Complexity, JU

Optica (Student Chapter, JU)

Bratniak Foundation of Students and Graduates, JU

Council of Student Circles, JU

Media Patronage

UJOT FM

Wiadomości UJ (UJ News)

Supported by

Polski Atom, Nuclear Energy Department

Scientific Association of Astronomy Students of JU (NKSA UJ)

Mathematical and Natural Sciences Students Association of JU (KMPS UJ)

¹JU – Jagiellonian University, Kraków

Invited speakers

David Jeffrey Wineland

Professor of Physics, University of Oregon

2012 Nobel Prize in Physics with French physicist Serge Haroche "for ground-breaking experimental methods that enable measuring and manipulation of individual quantum systems".

Topic: *"Atomic clocks and Einstein's Relativity"*

Nuclear Energy Department

Polish Ministry of Climate and Environment

Topic: *"Introduction to the Polish nuclear energy program and presentation of nuclear reactors"*

Harmonogram

Friday 26.04

- **9:00-9:30** Registration
- **9:30-10:00** Conference Opening
- **10:00-11:50** Morning Session
- **11:55-12:15** Polish NED² Representative's Speech
- **12:20-16:00** Lunch & visit to SOLARIS/labs
- **16:00-17:00** Afternoon session
- **17:00** Sightseeing
- **19:00** Integration

Saturday 27.04

- **8:30-9:00** Registration
- **9:00-13:00** Morning session
- **13:00-13:50** Lunch & Poster session
- **13:50-18:00** Afternoon session
- **18:00-19:00** Prof. David Jeffrey Wineland's Speech
- **19:00** Conference Closing

²Nuclear Energy Department, Ministry of Climate and Environment

Sequence of talks

Friday 26.04

10:00-11:55 Morning Session

- 10:00-10:30 *"How to turn aerosol into a banana"* Aleksandra Morawiec
- 10:30-10:50 *"Egzoświat – co skrywają pozasłoneczne układy planetarne"* Weronika Łoboda
- 10:50-11:00 _____ Coffee Break _____
- 11:00-11:30 *"Deuteron production in the combined thermal and coalescence framework for heavy-ion collisions in the few-GeV energy regime"* Nikodem Witkowski
- 11:30-11:55 *"Cosmological inflation in the paradigm of Big Bang"* Mateusz Kulejewski

16:00-17:00 Afternoon session

- 16:00-16:30 *"Introduction to magnetohydrodynamics in stationary and axisymmetric spacetimes"* Paweł Doruchowski
- 16:30-17:00 _____ Coffee Break _____

Saturday 27.04

From 9:00 to 13:00 and from 13:50 to 16:40 there will be two parallel sessions.

9:00-13:00 Morning Session 1A

- 9:00 - 9:30 *"Geometric quantization"* Jan Wierzbicki
- 9:30 - 9:50 *"Family Symmetries, Froggatt-Nielsen theory and CKM matrix"* Wiktor Matyszkiewicz
- 9:50 - 10:10 *"Quantum Kibble-Zurek mechanism"* Ihor Sokolov
- 10:10 - 10:20 _____ Coffee Break _____
- 10:25 - 10:55 *"Geometric algebra - what is it and why should we care?"* Tymoteusz Braciszewski
- 10:55 - 11:15 *"A solution to the peculiar echo problem using repetition pitch"* Luka Čučuković
- 11:15 - 11:45 _____ Coffee Break _____
- 11:50 - 12:20 *"JLab spectral functions of Argon in NuWro and their implications for MicroBooNE"* Rwik Dharmapal Banerjee
- 12:20 - 12:40 *"Studies of selected carbon nanomaterials with amyloid beta peptides"* Anna Bisok
- 12:40 - 13:00 *"Hamiltonian Field Theory in the Radiating Regime"* Szymon Ba-
giński

9:00-13:00 Morning Session 1B

- 9:00 - 9:30 *"Rozwój i osiągnięcia mechaniki kwantowej – od Równania Schrödingera do modelu standardowego"* Igor Sawicki
- 9:30 - 9:50 *"Zagrożenia środowiskowe związane z energetyką wodorową na skalę przemysłową"* Maja Adamus
- 9:50 - 10:10 *"Równanie Schrödingera i jak je rozwiązać, czyli kilka słów o teorii funkcjonału gęstości"* Bogumiła Jezierska
- 10:10 - 10:20 _____ Coffee Break _____
- 10:25 - 10:55 *"Wstęp do kryptografii kwantowej"* Mateusz Stepniak
- 10:55 - 11:15 *"Teoria chaosu: Czy wszystko jesteśmy w stanie przewidzieć?"* Sebastian Parzych

- **11:15 - 11:35** *"Po drugiej stronie lustra.. - czyli jak udało się złamać zasadę zachowania parzystości dla oddziaływań słabych"* Alicja Szostak
- **11:35 - 11:45** _____ Coffee Break _____
- **11:50 - 12:20** *"Analiza fizykochemiczna kompleksów z kwasem hialuronowym dla zastosowań w medycynie regeneracyjnej serca po incydentach zawałowych"* Marietta Koźlarek
- **12:20 - 12:40** *"Otrzymywanie polimerowych nośników substancji przeciwnowotworowych metodą odwilżania"* Karolina Głowacka
- **12:40 - 13:00** *"Beauty of Geodesics"* Veranika Shustava

13:00-13:50 Poster Session

- *"Uncertainty relations in Defermed Special Relativity"* Grzegorz Dziewisz
- *"Northern lights in the Solar System and beyond"* Julia Sierzputowska
- *"Aktywność radiowa magnetara XTE J1810-197 w trakcie glitchu w czerwcu 2023"* Marta Cholewa
- *"Podróż do wnętrza Marsa"* Weronika Łoboda
- *"Włosy jako kryształ, czyli badanie dyfrakcji rentgenowskiej (XRD)"* Zuzanna Prus, Agnieszka Skubała, Julia Stefańska

13:50 - 16:40 Afternoon Session 1A

- **13:50 - 14:20** *"Unveiling Black Hole Evaporation: Beyond the Near-Horizon Limit"* Dawid Maskalaniec
- **14:20 - 14:40** *"Introduction to gravitational instantons"* Bartosz Prech
- **14:40 - 14:50** _____ Coffee Break _____
- **14:50 - 15:20** *"Figuring out balance in rosette configurations"* Dariusz Klimowicz
- **15:20 - 15:40** *"Quantum Randomness"* Marcin Klaczak
- **15:40 - 15:50** _____ Coffee Break _____
- **15:50 - 16:20** *"Numerical Study of New Dark Force of Dark Matter"* Ami Patel
- **16:20 - 16:40** *"Investigating Majorana Bound States by Scanning Gate Microscopy Technique"* Shalini Maji

13:50 - 16:40 Afternoon Session 1B

- **13:50 - 14:20** *"Neutrino, po co?"* Stefan Tombiński

- **14:20 - 14:40** *"Projekt Układu do Badania Zjawisk Termojądrowych typu Fuzor Farnsworth-Hirsch"* Jędrzej Górny
- **14:40 - 14:50** _____ Coffee Break _____
- **14:50 - 15:20** *"Dynamiczne oddziaływania elektromagnetyczne w strukturach cienkościennych, czyli co się dzieje gdy nadgorliwy student próbuje zgnieść puszkę"* Kacper Grzesiuk
- **15:20 - 15:40** *"Teoretyczne konsekwencje stałej kosmologicznej dla fizyki fal grawitacyjnych"* Dominik Rudka
- **15:40 - 15:50** _____ Coffee Break _____
- **18:00 - 18:30** *"The physics of hydrofoiling windsurfing"* Oliwier Urbański
- **16:20 - 16:40** *"Attenuation coefficient of Kombucha"* Mateusz Kaczmarek

16:50 - 17:50 Afternoon Session 2

- **16:50 - 17:20** *"Introduction to Loop Quantum Cosmology"* Paweł Przybyła
- **17:20 - 17:50** *"Introduction to thermonuclear power plants — ITER"* Agu Kozieł

Contents

About SMOK 2024	3
Organisers	4
Partners	5
Invited speakers	6
Harmonogram	7
Sequence of talks	8
Friday 26.04	8
Saturday 27.04	9
Referats	15
Szymon Bagiński	
<i>Hamiltonian Field Theory in the Radiating Regime</i>	16
Rwik Dharmapal Banerjee	
<i>JLab spectral functions of Argon in NuWro and their implications for MicroBooNE</i>	16
Anna Bisok (speaker), Julia Telus, Żaneta Polańska, Maciej Kozak	
<i>Studies of selected carbon nanomaterials with amyloid beta peptides</i>	17
Tymoteusz Braciszewski	
<i>Geometric algebra - what is it and why should we care?</i>	18
Luka Čučuković	
<i>A solution to the peculiar echo problem using repetition pitch</i>	18
Paweł Doruchowski	
<i>Introduction to magnetohydrodynamics in stationary and axisymmetric spacetimes</i>	19
Mateusz Kaczmarek	
<i>Attenuation coefficient of Kombucha</i>	19
Marcin Klaczak	
<i>Quantum Randomness</i>	20
Dariusz Klimowicz	
<i>Figuring out balance in rosette configurations</i>	20

Agu Kozieł	
<i>Introduction to thermonuclear power plants – ITER</i>	21
Mateusz Kulejewski	
<i>Cosmological inflation in the paradigm of Big Bang</i>	21
Shalini Maji (speaker), Michał P. Nowak	
<i>Probing Majorana Bound State using Scanning Gate Microscopy</i>	22
Dawid Maskalaniec	
<i>Unveiling Black Hole Evaporation: Beyond the Near-Horizon Limit</i>	22
Wiktor Matyszkiewicz	
<i>Family Symmetries, Froggatt-Nielsen theory and CKM matrix</i>	23
Aleksandra Morawiec	
<i>How to turn aerosol into a banana</i>	23
Ami Patel	
<i>Numerical Study of New Dark Force of Dark Matter</i>	24
Bartosz Prech	
<i>Introduction to gravitational instantons</i>	25
Paweł Przybyła	
<i>Introduction to Loop Quantum Cosmology</i>	25
Veranika Shustava	
<i>Beauty of Geodesics</i>	26
Ihor Sokolov	
<i>Quantum Kibble-Zurek mechanism</i>	26
Jakub Szyndler	
<i>Decihetz gravitational wave detectors as a tool to investigate intermediate mass black hole binaries</i>	27
Oliwier Urbański	
<i>The physics of hydrofoiling windsurfing</i>	27
Jan Wierzbicki	
<i>Geometric quantization</i>	28
Nikodem Witkowski	
<i>Deuteron production in the combined thermal and coalescence framework for heavy-ion collisions in the few-GeV energy regime</i>	28
Maja Adamus	
<i>Zagrożenia środowiskowe związane z energetyką wodorową na skalę przemysłową</i>	29
Karolina Głowacka	
<i>Otrzymywanie polimerowych nośników substancji przeciwnowotworowych metodą odwilżania</i>	29
Jędrzej Górny	
<i>Projekt Układu do Badania Zjawisk Termojądrowych typu Fuzor Farnsworth-Hirsch</i>	30

Kacper Grzesiuk	
<i>Dynamiczne oddziaływania elektromagnetyczne w strukturach cienkościennych, czyli co się dzieje gdy nadgorliwy student próbuje zgnieść puszkę . . .</i>	30
Bogumiła Jezierska	
<i>Równanie Schrödingera i jak je rozwiązać, czyli kilka słów o teorii funkcjonalności gęstości</i>	31
Marietta Koźlarek	
<i>Analiza fizykochemiczna kompleksów z kwasem hialuronowym dla zastosowań w medycynie regeneracyjnej serca po incydentach zawałowych</i>	31
Weronika Łoboda	
<i>Egzoświat – co skrywają pozasłoneczne układy planetarne</i>	32
Sebastian Parzych	
<i>Teoria chaosu: Czy wszystko jesteśmy w stanie przewidzieć?</i>	33
Dominik Rudka	
<i>Teoretyczne konsekwencje stałej kosmologicznej dla fizyki fal grawitacyjnych</i>	34
Igor Sawicki	
<i>Rozwój i osiągnięcia mechaniki kwantowej – od Równania Schrödingera do modelu standardowego</i>	34
Mateusz Stępnia	
<i>Wstęp do kryptografii kwantowej</i>	35
Alicja Szostak	
<i>Po drugiej stronie lustra.. - czyli jak udało się złamać zasadę zachowania parzystości dla oddziaływań słabych</i>	35
Stefan Tombiński	
<i>Neutrino, po co?</i>	36
Posters	37
Grzegorz Dziewisz	
<i>Uncertainty relations in Defermed Special Relativity</i>	38
Julia Sierzputowska	
<i>Northern lights in the Solar System and beyond</i>	38
Marta Cholewa	
<i>Aktywność radiowa magnetara XTE J1810-197 w trakcie glitchu w czerwcu 2023</i>	39
Weronika Łoboda	
<i>Podróż do wnętrza Marsa</i>	39
Zuzanna Prus, Agnieszka Skubała, Julia Stefańska	
<i>Włosy jako kryształ, czyli badanie dyfrakcji rentgenowskiej (XRD)</i>	40

Referats

Hamiltonian Field Theory in the Radiating Regime

Szymon Bagiński

University of Warsaw

s.baginski@student.uw.edu.pl

Hamiltonian formalism serves as a vast unification for studying both mechanics and field theory. It provides especially interesting results when applied to the radiating regime in general relativity. In this talk, I will introduce conformal infinity, which compactifies the universe's boundary, enabling a nuanced study of spacetime's global properties. Following this, I delve into Bondi-Sachs coordinates, essential for analyzing gravitational radiation from isolated systems. A key portion of the lecture is dedicated to revealing how symmetries of spacetime lead to the definition of Noether charges from expansion coefficients. These charges, including energy, momentum, and angular momentum, serve as fundamental examples to illustrate the conservation laws and radiation in asymptotically flat spacetimes.

JLab spectral functions of Argon in NuWro and their implications for MicroBooNE

Rwik Dharmapal Banerjee

University of Wrocław

rwik.dharmapal@uwr.edu.pl

The Short-Baseline Neutrino program in Fermilab aims to resolve the nature of the low-energy excess events observed in LSND and MiniBooNE, and analyze with unprecedented precision neutrino interactions with argon, which requires reliable estimate of neutrino cross sections. I will report updates of the NuWro generator that bring the state-of-the-art spectral functions to model the ground state properties of the argon nucleus, and improve the accuracy at low energies by accounting for effects of Coulomb potential and nuclear recoil. I will discuss these developments in context of electron and neutrino interactions, by comparing NuWro predictions to experimental data from JLab Hall A and MicroBooNE. The MicroBooNE data are described with the Chi square per degree of freedom of 0.7, compared with 1.0 in the local Fermi gas model. Being obtained using the axial form factor parametrization from MINERvA, our results indicate a consistency between the CCQE measurements in MINERvA and MicroBooNE.

Studies of selected carbon nanomaterials with amyloid beta peptides

Anna Bisok (speaker), Julia Telus, Żaneta Polańska, Maciej Kozak
Department of Biomedical Physics, Adam Mickiewicz University, Poznań
annbis@st.amu.edu.pl

Alzheimer's Disease (AD) is a brain disorder that gradually destroys nerve cells, memory, thinking skills, and eventually the ability to carry out basic tasks. It's the most common type of dementia. The exact cause is unknown, but the amyloid hypothesis has emerged with growing interest in this condition. According to this hypothesis, the processing of amyloid precursor protein (APP) by β - and γ -secretase enzymes leads to the formation of various β -amyloid peptides, typically containing 40 or 42 amino acid residues. These peptides tend to aggregate and form amyloid plaques, which accumulate in the brain, disrupt nerve signaling, and lead to neuronal degradation. Recent data suggest that various nanoparticles may inhibit the aggregation processes of A β peptides, opening avenues for new diagnostic or therapeutic approaches. Carbon nanoparticles, such as fullerenes, have been studied for many years for their potential applications in medicine, technology, and pharmaceuticals. Their unique physicochemical properties, including small size (below 100 nm), large surface area, and ability to cross the blood-brain barrier, make them potentially useful for biomedical purposes. It is suspected that carbon nanoparticles may interact with beta amyloids, which can be observed using various spectroscopic techniques. Based on this perspective, our research aims to investigate the interaction between A β peptides and fullerenes using various biophysical methods. A detailed understanding of the mechanisms underlying pathological A β peptide aggregation should contribute to a better understanding of neurodegenerative processes. These studies have been partially funded by the Study@Research grant.

1. Ghosh, S., Sachdeva, B., Sachdeva, P. et al. Graphene quantum dots as a potential diagnostic and therapeutic tool for the management of Alzheimer's disease. *Carbon Lett.* 32, 1381–1394 (2022). DOI: 10.1007/s42823-022-00397-9.
 2. Guo F, Li Q, Zhang X, Liu Y, Jiang J, Cheng S, Yu S, Zhang X, Liu F, Li Y, Rose G, Zhang H. Applications of Carbon Dots for the Treatment of Alzheimer's Disease. *Int. J. Nanomedicine.* 17, 6621-6638 (2022). DOI: 10.2147/IJN.S388030.
 3. Priyadarsini, S., Mohanty, S., Mukherjee, S. et al. Graphene and graphene oxide as nanomaterials for medicine and biology application. *J. Nanostruct. Chem.* 8, 123–137 (2018). DOI: 10.1007/s40097-018-0265-6
-

Geometric algebra - what is it and why should we care?

Tymoteusz Braciszewski

Faculty of Physics, Adam Mickiewicz University, Poznań

tymbra@st.amu.edu.pl

Is there a language better suited for physics than vector calculus? Some argue that in fact, there is, and it's called geometric algebra. This curious mathematical framework aims at a fully index-free notation, with emphasis on the geometric meaning of the objects involved. It's foundation is an invertible product for vectors, something not possible for the well known dot and cross products - the so called geometric product. In this talk, I shall present the main advantages of GA as a theoretical physicists tool, explaining how it manages to clean up the confusion regarding axial and polar vectors and provides a natural way for describing reflections and rotations in any given dimension (making it really great way to express ideas in rigid-body motion and special relativity). Tools introduced will be used to solve one of the classic problems in physics - the Kepler problem of motion in central field. Despite its proponents firmly believing it is "the right way" to do physics, GA has remained a curiosity and had not found its way to the mainstream. The reasons for this will be investigated at the end of my talk, along with the question: why, if at all, should we, physicists, care for geometric algebra?

A solution to the peculiar echo problem using repetition pitch

Luka Čučuković

Faculty of Natural Sciences and Mathematics, University of Zagreb

luka.cucukovic@gmail.com

When clapping at the foot of the Kukulkan temple in Chichén Itzá, one can hear a peculiar echo. This reflected sound reminds of a bullet passing by at high speed. This presentation covers our investigation of this interesting phenomenon. We present an analysis of the recordings using Fourier transformations from which we can infer information about an applicable physical model. The underpinnings of the theoretical model are intuitively explained and then used to construct formulas which can predict echo behaviour based on stair geometry. The model is compared to experiment and confirmed to precisely describe the reflected sound. A discussion of necessary boundary conditions is also included.

Introduction to magnetohydrodynamics in stationary and axisymmetric spacetimes

Paweł Doruchowski

Jagiellonian University, Kraków

pawel.doruchowski@student.uj.edu.pl

General relativistic magnetohydrodynamics is a branch of astrophysics that describes the behaviour of systems such as magnetized neutron stars or accretion disks around rotating black holes. Many of these systems may be considered as stationary and axisymmetric. In my talk I will try to give an outline of the theory by introducing some of its basic concepts and results. In particular I will briefly present properties of stationary and axisymmetric spacetimes (the Kerr-Newman spacetime being the best known representative), Maxwell's equations, physics of perfect conductors and perfect fluids, and last but not least the MHD-Euler equation, which is a starting point for more sophisticated equations governing magnetohydrodynamical equilibria. A number of conservation laws will arise throughout the discussion. All points will be formulated in an elegant covariant way widely used in mathematical general relativity.

Attenuation coefficient of Kombucha

Mateusz Kaczmarek

Jagiellonian University, Kraków

mateusz1.kaczmarek@student.uj.edu.pl

Biological materials are currently gaining a wider range of applications. The focus of the conducted research was to measure the absorption coefficients (linear and mass) of gamma and neutron radiation for both raw and dried kombucha doped with Mxene, potassium, and iron. To achieve this, layers of kombucha of various thicknesses were placed between the radiation source and the detector. Measurements were conducted using five gamma radiation sources: ^{22}Na , ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{152}Eu , and an AmBe source. In my presentation, I will outline the possibilities of utilising biomaterials, as well as the interaction of gamma and neutron radiation with them. In particular, I will discuss the research I conducted.

Quantum Randomness

Marcin Klaczak

ICTQT University of Gdańsk

m.klaczak.410@studms.ug.edu.pl

Unlike conventional generators, quantum random number generators (QRNGs) take advantage of the probabilistic nature of quantum mechanics. The hierarchical axioms of quantum mechanics — particle incompatibility, contextuality, entanglement, nonlocality, and the indistinguishability of identical particles—are the source of randomness. Different kinds of QRNGs correspond to different levels of nonclassical theories. Technical difficulties are addressed while classifying QRNGs in articles. Furthermore, analogies with commercially available QRNGs are made. During my talk I'll introduce the audience to the topic of quantum randomness. I will present theoretical basis and real-life applications like Quantum Random Number Generators (QRNG). I will present examples of research led by scientists from The International Centre for Theory of Quantum Technologies (ICTQT). I will present the idea of privacy amplification on the example of human heart rate. I will present a method for protecting semi-device-independent private quantum randomness generators. In the end I'll show the importance of QRNGs for Quantum Key Distribution protocols.

Figuring out balance in rosette configurations

Dariusz Klimowicz

Jagiellonian University, Kraków

dariusz.klimowicz@alumni.uj.edu.pl

The N-body problem is an essential part of study on gravitational interactions. Although finding the analytical solutions - or even the proper descriptions - of the vast majority of systems is impossible, there exists a simple, yet interesting concept called “rosette configurations”. These configurations in their most basic form are identical masses placed in the corners of a regular polygon, rotating around its center. The more general approach involves bodies with alternating masses and distances from the center. It is highly symmetrical, which allows us to find their specific properties, such as points of stability - rarely seen in multi-body systems. At the same time it is a very idealistic concept, that needs several additions to become practically useful. During the talk I would like to give an overview of these configurations: describe their behaviour, analyse their equations of motion and show possible extensions and real-life scenarios, where this kind of system could be applied.

Introduction to thermonuclear power plants – ITER

Agu Koziel

Jagiellonian University, Kraków

agu.koziel@student.uj.edu.pl

In this talk I'm going to introduce the topic of fusion-driven power plants. Starting from the brief history of the ITER project I'll explain the general idea of reactions happening in Tokamak reactors. I will refer to the issue of energy demand that haunts today's humanity and how this new type of power plants can solve it.

Cosmological inflation in the paradigm of Big Bang

Mateusz Kulejewski

Faculty of Physics, Warsaw University

m.kulejewski@student.uw.edu.pl

Physical cosmology has grown in recent years from a speculative field to an exact science basing its models on the observations of COBE and Planck space observatories, with the hypothesis of cosmological inflation being an important part of it. In this talk I will present the description of the Lambda-CDM Standard Model of cosmology, with its reconstructed history as well the predictions for the future of the Universe. I will also describe the inflation hypothesis based on the most currently accepted paradigm of the slow-roll inflation, as well as its placement in the Lambda-CDM. In the end I will focus on the current research problems of reheating, or the immediate aftermath of the inflation and the transition back to radiation-dominated Universe.

Probing Majorana Bound State using Scanning Gate Microscopy

Shalini Maji (speaker), Michał P. Nowak

Academic Centre for Materials and Nanotechnology, AGH University, Kraków
shalini.maji@agh.edu.pl

The scientific interest in the field of generating the topological qubits which are the building blocks of fault tolerant quantum computing [1] has grown abruptly in the last few decades. Detecting Majorana zero modes are one of the key to this path. The zero-bias conductance peaks in hybrid nanowires with Rashba spin-orbit coupling and the Zeeman effect [2] have been considered as one of the signatures of the presence of Majorana-bound states (MBS). Nevertheless, the sole observation of a peak at zero energy cannot be considered as unambiguous hallmark of the presence of MBS as the peaks can originate also from the disorder present in the system [3]. The splitting of ZBCPs and their oscillatory behaviour upon varying the Zeeman field or the system size is considered as one of the possible route to confirm the presence of MZMs [4]. In our work, we theoretically study the scanning gate microscopy technique (SGM) which is applied to such hybrid systems [5] and can be used to differentiate between the trivial and topological origin of the zero bias peaks. We show that the SGM probe can induce the localisation of two additional Majorana pairs and that the variation of the position of the probe changes the overlap between MBS which leads to conductance oscillations. We show that the oscillations are absent in the trivial case, where the ZBCPs are disorder-driven.

1. A. Yu. Kitaev, *Annals of Physics*, 303, 0003-4916 (2003)

2. Y. Oreg, G. Rafael, F. von Oppen, *Phys. Rev. Lett.* 105, 177002 (2010).

3. S. Das Sarma, H. Pan, *Phys. Rev. B*, 103, 195158 (2021). [4] S. Das Sarma, Jay D. Sau, Tudor D. Stanescu, *Phys. Rev. B*, 86, 220506(R) (2012). [5] S. Maji, K. Sowa, and M. P. Nowak, *Phys. Rev. B* 109, 115410 (2024).

Unveiling Black Hole Evaporation: Beyond the Near-Horizon Limit

Dawid Maskalaniec

University of Warsaw

d.maskalaniec@student.uw.edu.pl

In the 1970s, Stephen Hawking made a groundbreaking observation: thermal radiation emerges near black hole event horizons. In this talk, I will show my recent findings on this intriguing phenomenon known as “black hole evaporation.” I will begin by presenting a

simplified argument for the thermality of Hawking quanta near the event horizon. Next, I shall show how to extend the analysis beyond the near-horizon approximation in simple models of black hole formation (i.e. in the case of Vaidya-like spacetimes). It will turn out that there is a natural interpretation of our findings (with a connection to the Gerard 't Hooft's brick-wall model). The study of Hawking quanta delocalized in position space may also shed a light on the Hawking-Perry-Strominger mechanism for the resolution of the Black Hole Information Paradox.

Family Symmetries, Froggatt-Nielsen theory and CKM matrix

Wiktor Matyszkiewicz

University of Warsaw

w.matyszkiewicz@student.uw.edu.pl

Finding the origin of CKM mixing angles and quark masses remains an open question in particle physics. One intriguing aspect is the nearly diagonal structure of the CKM matrix and the hierarchy between parameters in the Wolfenstein parametrization. This peculiar behaviour can potentially be explained by family symmetries. In my talk, I will introduce the notion of the Froggatt-Nielsen mechanism (the simplest family symmetry model) and discuss how it can elucidate quark structure. I will illustrate this using an example of the most popular choice of FN charges. Additionally, I will explore how the theory can constrain results in the Two Higgs Doublet Model (2HDM).

How to turn aerosol into a banana

Aleksandra Morawiec

University of Vienna

aleksandra.morawiec@univie.ac.at

Aerosols are fine solid or liquid particles suspended in the gas. These particles range in size from molecular clusters to droplets with diameters of several hundred micrometers. Aerosol particles interact with solar and terrestrial radiation and the hydrological cycle. Their interaction with clouds is a major source of uncertainty for future climate projections. Clouds provide coverage from solar radiation, cooling the planet, but also trap heat and humidity, warming the air. They also transport water around the globe, affecting climate, vegetation, erosion, etc. Atmospheric aerosol particles are highly heterogeneous

in space and time and can affect air quality far from their origin. Furthermore, small particles in these aerosols are inhalable and can harm human and animal health. Aerosols can be primary, i.e. born from dust or seaspray, or secondary, i.e. built from gas to particle conversion in the atmosphere, known as particle nucleation. This process is crucial for understanding climate sensitivity and cloud formation and requires scientists from various fields (physics, chemistry, metrology, etc.) to work as a unit. One of the biggest experiments focused on this topic is CLOUD (Cosmic Leaving Outdoor Droplets), localised in CERN, which allows the investigation of the microphysics between galactic cosmic rays (GCRs) and aerosols under controlled conditions. As a part of this experiment, my main focus is maintaining and performing measurements with DMA-Train.

Numerical Study of New Dark Force of Dark Matter

Ami Patel

University of Warsaw

ad.patel@student.uw.edu.pl

The genesis of this study stems from the seminal work of Arkani-Hamed et al. 2009, wherein the authors confront a discrepancy between astrophysical observations and prevailing theoretical frameworks. Specifically, the annihilation cross section required to account for cosmic ray excess exceeds that permissible by the conventional thermal relic paradigm associated with Weakly Interacting Massive Particles (WIMPs). To rectify this incongruity, Arkani-Hamed et al. 2009. introduced a novel construct involving a dark force. In this intricate framework, dark matter particles undergo annihilation through successive exchanges with mediators, invoking the phenomenon of Sommerfeld enhancement. Subsequently, these mediators undergo annihilation, yielding standard model particles. A parallel conceptualisation was advanced by Tulin et al. 2013, wherein the introduction of self-scattering dark matter, mediated through intermediary particles, addressed key astrophysical anomalies such as the core-vs-cusp problem, the missing satellites problem, and the too-big-to-fail problem. Building upon these foundations, our investigation extends to both the Sommerfeld enhancement factor and self-scattering cross-sections. We explore annihilation scenarios involving s-wave, p-wave, and d-wave processes within the context of a Yukawa potential. To fortify the robustness of our numerical computations, we draw comparisons with analytical results derived under the Hulthén potential from Cassel et al. 2011. Noteworthy findings emanate from our study, revealing the occurrence of quantum resonance within the same parameter space for both the Sommerfeld enhancement factor and the self-scattering cross-sections. This resonance manifests consistently across s-wave, p-wave, and d-wave annihilation processes in the presence of the Yukawa potential.

Introduction to gravitational instantons

Bartosz Prech

University of Warsaw

b.prech@student.uw.edu.pl

General relativity is usually presented as a theory of the geometry of spacetime invariant under local diffeomorphisms. However, it is also possible to treat general relativity as a gauge field theory and incorporate methods known from Yang-Mills theory. Following this approach, A. Hanson and T. Eguchi discovered solutions to the Einstein equations known as gravitational instantons. Gravitational instantons are formally defined as four-dimensional complete Riemannian manifolds satisfying the vacuum Einstein equations. However, their true intricacy lies in their resemblance to instanton solutions in Yang-Mills theory. In this talk, I will briefly introduce elements of classical Yang-Mills theory and explain how to obtain instanton solutions from field strength equations. Subsequently, I will demonstrate a field theory approach to general relativity and present the original method of obtaining gravitational instantons as proposed by Hanson and Eguchi. Finally, I will discuss the geometrical implications and physical interpretations of these solutions.

Introduction to Loop Quantum Cosmology

Paweł Przybyła

University of Warsaw

pm.przybyla@student.uw.edu.pl

Loop Quantum Cosmology (LQC) is a cosmological framework inspired by Loop Quantum Gravity (LQG) that is used to incorporate quantum gravity effects into cosmological models via effective Hamiltonians. Modification of equations of evolution of the universe coming from finite-spectrum of geometrical operators such that volume, area, and length resolve the initial singularity and replace it with Big Bounce. In this talk, we will introduce the basic concepts of LQC using the example of the evolution of quantized Friedmann–Lemaître–Robertson–Walker (FLRW) metric written in self-dual Ashtekar variables. We will also briefly discuss the problem of the formulation of LQG in self-dual variables.

Beauty of Geodesics

Veranika Shustava

Jagiellonian University

veranika.shustava@student.uj.edu.pl

What is the distance between two points? What if they are on the surface of a sphere? On the funnel surface? A geodesic can be defined as a world-line that preserves tangency under parallel transport. This is essentially a mathematical way of expressing the notion that we have previously expressed more informally in terms of “staying on course” or moving “inertially.” I will demonstrate several formulations of the geodesic equation and give examples with the separable Hamilton-Jacobi equation as well.

Quantum Kibble-Zurek mechanism

Ihor Sokolov

Institute of Theoretical Physics, Jagiellonian University

ihor.sokolov@student.uj.edu.pl

The Kibble-Zurek mechanism (KZM) is a study of the dynamics of phase transitions in diverse physical systems, from cosmology to condensed matter. In this brief talk, we delve into the essence of the KZM, unveiling its fundamental principles and the universal scaling laws governing the dynamics of symmetry breaking. Furthermore, we demonstrate the practical implications of the KZM through an example of a phase transition in a Quantum 1D Ising transverse field model. By applying theoretical predictions to numerical simulations, we validate the efficacy of the KZM in describing real-world phenomena, highlighting its significance.

Decihertz gravitational wave detectors as a tool to investigate intermediate mass black hole binaries

Jakub Szyndler

University of Warsaw

j.szyndler@student.uw.edu.pl

In my presentation I will investigate the scientific potential of the planned decihertz gravitational wave detectors (BDECIGO, DECIGO, GLOC) as tools for exploring intermediate-mass black hole binary systems. To achieve this, approximated parameterised curves were fitted to the sensitivity plots of these detectors. The obtained data were then utilised in calculations, enabling the creation of plots that were used for both quantitative and qualitative analyses, employing an artificial population of intermediate-mass black holes (IMBHs).

The physics of hydrofoiling windsurfing

Oliwier Urbański

Faculty of Physics, Adam Mickiewicz University, Poznań

oliwier1459@gmail.com

The talk focuses on hydrofoiling windsurfing - a novel form of water sports, which employs physics in an especially intriguing and complex way. The presentation captures the content of my two articles [1] and [2], together with some introductory background (which can be found in [3]). The first part concentrates on longitudinal stability. In its beginning, action of a single hydrofoil wing is described by well-known mathematical formulas. Combining them, an entire glider (underwater part) is modeled. Functional dependence of static stability on equipment parameters is derived. Obtained formula leads to an expression for a lower bound of the product of the fuselage length and rear wing angle. It is shown that static stability directly affects the sensitivity of the board to sailor body movements or changes in speed. The second part concerns the Velocity Prediction Program for the Formula Windsurfing Foil Class developed in [2]. First, concepts like a polar plot or absolute optimization are introduced. Subsequently, architecture of the program is explained together with its physical justification. A few slides are devoted to the most interesting details, including used numerical methods. Finally, capabilities of the program are discussed, supported by preliminary results.

1. O. Urbański, *Theoretical investigation of pitch control and stability for hydrofoiling windsurfing*, *The International Hydrofoil Society*, <https://foils.org/mandles-prize/2023-winner-announcement-and-papers/> (2023)

2. O. Urbański, *Designing a Velocity Prediction Program for the Formula Windsurfing Foil*

Class with optimization, The International Hydrofoil Society, <https://foils.org/mandles-prize/2023-winner-announcement-and-papers/> (2023)

3. C. Marchaj, Aero-hydrodynamics of Sailing, Dodd, Mead & Company (1980)

Geometric quantization

Jan Wierzbicki

Uniwersytet Jagielloński

jan.wierzbicki@student.uj.edu.pl

During my talk I will explain the basic notion of "geometric quantization", a mathematical framework developed in order to make the process of quantizing one's physical theory more rigorous. Geometric quantization, as the name suggests, incorporates the usage differential geometry, and by treating phase space as a symplectic manifold, provides a concise way to quantize a classical system.

Deuteron production in the combined thermal and coalescence framework for heavy-ion collisions in the few-GeV energy regime

Nikodem Witkowski

Jagiellonian University

nikodem.witkowski@student.uj.edu.pl

A recently formulated thermal model for hadron production in heavyion collisions in the few-GeV energy regime is combined with the idea that some part of protons and neutrons present in the original thermal system forms deuterons via the coalescence mechanism. Using realistic parametrizations of the freeze-out conditions, which reproduce well the spectra of protons and pions, we make predictions for deuteron transverse-momentum and rapidity spectra. The best agreement with the experimentally known deuteron yield is obtained if the freezeout temperature is relatively high and, accordingly, the system size at freeze-out is rather small. In addition, the standard Gaussian distribution of the relative distance between nucleons is replaced by the distribution resulting from their independent and approximately uniform production inside the initial thermal system.

Zagrożenia środowiskowe związane z energetyką wodorową na skalę przemysłową

Maja Adamus

Politechnika Gdańska

maja.adamus2001@gmail.com

Podczas mojej prezentacji planuję przedstawić analizę głównych zagrożeń środowiskowych związanych z energetyką wodorową na skalę przemysłową, koncentrując się głównie na emisji gazów cieplarnianych i zużyciu surowców nieodnawialnych. Pomimo rosnącej popularności i pozytywnego wizerunku energetyki wodorowej jako potencjalnie czystej formy energii, badanie wykazało istotne wyzwania związane z emisją gazów cieplarnianych w procesie produkcji wodoru oraz wykorzystaniem surowców nieodnawialnych, takich jak naturalny gaz. Ważną informacją którą nie przedstawia się w analizie wodoru jako paliwie przyszłości są negatywne skutki dla środowiska podczas produkcji. Wyniki wskazują na potrzebę zrównoważonego podejścia do rozwoju technologii wodorowej, uwzględniającego redukcję emisji oraz minimalizację zużycia surowców nieodnawialnych, aby maksymalnie wykorzystać potencjał energetyki wodorowej jako czystej formy energii

Otrzymywanie polimerowych nośników substancji przeciwnowotworowych metodą odwilżania

Karolina Głowacka

Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski

k.glowacka22@student.uw.edu.pl

Choroby nowotworowe są obecnie poważnym zagrożeniem dla zdrowia ludzkiego. Stosowane terapie mogą być szkodliwe dla organizmu i wywoływać wiele skutków ubocznych. W celu zmniejszenia ingerencji w zdrowe tkanki oraz dostarczania leków przeciwnowotworowych do zmienionych chorobowo miejsc organizmu stosuje się nośniki leków. W mojej pracy skupiam się na zastosowaniu biodegradowalnego polimeru polilaktydu jako nośnika dla doksorubicyny - leku cytostatycznego stosowanego w chemioterapii. Nośniki polimerowe na podłożu szklanym otrzymywane są nowo opracowaną metodą odwilżania (ang. dewetting). Proces ten polega na dezintegrowaniu się niestabilnej warstwy polimerowej pod wpływem czynników zewnętrznych. Do takich czynników należy przede wszystkim zastosowanie polarnego rozpuszczalnika, w którym zostaje stopiona warstwa polimerowa. W wyniku tego procesu uzyskuje się nano- lub mikrometrowe cząstki polimerowe na podłożu. Tak przygotowane cząstki mogą być wykorzystane jako nośniki substancji przeciwnowotworowych, takich jak doksorubicyna.

Projekt Układu do Badania Zjawisk Termojądrowych typu Fuzor Farnsworth-Hirsch

Jędrzej Górny

Politechnika Gdańska

jedrekg2001@gmail.com

Podczas prezentacji przedstawiony zostanie długoterminowy projekt maszyny typu Fuzor; Wprowadzona zostanie teoria działania fuzora, opisany zostanie plan rozwoju projektu oraz jego aktualny stan. Przytoczone zostaną badania możliwe do przeprowadzenia za pomocą takiego typu maszyn. Urządzenie typu Fuzor służy do rozpędzania jonów lekkich gazów do energii wystarczających do przeprowadzania reakcji termojądrowych. Zaletą fuzorów jest ich prostota budowy oraz brak potrzeby użycia potężnych pól magnetycznych. Mechanizm rozpędzania jonów jest elektrostatyczny, zaś samo wytworzenie jonów odbywa się przy użyciu wyładowania koronowego zachodzącego wewnątrz fuzora. Przy użyciu takiego urządzenia można prowadzić badania nad zderzeniami wysokoenergetycznych jonów lub wpływem promieniowania elektromagnetycznego na stan plazmy reakcyjnej. W ten sposób można badać procesy podgrzewania i chłodzenia plazmy za pomocą mikrofal bez potrzeby reaktora wysokociśnieniowego, jak TOKAMAK, czy Zeta-Pinch.

Dynamiczne oddziaływania elektromagnetyczne w strukturach cienkościennych, czyli co się dzieje gdy nadgorliwy student próbuje zgnieść puszkę

Kacper Grzesiuk

Politechnika Gdańska

grzesiuk.kacper@gmail.com

Fizyka nie zawsze musi wiązać się z czystą teorią, nie musi też być zaszyta za drzwiami strzeżonych laboratoriów. Dla mnie wiąże się ona ściśle z realizacją swoich pomysłów, czasem brzmiących niemożliwie, ale zawsze pasjonujących. W trakcie prezentacji postaram się przybliżyć jak działa w ogóle, i czemu tak ciężko jest zrozumieć w szczególności, układ "Can crusher", jaki zbudowałem i rozwijam od niemal roku. Urządzenie to jest niecodziennym przykładem transformatora powietrznego, którego uzwojeniem pierwotnym jest cewka z miedzianego drutu, a uzwojeniem wtórnym... puszka. Opiera swoje działanie na wytwarzaniu impulsów magnetycznych, którymi wzbudza prądy wirowe w puszcze, które w oddziaływaniu z polem magnetycznym wytwarzają siłę zgniatającą ją. Całość wydaje się dość prosta w opisie jakościowym, lecz okazuje się niezwykle skomplikowana w opisie ilościowym.

Równanie Schrödingera i jak je rozwiązać, czyli kilka słów o teorii funkcjonału gęstości

Bogumiła Jezierska

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Bogusia.jez@gmail.com

Równanie Schrödingera niezależne od czasu jest jednym z najbardziej podstawowych równań mechaniki kwantowej. Pomimo braku uwzględnienia efektów relatywistycznych oraz zależności od czasu, poszukiwanie analitycznych rozwiązań tego równania nie jest łatwe i zakończyło się powodzeniem tylko dla kilku szczególnych układów (atom wodoru, oscylator harmoniczny, itd.). Z tego powodu powstało wiele metod obliczeniowych, które pozwalają uzyskać rozwiązania przybliżone. Stosowane metody są bardzo zróżnicowane zarówno pod względem dokładności otrzymywanych wyników, jak i złożoności obliczeniowej. W swoim wystąpieniu opowiem o obecnie wykorzystywanych przybliżonych metodach rozwiązywania równania Schrödingera, skupiając się szczególnie na metodach należących do teorii funkcjonału gęstości (density functional theory - DFT). Przybliżę podstawowe pojęcia i twierdzenia z nimi związane oraz krótko scharakteryzuję rodzaje funkcjonałów stosowanych w obliczeniach metodami DFT.

Analiza fizykochemiczna kompleksów z kwasem hialuronowym dla zastosowań w medycynie regeneracyjnej serca po incydentach zawałowych

Marietta Koźlarek

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Fizyki, Centrum NanoBioMedyczne UAM

markoz37@st.amu.edu.pl

Fizyk medyczny to zawód, który zajmuje się stosowaniem i opracowywaniem nowoczesnych technologii obrazowania diagnostycznego oraz terapii medycznych. W prezentowanych badaniach, skoncentruję się na potencjale hydrożelowych nanomateriałów bazujących na polimerach dendrytycznych w regeneracji mięśnia sercowego po zawałach. Otrzymane układy mają szansę zrewolucjonizować metody leczenia chorób serca, otwierając nowe horyzonty dla medycyny regeneracyjnej. Choroby układu sercowo-naczyniowego odpowiadają za największą liczbę zgonów na świecie. Niepoprawna budowa i praca serca w konsekwencji prowadzą do niewłaściwych dostaw tlenu i substancji odżywczych do tkanek, prowadząc do niewydolności i zawału serca [1]. Celem głównym badań było zaprojektowanie i opracowanie funkcjonalnych nanocząstek na bazie hialuronianu, jako systemów

dostraczania leków do pozawałowej terapii mięśnia sercowego. Aby to osiągnąć przygotowano potencjalne układy terapeutyczne (SH-NP, HA-LCA, HA-CD). Struktury o nanoskalowych wymiarach posiadają zwiększoną aktywną powierzchnię, zdolność do ładowania leków, długi okres żywotności oraz łatwość transportu wewnątrz organizmu [2]. W przypadku wielu zastosowań hydrożeli do wstrzykiwania, pożądane jest dopasowanie właściwości fizycznych hydrożelu do miejsca wszczepienia w celu zniwelowania niepożądanych skutków ubocznych, np. uszkodzeń mechanicznych [3]. Otrzymane układy posiadają zbliżone do żywej tkanki właściwości fizyczne, przez co są stosowane jako inteligentne systemy selektywnego dostarczania leków. Parametry fizyczne potencjalnego nośnika leku: struktura, dynamika oraz stany relaksacji, określono za pomocą spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR). Strukturę i skład otrzymanych nanomateriałów potwierdzono również za pomocą metody spektroskopii fourierowskiej w podczerwieni (FTIR) oraz spektroskopią (UV-VIS). Powierzchnię i porowatość struktur hydrożelowych oceniono za pomocą transmisyjnego mikroskopu elektronowego (TEM).

1. A. Kaźmierczak-Dziuk, *Pozawałowa niewydolność serca – optymalne leczenie według współczesnych standardów – opis przypadku, *Pediatrics i Medycyna Rodzinna*. 3 (2011) 241–246. <https://www.infona.pl//resource/bwmeta1.element.psjd-b5099cc0-9e68-403e-b643-daf614c8bc3e> (accessed November 14, 2022).*
2. S. Peralta, S. Blanco, R. Hernández, H. Castán, E. Siles, E. Martínez-Lara, M.E. Morales, M.Á. Peinado, M.A. Ruiz, *Synthesis and characterization of different sodium hyaluronate nanoparticles to transport large neurotherapeutic molecules through blood brain barrier after stroke, *European Polymer Journal*. 112 (2019) 433–441.*
3. C.B. Rodell, A.L. Kaminski, J.A. Burdick, *Rational Design of Network Properties in Guest–Host Assembled and Shear-Thinning Hyaluronic Acid Hydrogels, *Biomacromolecules*. 14 (2013) 4125–4134. <https://doi.org/10.1021/bm401280z>.*

Egzoświat – co skrywają pozasłoneczne układy planetarne

Weronika Łoboda

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

wika.loboda@gmail.com

Pod koniec dwudziestego wieku wyobrażanie dalekich światów przerodziło się w ich odkrywanie. Kilka słońc widocznych na powierzchni jakiejś planety przestało istnieć tylko w sferze science fiction. Nową erę zapoczątkowało odkrycie systemu planetarnego wokół pulsara milisekundowego PSR1257+12 przez polskiego astronoma Aleksandra Wolszczana i jego współpracownika Dale’a Fraila. Stało się to 9 stycznia 1992 roku. Zaledwie trzy lata później Michel Mayor i Didier Queloz odkryli pierwszą planetę okrążającą gwiazdę typu słonecznego 51 Pegasi, za co zostali wyróżnieni Nagrodą Nobla w 2019 roku. W następnych latach zaczęto odkrywać coraz więcej pozasłonecznych układów planetarnych, aż do

dziś – kiedy liczba znanych egzoplanet przekroczyła już 5.5 tysiąca. Sklasyfikowane zostały wedle dobrze znanych rozmiarów planet Układu Słonecznego: są więc super-ziemie, mini-neptuny, planety skaliste, a także gazowe olbrzymy- w tym gorące jowisze i saturny. Co wiemy jednak o różnorodności drobnych ciał niebieskich, które mogą istnieć w tych układach? Nadal stosunkowo niewiele. W swojej pracy opowiem o początkach odkrywania egzoplanet i ich późniejszej klasyfikacji, a także o odkrytych egzokometach, potencjalnych egzoksiężycach oraz innych tworach planetarnych, których nie widział Układ Słoneczny.

Teoria chaosu: Czy wszystko jesteśmy w stanie przewidywać?

Sebastian Parzych

Politechnika Gdańska

sebastianparzych66@gmail.com

Albert Einstein do końca życia upierał się, że "Bóg nie gra w kości". Był on wręcz przekonany, że świat jest deterministyczny i za pomocą odpowiednich obliczeń możemy poznać przyszłość, jeśli tylko znamy dokładne parametry. Kilka lat po jego śmierci Edward Lorentz sprawdził to stwierdzenie badając zjawiska pogodowe. Mimo uwzględnienia dużej ilości czynników wyniki jego ręcznych obliczeń, obliczeń komputerowych i samej pogody, którą badał, dawały kompletnie różne wyniki. Jak się później okazało powodem tego dziwnego zjawiska były nakładające się na siebie różne błędy zaokrąglenia. W ten sposób przypadkowo (a może właśnie nie?) Lorentz odkrył układy bardzo wrażliwe na zmieniające się warunki, a teorię z nimi związaną nazwano teorią chaosu. Przyczynił się również do jej popularyzacji za pomocą znanej anegdoty związanej z efektem motyla. Podczas referatu przeanalizuję rolę chaosu w prognozowaniu pogody za pomocą symulacji układu Lorentza modelującego zjawisko konwekcji w atmosferze w zbliżonych do siebie warunkach. Przedstawię również przykłady innych układów chaotycznych takich jak wahadła złożone, czy model populacji Lotki-Volterry do badania realistycznego ekosystemu drapieżników i ofiar. W ostatniej części pokażę praktyczne wykorzystanie teorii chaosu w kryptografii na przykładzie praktycznie niemożliwego do złamania systemu zabezpieczeń sieci Cloudflare opierającego się na oryginalnym systemie lamp lawowych.

Teoretyczne konsekwencje stałej kosmologicznej dla fizyki fal grawitacyjnych

Dominik Rudka

Uniwersytet Jagielloński

dominik.rudka@student.uj.edu.pl

Obecnie prężnie rozwijającą się gałęzią astrofizyki jest astronomia fal grawitacyjnych. Obserwacje fal grawitacyjnych z układów podwójnych złożonych z czarnych dziur i gwiazd neutronowych pozwalają na badania nad poprawnością Ogólnej Teorii Względności, rzucają światło na ewolucję układów podwójnych oraz kodują informację o strukturze wewnętrznej gwiazd neutronowych. Wszystkie takie analizy bazują na formalizmie gdzie czasoprzestrzenią tła jest płaska czasoprzestrzeń Minkowskiego. Obok badań czysto astrofizycznych, interesujące może być badanie wpływu przyjęcia za czasoprzestrzeń tła takiej rozmaitości, która zawiera w sobie stałą kosmologiczną. Pomimo tego, że wpływ stałej kosmologicznej na astrofizyczne procesy produkcji fal grawitacyjnych jest znikomy, to jednak teoretyczne badania nad takim zagadnieniem prowadzą do zaskakujących wyników.

Rozwój i osiągnięcia mechaniki kwantowej – od Równania Schrödingera do modelu standardowego

Igor Sawicki

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

igorsawicki00@gmail.com

W wystąpieniu przedstawię historię rozwoju mechaniki kwantowej od jej początku w 1900 roku aż do stanu aktualnego. Opowiem o tym jak zmieniało się rozumienie natury na najmniejszym poziomie oraz o kolejnych rewolucjach myśleniowych i technologicznych jakie jej zawdzięczamy. Wyjaśnię pokrótce dlaczego teoria wymagała coraz to wyższych poziomów skomplikowania rozpoczynając od równania Schrödingera, przez równanie Diraca i kwantową teorię pola aż po model standardowy. Każdy ze wspomnianych poziomów złożoności mechaniki kwantowej ustawię na osi czasu i przytoczę kluczowe dla niej równania podkreślając granice ich stosowalności. Poruszę również temat rozwiązywania owych równań i wymienię przykłady zastosowań teorii na danym poziomie. Wystąpienie ma na celu uporządkowanie wiedzy zebranej z wielu kursów, książek, blogów oraz podcastów i przystępne ich streszczenie przeplatane z bardziej szczegółowym opisem matematycznym.

Wstęp do kryptografii kwantowej

Mateusz Stepniak

Uniwersytet Jagielloński

mateusz.stepniak@student.uj.edu.pl

W obecnych czasach, gdzie cyberbezpieczeństwo staje się coraz bardziej istotne, kwantowa dystrybucja klucza (Quantum Key Distribution, QKD) wyłania się jako przełomowa technologia umożliwiająca bezwarunkowo bezpieczną komunikację. Prezentacja ta skupia się na podstawach QKD, wykorzystując protokół BB84 do ilustracji fundamentalnych zasad kryptografii kwantowej, w tym superpozycji i splątania kwantowego, jak również zjawisko nieklonowalności. Dyskutujemy o formalizmie matematycznym mechaniki kwantowej, notacji Diraca, oraz zastosowaniu wektorów i operatorów w kontekście przesyłania i odbierania zaszyfrowanych informacji. Poruszamy również kwestie praktyczne, takie jak potencjalne zagrożenia dla bezpieczeństwa QKD oraz obecne i przyszłe zastosowania tej technologii, w tym kwantową łączność satelitarną i ograniczenia związane z przesyłem na długie dystanse. Prezentacja opiera się na aktualnych badaniach i literaturze w dziedzinie kryptografii kwantowej, podkreślając jej znaczenie i potencjalne implikacje dla przyszłości bezpiecznej komunikacji cyfrowej.

Po drugiej stronie lustra.. - czyli jak udało się złamać zasadę zachowania parzystości dla oddziaływań słabych

Alicja Szostak

Politechnika Gdańska

alicjaszostak0@gmail.com

Wbrew przeświadczeniu wybitnego fizyka Wolfganga Pauliego, który nie wierzył że zasada parzystości może być złamana oraz Richarda Feynmana, który założył się o 50 dolarów, że nie jest to możliwe, teoretycznie i eksperymentalnie udowodniono zgoła odmienny stan rzeczy. W ramach referatu przybliżę historię odkrycia zjawiska złamania symetrii dla oddziaływań słabych oraz wspomnę o konsekwencjach z tym związanych. Startowym punktem będzie zagadka theta-tau, której teoretyczne rozwiązanie otworzyło drogę do przeprowadzenia słynnego eksperymentu Wu, potwierdzonego następnie przez grupę fizyków z Uniwersytetu Columbia. Cały proces był niezwykle intensywny i emocjonujący, a jego wyniki zostały uhonorowane nagrodą Nobla w 1957 roku.

Neutrino, po co?

Stefan Tombiński

Uniwersytet Jagielloński

Stefan.tombinski@gmail.com

Neutrino są często omijane szerokim łukiem w rozmowach o fizyce cząstek. Są trudne do wykrycia i nie zachowują się tak, jakbyśmy chcieli. Chciałbym przedstawić wam podstawy ich działania problemy które istnieją w ich przypadku, oraz przedstawić zastosowania ich w nauce i innych dziedzinach.

Posters

Uncertainty relations in Deformed Special Relativity

Grzegorz Dziewisz

Uniwersytet Wrocławski

323120@uwr.edu.pl

In the twentieth century, two theories were intensively developed: the theory of relativity and quantum mechanics. They effectively model phenomena on their respective scales, but it is known that they are not compatible with each other. In the search for a single coherent theory, it is often postulated to introduce new elements into known models and to test hypotheses created in this way. In the case of Deformed Special Relativity, a second scale independent of the observer is introduced into the special theory of relativity, after the speed of light. This leads to modifications of the Poincaré algebra and consequently to a non-commutative phase space. My poster will present the reasoning leading to uncertainty relations in the discussed model as well as their experimental aspect.

Northern lights in the Solar System and beyond

Julia Sierzputowska

Nicolaus Copernicus University

julia.sierzputowska@gmail.com

The aurora borealis is one of the most visually beautiful phenomena we observe on our planet. This delight had its breakthrough in 1979, when similar emission was discovered on Jupiter and then on other planets in the Solar System. The explanation for this phenomenon on Jupiter differs from the, observed on Earth, particles ionized by the solar wind. This occurrence reveals the secrets of the Galilean moons, which atmospheres and tectonics interact with magnetic field of the largest planet in the Solar System. Therefore, observations of auroras not only carry valuable information about the planet itself, but also its closest surroundings. In my work, I would like to present the mechanism behind the formation of aurora borealis, present their occurrence on the planets of the Solar System and raise the topic of such exoplanetary emission, thus drawing attention to the importance of searching for radio emission from extrasolar magnetospheres.

Aktywność radiowa magnetara XTE J1810-197 w trakcie glitchu w czerwcu 2023

Marta Cholewa

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

marta.j.cholewa@gmail.com

Magnetar XTE J1810-197 jest najbardziej radiowo aktywnym obiektem tej klasy. Produkuje nie tylko klasyczne pulsy radiowe, ale również podobne do szybkich błysków radiowych (FRB) lub superpulsów pulsara w Mgławicy Krab. W czerwcu 2023 r. została ogłoszona obserwacja glitchu w XTE J1810-197, który powiązany jest ze zmianą tempa rotacji i/lub rekonfiguracją pola magnetycznego. Obserwacje tego magnetara prowadzone są w Toruniu w dwóch pasmach radiowych, dzięki czemu możliwe jest prześledzenie jego aktywności przed i po glitchu.

Podróż do wnętrza Marsa

Weronika Łoboda

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

wika.loboda@gmail.com

Jak zbudowane jest wnętrze Marsa? Jakimi metodami możemy tego dowieść? Żeby odpowiedzieć na to pytanie, pomyślmy, skąd wiemy, jak zbudowana jest Ziemia. Nie jesteśmy w stanie badać wnętrza naszej planety w sposób bezpośredni. Geolodzy posiłkują się jedynie analizą wykresów rozchodzenia się fal sejsmicznych. Taką samą sytuację mamy w przypadku Marsa. Misja NASA InSight wylądowała na powierzchni Marsa z sejsmometrem, który w latach 2018-2022 wychwytywał i zapisywał wstrząsy sejsmiczne. Na tej podstawie, po odpowiedniej analizie danych, oszacowano skład i strukturę wnętrza marsjańskiego. W swojej pracy przedstawię wyniki misji InSight: rozmiary jądra, płaszcz i skorupy Marsa; podobieństwa i różnice budowy Ziemi z Czerwoną Planetą, a także jakie dodatkowe informacje może nam przynieść badanie wnętrza planet. W swojej pracy opowiem o początkach odkrywania egzoplanet i ich późniejszej klasyfikacji, a także o odkrytych egzokometach, potencjalnych egzoksiężycach oraz innych tworcach planetarnych, których nie widział Układ Słoneczny.

Włosy jako kryształ, czyli badanie dyfrakcji rentgenowskiej (XRD)

Zuzanna Prus, Agnieszka Skubała, Julia Stefańska

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

zuzpru2@st.amu.edu.pl, agnieszkaskubi@interia.pl, juliaa957000@gmail.com

Nowotwory złośliwe stanowią drugą przyczynę zgonów w Polsce, stąd znalezienie tanich i skutecznych markerów nowotworów jest wielkim wyzwaniem. Materiałem łatwym do pobrania są włosy. Ponieważ mają one strukturę „quasikrystaliczną” wykorzystaliśmy do badań zjawisko dyfrakcji rentgenowskiej (XRD), aby zróżnicować dyfraktogramy otrzymane od włosów pobranych od ludzi zdrowych, od tych które dają włosy człowieka chorego na nowotwór. Pobrano próbki włosów z okolicy potylicznej od 3 studentek i 2 studentów, deklarujących się jako osoby zdrowe oraz próbki włosów osoby ze zdiagnozowanym rakiem jelita grubego. Zaobserwowano różnice w obrazach dyfrakcyjnych od osób zdrowych i osoby chorej, co wskazuje na ewentualną przydatność metody XRD we wczesnym diagnozowaniu choroby nowotworowej. Ta szybka i nieinwazyjna metoda może pomóc lekarzom w wyborze odpowiedniego planu leczenia.



UNIwersytet Jagielloński
w Krakowie



RADA KÓŁ NAUKOWYCH
UNIwersytetu Jagiellońskiego



$$\langle N | \hat{K} | F \rangle$$



SOLARIS
NARODOWE CENTRUM
PROMIENIOWANIA
SYNCHROTRONOWEGO

P S POLSKIE
S S STOWARZYSZENIE
F F STUDENTÓW
FIZYKI



OPTICA

Advancing Optics and Photonics Worldwide

Jagiellonian University
Student Chapter

