

Kraków, 12-15 maja 2022

Studencka
Międzyuczelniana
Ogólnofizyczna
Konferencja



UNIwersytet JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

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

Naukowe Koło Fizyków Studentów UJ

Spis treści

1. O organizatorach	4
2. Komitet Naukowy	5
3. Plan konferencji	6
3.1 Lista referatów wraz z godzinami	7
3.2 Lista plakatów	8
4. Abstrakty referatów	9
5. Sponsorzy	15

1. O organizatorach

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

Naukowe Koło Fizyków Studentów Uniwersytetu Jagiellońskiego

Historia Naukowego Koła Fizyków Studentów UJ sięga 1893 roku, kiedy 20 studentów matematyki i fizyki postanowiło stworzyć Kółko Matematyczno-Fizyczne Uczniów Uniwersytetu Jagiellońskiego. W 1959 roku, po reaktywacji działania Koła, podzieliło się ono na dwie części: Naukowe Koło Fizyków Studentów UJ oraz Koło Matematyków Studentów UJ. Od momentu powstania Koło organizowało seminaria, odczyty i konferencje. Współcześnie owocami tej działalności są Studencka Międzyuczelniana Ogólnopolska Konferencja, której trzecią edycję współtworzymy my wszyscy, oraz organizacja XVIII edycji Ogólnopolskiej Sesji Kół Naukowych Fizyków w 2019 roku. Do osiągnięć Koła w ostatnich latach należą również: wydanie skryptu prof. Sokołowskiego ze Szczególnej Teorii Względności, organizacja szeregu szkół zimowych i letnich, wyjazd naukowy do Czarnobyli oraz spotkanie z (późniejszym) noblistą Rogerem Penrosem w 2016 roku.

Studencka Międzyuczelniana Ogólnopolska Konferencja

Pomysł organizowania studenckiej konferencji przez Naukowe Koło Fizyków powstało za prezesury Adama Cieślika w roku akademickim 2016 - 2017. SMOK został po raz pierwszy zorganizowany w 2018 roku, i okazał się dużym sukcesem wśród uczestników. Ze względu na bardzo pozytywne opinie oraz duże zainteresowanie, następnego roku przygotowano drugą edycję tej konferencji, która przyciągnęła jeszcze więcej studentów niż za pierwszym razem. Niestety, z powodu pandemii koronawirusa która opanowała świat, musieliśmy anulować edycje z 2020 i 2021 roku. Mamy nadzieję że tegoroczny SMOK pozwoli na dalsze postawienie fundamentów corocznej konferencji przez nas organizowanej.

2. Komitet Naukowy

prof. dr hab. Karol Życzkowski – Pracownik Zakładu Optyki Atomowej IFT UJ, Centrum Fizyki Teoretycznej Polskiej Akademii Nauk oraz dyrektor Krajowego Centrum Informacji Kwantowej. Członek Polskiej Akademii Umiejętności oraz Polskiej Akademii Nauk. Pracuje w dziedzinie informacji kwantowej, splątania kwantowego, macierzy losowych, chaosu kwantowego oraz matematyki stosowanej w naukach społecznych. Współautor Kompromisu Jagiellońskiego – systemu głosowania w Radzie Unii Europejskiej.

dr hab. Tomasz Kawalec – Pracownik Zakładu Fotoniki UJ, zajmujący się m.in. optycznym chłodzeniem i pułapkowaniem atomów, plazmonami, kondensatem Bosego-Einsteina, sieciami optycznymi, laserem atomowym. Zajmuje się również popularyzacją fizyki.

prof. dr hab. Franciszek Krok – Kierownik Zakładu Fizyki Ciała Stałego IF UJ oraz kierownik studiów Advanced Materials & Nanotechnology. W pracy naukowej zajmuje się m.in. procesami samoorganizacji zachodzącymi na powierzchniach, procesami redoks tlenków metali przejściowych oraz analizą granicy faz cząsteczka organiczna - tlenki metali.

3. Plan konferencji

Czwartek 12 maja

19:00-20:00 Rejestracja uczestników

Piątek 13 maja

10:00 – 12:00 Zwiedzanie synchrotronu SOLARIS

12:00 – 12:30 Przerwa

12:30 – 13:30 Wykład specjalny

13:30 – 14:30 Obiad

14:30 – 15:30 Sesja referatowa cz.1

15:30 – 15:45 Przerwa kawowa

15:45 – 16:45 Sesja referatowa cz.2

16:45 – 17:00 Przerwa kawowa

17:00 – 18:00 Sesja referatowa cz.3

od 20:00 Spotkanie integracyjne

Sobota 14 maja

10:00 – 11:00 Sesja referatowa cz.4

11:00 – 11:15 Przerwa kawowa

11:15 – 12:15 Sesja referatowa cz.5

12:15 – 12:30 Przerwa kawowa

12:30 – 13:30 Sesja referatowa cz.6

13:30 – 14:30 Obiad

14:30 – 15:30 Wykład specjalny

15:30 – 15:45 Przerwa kawowa

16:00 – 18:00 Sesja plakatowa

19:30 – 21:00 Oficjalna kolacja

Niedziela 15 maja

11:00 – 11:30 Głosowanie

11:45 Ogłoszenie wyników głosowania i zakończenie konferencji

3.1 Lista referatów wraz z godzinami

PIĄTEK 13 MAJA

14:30-15:00 Marta Lotka – *EEG signal segmentation for human response detection*

15:00-15:30 Bartłomiej Kulas – *Detektor cząstek elementarnych: Komora mgłowa – historia, popularyzacja nauki i kwestie konstrukcji*

15:45-16:15 Dawid Pietruch – *Konstrukcja i oprogramowanie mobilnego detektora promieniowania jonizującego*

16:15-16:45 Weronika Łoboda – *W podróży po nocnym niebie - mitologia gwiazdozbiorów*

17:00-17:30 Michał Suchorowski – *Two highly magnetic atoms in a harmonic trap*

17:30-18:00 Weronika Puchalska – *Tajemnice gwiazd neutronowych*

SOBOTA 14 MAJA

10:00-10:30 Tymoteusz Braciszewski – *Teoria Struny, czyli o rozwiązaniu równania fali d’Alamberta*

10:30-11:00 Paweł Jucha – *Produkcja fotonów w zderzeniach ciężkich jonów w zakresie małych pędów poprzecznych*

11:15-11:45 Aleksandra Morawiec – *Komory projekcji czasowej i ich wykorzystanie oraz modernizacja w eksperymencie NA61/SHINE w CERN*

11:45-12:15 Paulina Góra – *Projektowanie i analiza elektromagnetycznych metapowierzchni dla wybranych zastosowań*

12:30-13:00 Eryk Trzcíński – *Jazz i fizyka: Tajemniczy związek muzyki ze strukturą wszechświata*

3.2 Lista plakatów

NIEDZIELA 15 MARCA

Alicja Kawala – *Electronic Structure and Superconductivity of the High Entropy Alloy Sc-Zr-Nb-Rh-Pd*

Marta Macyk, Karol Cieřlik, Dominik Wrana, Benedykt R. Jany, Joanna Kuncewicz, Wojciech Macyk, Franciszek Krok – *Study of the structural and photocatalytic properties of thermally reduced TiO_2 powders*

Weronika Łoboda, Weronika Puchalska – *LOFAR*

Anna Cholewik, Mateusz Rutkowski, Patrycja Chuchała, Justyna Sykuła Koło Naukowe Fizyki Medycznej Uniwersytetu Warszawskiego –

4. Abstrakty referatów

EEG signal segmentation for human response detection

Marta Lotka

Uniwersytet Jagielloński

Nonstationary time series can be conceptualized as concatenations of quasi-stationary spells. It is of interest to divide experimentally obtained time-series into quasi-stationary segments, as the partitions could indicate a change of state in the underlying complex system. In particular, such a segmentation method would provide a useful tool for EEG data analysis. Traditionally EEG data were studied using the event-related potential (ERP) technique. It is based on selecting fragments of the EEG data surrounding an event (like the subject making a response) for each trial and then averaging these fragments separately for each electrode. This approach involves discarding possibly relevant information in the averaging process and it cannot be adapted to detect a change in the state of the system (such as, in case of an EEG recording of a subject performing a task, detection of an error) in a single trial. A segmentation-based method could provide an improvement in these regards. In this work, a segmentation algorithm based on the distribution-free Kolmogorov-Smirnov (KS) test proposed by (Camargo, Duarte Queirós, & Anteneodo, 2011) is investigated. The algorithm involves recursively placing partitions such that the KS statistic is maximized (if its value indicates statistical significance and the resulting segments are sufficiently long). The algorithm was tested for both artificial time series and EEG data from 6 subjects performing the flanker task – a simple task in which each trial involves the subject pressing one of two buttons based on the stimuli displayed on a screen. Firstly, the method was applied artificial time series that have been used as a model for the EEG (autoregressive series and 1/f noise). Segmentation quality was assessed with Normalized Mutual Information and with the number of correctly identified partitions. Although the KS segmentation algorithm accurately segments Gaussian series in a wide range of parameters, oversegmentation was found to occur for autoregressive and 1/f series. Preliminary results for the EEG data indicate that the segmentation method might detect ERP components such as the error-related negativity and error positivity, which are related to detection and monitoring of errors. Stimulus-locked ERP components were obtained from preprocessed data in the time range from -200 ms to 1000 ms for each subject and condition (erroneous/correct response) separately. Segmentation was performed for each trial at $p=0.99$ and minimal segment length of 100 ms. Then probability distribution of a partition at a particular time point was calculated for each subject and condition. Comparing the probability distribution with the ERP waveform suggests that partitions are most likely where the slope of the ERP waveform is the steepest. The probability distributions for the experimental data were compared with probability distributions for ARMA series fitted to the same data to verify that the results are not an artifact of the algorithm.

Detektor cząstek elementarnych: Komora mgłowa – historia, popularyzacja nauki i kwestie konstrukcji

Bartłomiej Kulas

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Komora mgłowa (Wilsona) była niezwykle ważnym narzędziem badawczym otwierającym odkrycia i badania cząstek elementarnych. Urządzenie zapoczątkowało drogę do potwierdzenia oddziaływania bozonu Higgsa w CERN-ie oraz badań nad neutrinami w m.in. Super-Kamiokande. Prześledzenie historii konstrukcji różnych detektorów jest świetnym wprowadzeniem do fizyki cząstek elementarnych. Pomimo praktycznie wyjęcia z użycia, komora mgłowa jest niezwykle cenną aparaturą do demonstracji i popularyzacji. Wykorzystywana jest nie tylko do unaocznienia niewidzialnego gęszczy cząstek, ale również do wyjaśnienia zaskakujących konsekwencji Szczególnej Teorii Względności. W ramach referatu zostaną przybliżone słuchaczom zagadnienia konstrukcyjne, aby ułatwić wszystkim możliwość własnoręcznej budowy i obserwacji.

Konstrukcja i oprogramowanie mobilnego detektora promieniowania jonizującego

Dawid Pietruch

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Konstrukcja licznika Geigera-Müllera jest znana już od ponad dziewięćdziesięciu lat, natomiast technika przez ten czas uległa potężnemu rozwojowi. Dostępne na rynku tanie mikrokontrolery przewyższają wielokrotnie możliwości głównego komputera naprowadzającego misji Apollo 11. Celem pracy jest skonstruowanie urządzenia w oparciu o łatwo dostępne dzisiaj elementy elektroniczne. Zastosowany mikrokontroler STM32F411CEU6 umożliwia wykonywanie wielu operacji w bardzo krótkim czasie co pozwala nawet na pomiar czasu trwania impulsu z detektora. Ponadto utworzony program obsługujący urządzenie, posiada interfejs użytkownika z rozbudowanym menu. Wykorzystując napisane procedury zaprojektowano dwa doświadczenia testujące działanie detektora.

W podróży po nocnym niebie - mitologia gwiazdozbiorów

Weronika Łoboda

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Już przedstawiciele starożytnych ludów utożsamiali zjawiska astronomiczne ze swoimi wierzeniami. Słońce identyfikowali z bogiem Heliosem, a Księżyc z boginią Selene. Wpatrując się wieczorami w rozgwieżdżone niebo, doszukiwali się w gwiazdach znajomych kształtów, które kojarzyły im się z legendarnymi historiami. Najstarsze wzmianki o gwiazdozbiorach pochodzą bowiem z około 4000 roku p.n.e. Natomiast w V wieku p.n.e. Babilończycy dokonali podziału strefy nieba, po której odbywa się pozorny ruch Słońca, na 12 odcinków, które nazwali zodiakami. Ostatecznie, na niebie znalazło się 88 gwiazdozbiorów zatwierdzonych przez Międzynarodową Unię Astronomiczną w 1928 roku. W swoim referacie opowiem o historiach mitycznych królów, zwierząt i herosów, którym przypadł zaszczyt zajmowania wiecznego miejsca na gwiazdzistym firmamencie.

Two highly magnetic atoms in a harmonic trap

Michał Suchorowski

Uniwersytet Warszawski

Modern technology allows us to produce synthetic quantum matter and gives us unprecedented control over it. One of the possible application of controllable quantum system is quantum simulation of solid-state models like extended Hubbard models. The quantum simulators were used to investigate broad range of many-body phenomena. Recent simulators exploit up to 256-atoms [1] which exceeds possibility of most of the numerical approaches. The realisation of the Bose-Einstein condensate in polar gases [2] were the first ultracold experiments involving highly magnetic atoms. Afterwards, such systems were extensively studied due to the anisotropic and long-range nature of dipolar interactions and resulting range of interesting properties. Moreover, highly magnetic atoms were used as a platform to simulate extended Fermi- and Bose-Hubbard model [3]. Although, highly magnetic atoms are not the only possible platform to simulate the extended Fermi- and Bose-Hubbard model, native spin structure, its infinite lifetime and fact that they are relatively easy to trap and cool, make them the best choice. To properly understand the quantum simulator of the extended Fermi- and Bose-Hubbard model, we need to extensively investigate the fundamental building block of this system, this is, two particles interacting on site. For that reason, in our model, we theoretically investigate the properties of two interacting ultracold highly magnetic atoms trapped in a one-dimensional harmonic potential. The atoms interact via an anisotropic longrange dipole-dipole interaction, which in one dimension effectively can be modeled by the contact interaction [4]. We show that external magnetic field and trapping potential frequency can be used to control the magnetization of the system, where we observe behaviour similar to the many-body ferromagnetic and antiferromagnetic configurations. We show the role of the indistinguishability and symmetries in the dynamics of the observables that could be measured experimentally.

Tajemnice gwiazd neutronowych

Weronika Puchalska

Uniwersytet im. Mikołaja Kopernika w Toruniu

Niezwykłe procesy zachodzące w gwiazdach od lat fascynują astronomów. Aby dobrze opisać cykl życia tych niezwykłych obiektów konieczna jest znajomość ich masy. To właśnie ta wielkość mówi nam o szybkości procesów zachodzących we wnętrzu gwiazdy i o długości jej życia. W mojej prezentacji skupię się na gwiazdach neutronowych, czyli pozostałościach po masywnych gwiazdach, powstałych w wybuchu supernowej typu II. Omówię ich pochodzenie oraz niezwykle cechy, które je charakteryzują.

Teoria Struny, czyli o rozwiązaniu równania fali d'Alamberta

Tymoteusz Braciszewski

Uniwersytet im. Mikołaja Kopernika w Toruniu

Dzisiejszą fizykę ciężko jest wyobrazić sobie bez równania fali, pojawiającego się we właściwie każdej jej dziedzinie. Równanie to zostało odkryte przez francuskiego fizyka i matematyka, Jean le Rond d'Alamberta, i pozwala nam modelować zjawiska falowe. W niniejszym wystąpieniu przyjrzymy się sposobowi rozwiązania tego równania przy użyciu metody Fouriera, oraz przeanalizujemy wnioski z niego płynące dla przypadku fali wywołanej w strunie rozpiętej między dwoma punktami. Zastanowimy się również, czy fizyka potrafi odpowiedzieć na pytanie: dlaczego zużyte struny gitarowe nie brzmią tak dobrze jak nowe?

Produkcja fotonów w zderzeniach ciężkich jonów w zakresie małych pędów poprzecznych

Paweł Jucha

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Ultrarelatywistyczne zderzenia ciężkich jonów stanowią doskonałe źródło informacji na temat produkcji cząstek wywołanych silnym polem elektromagnetycznym oraz plazmą kwarkową gluonową. Proces rozproszenia światła na świetle (tj. pomiar dwóch fotonów) oraz detekcja jednego fotonu jest przedmiotem moich badań. Pierwszy bezpośredni pomiar par fotonów w ultrarelatywistycznych zderzeniach ciężkich jonów został przeprowadzony w 2017 roku, przy użyciu akceleratora LHC. Aktualne wyniki wyznaczono dla przestrzeni fazowej: pęd poprzeczny (pt) większy od 2 GeV. Kolejne eksperymenty pozwolą na pomiar fotonów o niższych wartościach pędu poprzecznego, co wymagać będzie opisu teoretycznego. W wystąpieniu planuję omówić problematykę ultrarelatywistycznych zderzeń ciężkich jonów oraz przedstawić przekrój czynnny na produkcję fotonów. Szczególną uwagę poświęcę wynikom rozkładu przekroju czynnego w funkcji pędów poprzecznych dla procesu światła na świetle w zakresie małych pt obliczonych metodą równoważnych fotonów. Jest to zakres kinematyczny, który nigdy wcześniej nie był badany w kontekście zderzeń ciężkich jonów. Natomiast metoda przybliżenia równoważnych fotonów z powodzeniem może być wykorzystywana w obliczeniach zderzeń zarówno ultraperiferycznych jak i semi-centralnych. Przewidywania teoretyczne porównam z wynikami uzyskanymi za pomocą generatora HSD (ang. Hadron-String Dynamic approach), który pozwala obliczyć przekrój czynnny dla procesów takich jak:

- bremsstrahlung,
- zderzenia binarne hadronów,
- rozpad mezonów.

Komory projekcji czasowej i ich wykorzystanie oraz modernizacja w eksperymencie NA61/SHINE w CERN

Aleksandra Morawiec
Uniwersytet Jagielloński

NA61/SHINE jest wielozadaniowym eksperymentem badającym min. kolizje ciężkich jonów. W trakcie Long Shutdown 2, system detekcyjny eksperymentu został rozbudowany i zmodernizowany. Prace hardwarowe zakończyły się niedawno, a ich głównym elementem była wymiana dotychczasowej elektroniki odczytującej dane z Komór Projekcji Czasowej na nowy system, którego szybkość rejestracji danych jest dziesięciokrotnie większa. W trakcie seminarium skupię się na przedstawieniu idei Komór Projekcji Czasowej, jak również przybliżę słuchaczom techniczną stronę problemu związaną z budową i modernizacją takiego detektora w oparciu na Głównych Komorach Projekcji Czasowej eksperymentu NA61/SHINE.

Projektowanie i analiza elektromagnetycznych meta-powierzchni dla wybranych zastosowań

Paulina Góra
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny

Metamateriały elektromagnetyczne określa się jako sztuczne struktury stworzone z komórek elementarnych. Charakteryzują się one unikalnymi właściwościami elektromagnetycznymi, które mogą być modyfikowane poprzez dopasowanie odpowiednich struktur metamateriałów. Wpływ na te struktury można mieć poprzez zmianę fazy, polaryzacji czy amplitudy padającej fali elektromagnetycznej. Swoje zastosowanie znajdują w optyce, elektromagnetyzmie i inżynierii materiałowej [1]. W tytułowej pracy skupiono się na analizie metapowierzchni terahercowych. Typowa konfiguracja metamateriału THz składa się z rezonatorów typu SRR (ang. Split Ring Resonator). Po wytworzeniu struktury metamateriału pojawia się problem z dostrajaniem zakresu częstotliwości rezonansowej ponieważ zależy ona od geometrii komórki elementarnej. W celu stworzenia przestrajalnego metamateriału THz zaprojektowano i zasymulowano jego zachowanie, dla elementu strukturalnego z ruchomą kolumną wewnętrzną. Budowę takiej komórki pozwalają mechanizmy używane w układach mikro-elektro-mechanicznych (MEMS). Projekt i symulacje komórki elementarnej zostały wykonane w środowisku COMSOL 5.4. Badania zostały przeprowadzone dla modów typu TM (ang. Transverse magnetic) oraz TE (ang. Transverse electric).

Jazz i fizyka: Tajemniczy związek muzyki ze strukturą wszechświata

Eryk Trzciniński

Uniwersytet im. Mikołaja Kopernika w Toruniu

Jazz i fizyka. Z pozoru dwie różne od siebie dziedziny, jednak posiadające ze sobą wiele wspólnego. Wielu wielkich fizyków, takich jak Albert Einstein, przejawia miłość do muzyki i grania na instrumencie. Może nie jest to oczywiste od pierwszego wejrzenia, ale światem muzyki, tak jak fizyki, rządzi matematyka. Chociaż dla fizyków i muzyków jazzowych ważne jest opanowanie techniki i teorii tych dziedzin, innowacje wymagają wyjścia poza te umiejętności. Podczas mojego wystąpienia postaram się przybliżyć połączenie między muzyką (w szczególności jazzem) a fizyką. W fizyce teoretycznej kluczowa jest zdolność rozumowania za pomocą analogii. Wspomaga wkraczanie w nowe obszary wiedzy i umożliwia pokonanie tajemniczego świata kwantów w celu dotarcia do ogromnej superstruktury naszego wszechświata. Muzyka będzie tu pełnić rolę analogii, nie tylko wspomagającej zrozumienie współczesnej fizyki i kosmologii, ale także pomocnej w rozwiązywaniu zagadek, na które natknęła się fizyka. Złożony sposób, w jaki prawa fizyki, działając wspólnie, stworzyły i podtrzymują istnienie nadrzędnej struktury Wszechświata odpowiedzialnej za nasze istnienie, wydaje się magią – zupełnie jak podstawy teorii muzyki, które dały początek wszystkiemu, od Twinkle Twinkle Little Star po Interstellar Space Coltrane’a. Stosując metodę interdyscyplinarną i zainspirowani trzema wielkimi umysłami (Johna Coltrane’a, Alberta Einsteina i Pitagorasa), możemy dostrzec, że rozwiniętym „magicznym” kosmosem rządzą też prawa muzyki. Pokażę jak sztuka improwizacji wpływa na nauki ścisłe, takie jak fizyka oraz jakie wielkości fizyczne są bezpośrednio powiązane z muzycznymi.

5. Sponsorzy



UNIWERSYTET JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE



Innovative Photocatalytic Solutions Sp. z o.o.



RADA KÓŁ
NAUKOWYCH
UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO



SOLARIS

NARODOWE CENTRUM
PROMIENIOWANIA
SYNCHROTRONOWEGO

OPTICA

Advancing Optics and Photonics Worldwide

Student Chapter
Jagiellonian University