

PROGRAM – WYKŁADY, 1 VII 2022

8.45	Rozpoczęcie XV Rzeszowskiej Konferencji Młodych Fizyków	
9.00 - 9.15	<i>Marzena Malicka</i> Politechnika Rzeszowska	Analiza deperturbacyjna poziomu $A^1\Pi(v = 2)$ w izotopologu $^{12}\text{C}^{18}\text{O}$
9.15 - 9.30	<i>Stanisław Ryzner</i> Uniwersytet Rzeszowski	Analiza deperturbacyjna poziomu $A^1\Pi(v = 1)$ w izotopologu $^{13}\text{C}^{18}\text{O}$
9.30 - 9.45	<i>Ewa Borsuk</i> Instytut Fizyki Jądrowej PAN	Causal reappraisal of the quantum three box paradox
9.45 - 10.00	<i>Michał Kaczor</i> Uniwersytet Rzeszowski	Splątanie kwantowe w dwukubitowym układzie spinowym poddanym działaniu zmiennego pola magnetycznego
10.00 - 10.15	<i>Małgorzata Malinowska</i> Uniwersytet Rzeszowski	Charakterystyki I-V cienkowarstwowych ogniw na bazie tlenków metali
10.15 - 10.35	przerwa	
10.35 - 10.50	<i>Barbara Linek</i> Uniwersytet Rzeszowski	Analiza semi-ekskluzywnej produkcji dileptonu w zderzeniach proton-proton z pomiarem jednego protonu na detektorze protonów do przodu
10.50 - 11.05	<i>Józef Borsuk</i> Instytut Fizyki Jądrowej PAN	Analysis of higher $K\pi$ mass region in the $B^0 \rightarrow K^+\pi^-\mu^+\mu^-$ decay at LHCb experiment
11.05 - 11.20	<i>Paweł Jucha</i> Akademia Górniczo- Hutnicza	Produkcja pojedynczego fotonu w ultrarelatywistycznych zderzeniach ciężkich jonów
11.20 - 11.35	<i>Jolanta Sobczak</i> Politechnika Rzeszowska	Wpływ obecności nanocząstek na właściwości fizyczne układów wieloskładnikowych
11.35 - 11.50	<i>Julian Traciak</i> Politechnika Rzeszowska	Badanie napięcia powierzchniowego nanocieczy przy użyciu specjalistycznego tensometru opracowanego z wykorzystaniem technologii druku 3D
11.50 - 12.50	sesja posterowa	
12.50 - 13.05	<i>Luca Campobasso</i> Politechnika Łódzka	The Klein paradox in the Wigner phase space formalism
13.05 - 13.20	<i>Vitaliy Atamaniuk</i> Uniwersytet Rzeszowski	Ocena wpływu spożycia posiłków na wartość sztywności wątroby ocenianą za pomocą techniki elastografii MR u zdrowych ochotników

13.20 - 13.35	<i>Andrii Pozaruk</i> Uniwersytet Rzeszowski	Correlation between histogram analysis of Apparent Diffusion Coefficient and SUV values in reconstructed PET images in prostate cancer
13.35 - 13.50	<i>P.I. Kolkovskyi</i> Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ukraine	The porous structure of activated carbon obtained from waste coffee grounds
13.50 - 14.05	<i>P.I. Kolkovskyi</i> V.I. Vernadsky Institute General and Inorganic Chemistry, Kiev, Ukraine	Controllable synthesis of Strontium Manganite Perovskites nanostructures for electrochemical capacitors
14.05	<i>Zakończenie konferencji</i>	

PROGRAM – POSTERY, 1 VII 2022

- P1 *Patrycja Leniart*
Politechnika Rzeszowska Dźwięk w ujęciu fizycznym
- P2 *Magdalena Dul*
Politechnika Rzeszowska Ewolucja gwiazd
- P3 *Faustyna Szczutko*
Politechnika Rzeszowska Iluzje i złudzenia optyczne
- P4 *Natalia Dudek*
Politechnika Rzeszowska Wpływ wartości indukcji pola magnetycznego aparatu rezonansu magnetycznego na jakość modelowania struktur anatomicznych.
- P5 *Aleksandra Stasik*
Uniwersytet Rzeszowski Analiza pasma (0,2) systemu Herzberga ($C^1\Sigma^+-A^1\Pi$) w rzadkim izotopologu $^{13}C^{18}O$
- P6 *Kamil Rybak*
Uniwersytet Rzeszowski Spektroskopia Fourierowska pasma 0-1 układu $B^2\Sigma^+-A^2\Pi_i$ molekuly $^{12}C^{16}O^+$
- P7 *Dominika Rojek*
Uniwersytet Rzeszowski Ocena wzrostu komórek nowotworowych linii HepG2 in vitro pod wpływem pola elektromagnetycznego
- P8 *Roman Hrytsak*
Uniwersytet Rzeszowski The impact of metal atoms diffusion on thermal decomposition of $In_xGa_{1-x}N/GaN$ MQWs – first principles calculations

STRESZCZENIA - WYKŁADY

Ocena wpływu spożycia posiłków na wartość sztywności wątroby ocenianą za pomocą techniki elastografii MR u zdrowych ochotników

Vitaliy Atamaniuk

Szkoła doktorska, Uniwersytet Rzeszowski
vitaliya@dokt.ur.edu.pl

Przewlekłe choroby wątroby są poważnym problemem na całym świecie. Zwykle prowadzą one do zwłóknienia wątroby i, w przypadku zaniechania leczenia, do marskości. Jednak proces ten jest odwracalny, szczególnie jeśli zostanie wykryty na wczesnym etapie.

Elastografia Rezonansu Magnetycznego (MRE) to nieinwazyjna, bardzo precyzyjna metoda oceny sztywności wątroby, która pozwala na wykrycie najmniejszych zmian patologicznych powodujących zwłóknienie tego narządu. Jest ona w stanie zastąpić inwazyjną biopsję, która od wielu lat była złotym standardem w diagnostyce zwłóknienia wątroby.

Aby wyeliminować potencjalne zmiany sztywności wątroby spowodowane poposiłkowym wzrostem przepływu krwi, obecne protokoły kliniczne zalecają wykonanie badania MRE najwcześniej 4 godziny po spożyciu posiłku. Niemniej jednak ta zależność nie została jeszcze właściwie sprawdzona.

Te badania miały na celu ustalenie, w jaki sposób spożycie posiłku wpływa na wyniki pomiaru sztywności wątroby i czy może być przyczyną błędnych diagnoz klinicznych. Do badania włączono w sumie 100 zdrowych ochotników (36 mężczyzn i 64 kobiety; przedział wiekowy 20-32 lata, średni wiek 22,9 lat). Do oceny sztywności wątroby zastosowano kliniczny skaner rezonansu magnetycznego 1,5T GE Optima.

Najwyższą średnią wartość sztywności wątroby odnotowano 30 minut po posiłku. Następnie zaobserwowano stopniowy spadek sztywności wątroby. Jednak nawet 2h 30m po posiłku sztywność wątroby była wyższa, niż gdy mierzona na czczo: 2,41 vs 2,25 kPa.

Dlatego, aby uniknąć fałszywie dodatnich wyników i/lub niewłaściwego sposobu leczenia, zalecamy wykonanie badań MRE mających na celu ocenę sztywności wątroby co najmniej 3 godziny po posiłku.

* * *

Causal reappraisal of the quantum three box paradox

Ewa Borsuk

Institute of Nuclear Physics Polish Academy of Sciences

Did Alice deceive Bob? Imagine a game in which Bob prepares initial and final state of the experiment and Alice tries to find a particle in one of three boxes. Bob bets that she will be successful 1/3 of the time. Surprisingly, Alice finds a particle in the first box with 100% accuracy and she gets the same result for the second box! How is it possible?

Quantum three box paradox boils down to unexpected and bizarre predictions that occur in the pre- and post-selected systems. In this talk, I will analyze a three box paradox from a causal point of view. We consider an array of potential causal structures behind the experiment, eliminating those

without enough explanatory power. This gives us a way of differentiating between the various mechanisms in which measurement disturbance can propagate in the system.

Specifically, we distinguish whether it is just the measurement outcome or the full measurement context that is required for the causal explanation of the observed statistics. We also discuss different approaches to the measurement problem in the pure and realist causal setting, where the latter assumes that measurements reveal preexisting values. While in the pure case, the original version of the paradox can be explained without resorting to any measurement disturbance, this fails when the full statistics is taken into account. The realist case is more stringent in this respect.

These various results illustrate the richness of the paradox which is better appreciated from the causal perspective.

Based on a joint work with Pawel Blasiak, in Phys. Rev. A 105, 012207 (2022): <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.105.012207>

* * *

Analysis of higher $K\pi$ mass region in the $B^0 \rightarrow K^+\pi^-\mu^+\mu^-$ decay at LHCb experiment

Józef Borsuk

Institute of Nuclear Physics Polish Academy of Sciences

The aim of my research is to analyse decay of beauty meson B^0 to kaon (K^+), pion (π^-), muon (μ^-) and antimuon (μ^+). The analysis is based on the data collected by the LHCb experiment in 2016, 2017 and 2018 where protons collided with each other at the center of mass energy of 13 TeV (teraelectronvolts). B^0 meson is made of quark-antiquark pair (up quark and b antiquark) and it is not present in ordinary matter, however it can be produced in very energetic particle collisions. It is an unstable particle, which means it decays very rapidly and this decay can proceed on very various ways, such as $B^0 \rightarrow K^+\pi^-\mu^+\mu^-$.

The main reason for carrying such a research is the fact that the Standard Model of elementary particle physics is not a final theory. For instance, it does not explain why there is much more matter than antimatter in the Universe. According to the theory of the Big Bang, matter and antimatter should be produced equally. Many analyses that have been performed have shown that the Standard Model predictions do not always overlap with experimental results. Interestingly, some anomalies have appeared in the rare decays of B^0 meson.

Last analysis of this decay, carried out by the researchers from the LHCb experiment, has shown some deviations from the Standard Model expectations. That means that broader research of this decay may contribute to the discovery of New Physics Beyond the Standard Model. According to some theories, yet undiscovered particles such as Z' bosons or leptoquarks could be responsible for observed measurements discrepancies. In this presentation I will show my recent results of the analysis of the $B^0 \rightarrow K^+\pi^-\mu^+\mu^-$ decay which is focused on the higher invariant mass range of $K\pi$ system ($1430 \text{ MeV}/c^2$). This work differentiates from most of B^0 meson analyses since they are usually concentrated on the $892 \text{ MeV}/c^2$ $K\pi$ invariant mass.

Owing to the continuous improvement of the LHC accelerator and to sequential increase of the amount of data, analyses of the corresponding decay will be much more precise, and it grant a better verification of various hypothesis. This research project is funded in whole by National Science Center, Grant number: 2021/41/N/ST2/03478

* * *

The Klein paradox in the Wigner phase space formalism

Luca Campobasso

Politechnika Łódzka

The Klein paradox is considered in the context of quantum mechanics in phase space. The external degrees of freedom are represented together with the internal ones in the Hilbert space $L^2(\mathbb{R}) \otimes \mathbb{C}^2$. The bases and the operators living in it are computed, with which the Wigner function is derived using the three wavefunctions (incident, reflecting, transmitting) defined for this as a tunneling system. A continuity equation was newly derived in terms of a density operator in this space. The tunneling coefficients are extrapolated with the help of it.

* * *

Produkcja pojedynczego fotonu w ultrarelatywistycznych zderzeniach ciężkich jonów

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 kwarkowo-gluonową. Proces rozproszenia światła na świetle oraz produkcja pojedynczego 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 p_t 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 czynny na produkcję fotonów. Szczególną uwagę poświęcę wynikom rozkładu przekroju czynnego w funkcji pędów poprzecznych dla procesu światła na świetle w zakresie małych p_t 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 ultraperyferycznych jak i semi-centralnych. Przewidywania teoretyczne porównam z wynikami uzyskanymi za pomocą generatora HSD (ang. Hadron-String Dynamic approach), który pozwala obliczyć przekrój czynny dla procesów takich jak:

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

* * *

Splątanie kwantowe w dwukubitowym układzie spinowym poddanym działaniu zmiennego pola magnetycznego

Michał Kaczor¹, Paweł Jakubczyk²

¹ Koło Naukowe Fizyków Uniwersytetu Rzeszowskiego, Szkoła doktorska, Uniwersytet Rzeszowski

² Instytut Nauk Fizycznych, Kolegium Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Rzeszowski

Splątanie kwantowe jest jedną z najbardziej charakterystycznych cech teorii kwantów, zaś w ostatnich latach stało się ponadto niezwykle cennym zasobem informatyki kwantowej. Obecnie poszukiwane są układy o wysokim stopniu splątania oraz takie, w których splątanie pozostaje stabilne przez możliwie długi czas. Pośród tych układów coraz większą uwagę skupiają na sobie układy spinowe.

Prezentacja obejmuje analizę ewolucji czasowej dwuspinowego układu heisenbergowskiego typu XXZ poddanego działaniu magnetycznego pola zmiennego. Celem badań jest określenie, czy pole takie może posłużyć jako czynnik pozwalający regulować splątanie w układzie. Jako miarę splątania wykorzystano zgodność Wootersa, zaś ewolucję czasową opisano zgodnie z równaniem Lindblada. Wyniki badań posłużyć mogą jako wytyczne przy konstruowaniu układów, które następnie wykorzystac będzie można w praktycznych realizacjach protokołów informatyki kwantowej.

* * *

Controllable synthesis of Strontium Manganite Perovskites nanostructures for electrochemical capacitors.

P.I. Kolkovskiy¹, B.I. Rachiy², H.M. Kolkovska², N.Ya. Ivanichok², I.P. Yaremiy²

¹ V.I. Vernadsky Institute General and Inorganic Chemistry, Kiev, Ukraine

² Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine
Pavlokolkovskyy@gmail.com

Electrochemical capacitors (EC) are perspective direction of electrochemical energy sources development due to the high of specific power and energy. On the one hand the carbon is the material for a polarized electrode. On the other hand, for an unpolarized electrode are studied the oxides, hydroxides, and sulfides of transition metals [1]. Much attention is paid to materials manganites with a perovskite structure such as SrMnO₃ which is characterized by environmental and economic affordability and fairly high electrochemical performance. The unique structure of perovskite materials allows improve the capacity of the material due to the vacancies in the cationic and anionic sublattices [1].

In this paper we report of the synthesis of SrMnO₃ (average size of coherent scattering region are about 15-18 nm) with hexagonal structure motives (Fig. 1) and $a=5,44\pm 0,004$ Å, $c=9,0704 \pm 0,004$ Å.

The electrochemical characteristics of the synthesized SrMnO₃ material were researched using cyclic voltammetry in the potential range from -0.23 to 0.5 V with respect to the Ag/AgCl reference electrode in the range of scan rates from 1 to 30 mV/s (Fig.2.a.)

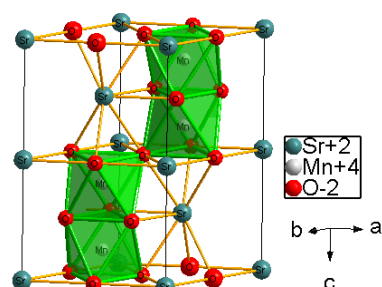


Fig. 1. The model of SrMnO₃ crystal structure (view along the b axis) (b).

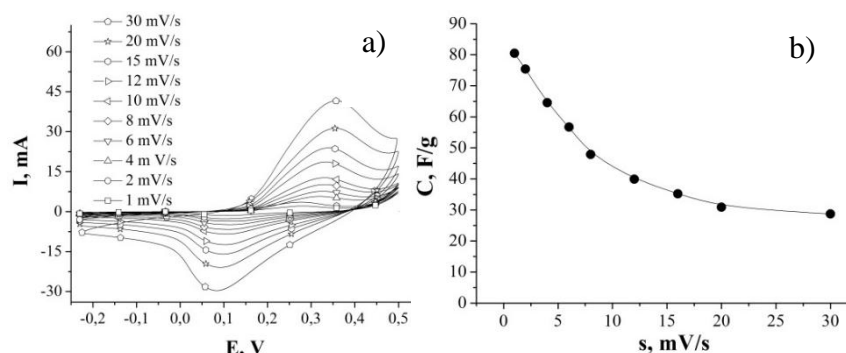


Fig. 2. CVA curves of SrMnO₃ and the dependence of the specific capacity on the scan rate (b).

The scan rate significantly affects the value of the specific capacitance of the electrodes. The dependence of the specific capacity of the obtained material SrMnO₃ on the scan rate is shown in Fig. 2.b. The maximum value of the specific capacity of the system SrMnO₃/ electrolyte is 81 F/g at a scan rate of 1 mV/s. Consequently, in materials SrMnO₃ with a perovskite structure, the accumulation and storage of charge occurs due to the diffusion of anions. The mechanism of anion diffusion and redox reactions for SrMnO₃ in the charge/discharge process can be represented by the equations of reactions $\text{Mn}^{3+} \leftrightarrow \text{Mn}^{4+}$.

Ostafiychuk, B. K., Kolkovska, H. M., Yaremiy, I. P., Rachiy, B. I., Kolkovskiy, P. I., Ivanichok, N. Y., & Yaremiy, S. I. Synthesis and electrochemical properties of LaMnO₃ orthosized nanomaterial for supercapacitor applications. *Physics and Chemistry of Solid State*, 21(2), 219-226. 2020.

* * *

The porous structure of activated carbon obtained from waste coffee grounds

S-V.S. Sklepova¹, N.Ya. Ivanichok¹, I.M.Gasyuk¹, **P.I. Kolkovskiy**², A.M.Soltys¹, B.I. Rachiy¹

¹ Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

² V.I. Vernadsky Institute General and Inorganic Chemistry, Kiev, Ukraine

e-mail: sonja93sklepova@gmail.com

Nanoporous carbon materials (NCM) are used to prepare super capacitor (SC) electrodes. The high specific energy parameters of SC are closely related to the physical and electrochemical characteristics of NCM. NCM with a highly developed surface area and controlled pore size distribution are obtained by chemical and thermal activation of carbon containing precursors. In our work we propose a thermochemical method of obtaining NCM with a high specific surface area. NCM were obtained by thermochemical activation of potassium hydroxide waste coffee grounds (WCG).

The WCG, from commercial beverage manufacturers, were dried at 65 - 85°C for 48 h. The dried WCG were mixed at a weight ratio of 1:0.5:1 with KOH and distilled water. The resulting mixture was stirred thoroughly for 1-2 hours; after which it was dried in a thermostat to constant weight at a temperature of 90 °C. The dry material was placed in an autoclave and heated to a given temperature (400 ÷ 900 °C) at a heating rate of 10 °C/min and kept at this temperature for 30 minutes. Cooling of activated materials was carried out in the off mode of the furnace. After cooling, the resulting material was washed in 5% aqueous HCl and distilled water to neutral pH and dried at 90 °C to constant weight. The series of samples (S400 ÷ S900) were numbered according to the thermochemical activation temperature. For example, S900 is a material activated at 900 °C. The table shows the characteristics of the porous structure of NCM.

The parameters of the porous structure of the NCM

Sample	S400	S500	S550	S600	S700	S800	S900
$S_{\text{BET}}, \text{m}^2/\text{g}$	31	172	246	374	446	703	1056
$S_{\text{DFT}}, \text{m}^2/\text{g}$	23	193	218	309	478	632	1170
$S_{\text{meso}}, \text{m}^2/\text{g}$	30	44	30	27	27	22	45
$S_{\text{micro}}, \text{m}^2/\text{g}$	-	80	175	319	402	671	996
$V_{\text{total}}, \text{cm}^3/\text{g}$	0.092	0.161	0.176	0.228	0.237	0.331	0.507
$V_{\text{micro}}, \text{cm}^3/\text{g}$	-	0.038	0.071	0.132	0.162	0.272	0.398

Specifications of porous structure (it means surface area and general volume) of NCM were determined on the basis of analysis of adsorption/desorption isotherms of nitrogen at the temperature of its ebullition (-196 °C), received from Quantachrome Autosorb Nova 2200e. Before measurement, the samples were degasified at 180°C for 18 h. A number of complementary methods BET, DFT, BJH and t-method were used. The specific surface area (SBET) was determined by multipoint Brunauer-Emmett-Teller method in the region of the isotherm, which is limited by the range of relative pressure $P/P_0 = 0.050 - 0.035$. The total volume of pores (V_{total}) was calculated by the number of adsorbed nitrogen at $P/P_0 \approx 1$. The volume of micropores (V_{micro}) and the values of surface areas of micro (S_{micro})- and mesopores (S_{meso}) were researched by the use of t-method and density functional theory (DFT).

* * *

Analiza semi-ekskluzywnej produkcji dileptonu w zderzeniach proton-proton z pomiarem jednego protonu na detektorze protonów do przodu

Barbara Linek¹, Marta Łuszczak²

¹Koło Naukowe Fizyków Uniwersytetu Rzeszowskiego, Szkoła doktorska, Uniwersytet Rzeszowski

²Instytut Nauk Fizycznych, Kolegium Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Rzeszowski

Prezentacja dotyczyła będzie badania mechanizmu fuzji foton-foton w procesach produkcji par leptonów w zderzeniach proton-proton z przerwą w pośpieszności oraz pomiarem jednego protonu na detektorze protonów do przodu. Zagadnienie to jest szczególnie istotne dla pomiarów LHC prowadzonych przez kolaboracje ATLAS oraz CMS+TOTEM.

Dla pełnego zrozumienia omawianych zagadnień przypomniane zostaną informacje dotyczące Modelu Standardowego, w szczególności dotyczące rodzajów cząstek elementarnych i ich wzajemnych oddziaływań, a także budowy atomu w oparciu o założenia powyższej teorii.

Przedstawiona zostanie idea oraz główne parametry głęboko nieelastycznego rozpraszania cząstek elementarnych, a także mechanizm działania akceleratorów i zderzaczy. Opisane zostaną rodzaje zderzeń proton-proton oraz udział fuzji fotonowej będącej przedmiotem szczególnego zainteresowania fizyków już od połowy dekady.

Zderzenia poddane analizie obejmowały będą procesy podwójnie sprężyste oraz pojedyncze dysocjacje uwzględniające pędy poprzeczne fotonów wirtualnych, w których, w wyniku fuzji foton-foton powstaje para $\mu^+\mu^-$. Omówiony zostanie wpływ nałożenia cięć na Y_{II} , $\xi_{1/2}$ oraz $p_{\text{t, pair}}$, jak również

występowanie efektu przeżycia przerwy w pośpieszności na wartość całkowitego przekroju czynnego na dane zderzenie. Wykazany zostanie fakt, iż współczynnik ten przyjmuje znacznie mniejszą wartość w przypadku, gdy dokonywany jest pomiar protonu, w stosunku do obliczeń nieuwzględniających tego typu pomiaru. Uwydatniona zostanie także niewielka zależność omawianych parametrów od masy niezmienniczej produkowanej pary mionów i jej pędu poprzecznego w stosunku do zależności od jej pośpieszności, dla której efekt ten jest znaczący, choć może być trudny do wykazania doświadczalnie.

Przeprowadzone analizy nawiązują do danych eksperymentalnych przedstawionych przez kolaborację ATLAS, w szczególności wyjaśniona jest obecność tylko jednej cząstki w badanym obszarze, gdy oba kanały pomiarowe są aktywowane.

* * *

Charakterystyki I-V cienkowarstwowych ogniw na bazie tlenków metali

Małgorzata Malinowska

Uniwersytet Rzeszowski

Najbardziej popularnym obecnie sposobem wykorzystania energii promieniowania słonecznego jest przetwarzanie jej na energię elektryczną za pomocą instalacji fotowoltaicznych, nie powodując przy tym zanieczyszczenia środowiska. Ta technologia stanowi alternatywę dla nieodnawialnych źródeł energii.

Sposoby produkcji ogniw fotowoltaicznych są nieustannie modernizowane, a w wielu laboratoriach trwają prace nad ogniwami cienkowarstwowymi. Ze względu na dużą dostępność, niską cenę oraz bezpieczeństwo materiałów wykorzystywanych do wytworzenia ogniw cienkowarstwowych, mogą one stanowić dobrą alternatywę dla klasycznych ogniw krzemowych. Badane próbki wytworzone zostały za pomocą metody reaktywnego rozpylania magnetronowego.

Zaprezentowana zostanie analiza charakterystyk prądowo-napięciowych cienkowarstwowych tlenkowych ogniw ZnO/TiO₂-Cu₂O, w tym wyznaczone zostaną charakterystyczne ich parametry, takie jak: napięcie obwodu otwartego (V_{oc}), prąd zwarcia (I_{sc}), moc maksymalna oraz sprawność. Dodatkowo w oparciu o model jednodiodowego ogniwa określone zostaną rezystywności: R_s (oporność szeregową ogniwa fotowoltaicznego) i R_{sh} (oporność równoległa ogniwa fotowoltaicznego), które są jednymi z parametrów decydujących o jakości ogniw.

* * *

Analiza deperturbacyjna poziomu $A^1\Pi$ ($\nu = 2$) w izotopologu $^{12}C^{18}O$

Marzena Malicka

Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza

Poziom $A^1\Pi(\nu = 2)$ w molekule $^{12}C^{18}O$ został zanalizowany w oparciu o zestaw danych doświadczalnych składających się z 541 linii molekularnych pochodzących z wysoko-rozdzielczych pasm otrzymanych dwiema komplementarnymi technikami spektroskopii fourierowskiej. Widma emisyjne $^{12}C^{18}O$ $B^1\Sigma^+ - A^1\Pi(0, 2)$ i $C^1\Sigma^+ - A^1\Pi(0, 2)$, położone w zakresie widzialnym, otrzymano za pomocą fourierowskiego spektrometru Bruker IFS-125HR (Laboratorium Spektroskopii Materiałów, Uniwersytet Rzeszowski), natomiast pasma absorpcyjne $^{12}C^{18}O$ $A^1\Pi - X^1\Sigma^+(2, 0)$, $B^1\Sigma^+ - X^1\Sigma^+(0, 0)$ oraz $C^1\Sigma^+ - X^1\Sigma^+(0, 0)$ leżące w próżniowym ultrafiolecie zarejestrowano

za pomocą spektrometru FT DESIRS (synchrotron SOLEIL, St. Aubun, Francja). Dokładność absolutna pomiarów częstotliwości przejść wyniosła odpowiednio 0.005 oraz 0.01 cm^{-1} . Wykonano pełny rachunek deperturbacyjny poziomu $A^1\Pi(v = 2)$ w oparciu o Hamiltonian efektywny oraz tzw. metodę jednoczesnego rozliczania termów. W rezultacie otrzymano znacznie dokładniejsze stałe molekularne poziomów $A^1\Pi(v = 2)$, $e^3\Sigma^-(v = 4)$, $d^3\Delta(v = 7)$, $a'^3\Sigma^+(v = 12)$ i $I^1\Sigma^-(v = 3)$, a także zdecydowanie więcej parametrów sprzężenia spin – orbita $A^1\Pi(v = 2) \sim e^3\Sigma^-(v = 4)$, $d^3\Delta(v = 7)$, $a'^3\Sigma^+(v = 12)$ oraz oddziaływania rotacja – elektron typu L – uncoupling $A^1\Pi(v = 2) \sim I^1\Sigma^-(v = 3, 4)$ i $D^1\Delta(v = 3)$. Wyznaczono także 110 zdepertubowanych termów rotacyjnych poziomu $A^1\Pi(v = 2)$ oraz jego perturbentów. Wielkości oddziaływań wewnątrz-molekularnych zweryfikowano również za pomocą procentowego udziału charakteru $^1\Pi$ w poszczególnych poziomach ro-wibronicznych o parzystości e oraz f rozpatrywanych stanów.

* * *

Correlation between histogram analysis of Apparent Diffusion Coefficient and SUV values in reconstructed PET images in prostate cancer

Andrii Pozaruk^{1,2,6}, K. Pawar^{1,3}, M. Cholewa², M. Obrzut⁶, J. Z. Chen^{1,4}, G. Egan^{1,3}

¹ Monash Biomedical Imaging, Monash University, Clayton, Australia

² Institute of Physics, College of Natural Sciences, University of Rzeszow, Rzeszow, Poland

³ Monash Institute of Cognitive and Clinical Neurosciences and School of Psychological Sciences, Monash University, Clayton, Australia

⁴ Department of Electrical and Computer Systems Engineering, Monash University, Clayton, Australia

⁵ Monash Imaging, Monash Health, Clayton, Australia

⁶ Institute of Health Sciences, Medical College, University of Rzeszow, Rzeszow, Poland

Purpose

The aim of this study was concentrated on the hypothesis that the combination of a ^{68}Ga -PSMA-11 (prostate-specific membrane antigen – PSMA) and ADC (apparent diffusion coefficient) maps have higher sensitivity in the diagnosis and detection of multiple prostate lesions. Additionally, this study showed a strong inverse correlation between ADC and SUV (standard uptake values) values in prostate cancer. To our knowledge, this is the first comparison study between MRI (Magnetic Resonance Imaging) and DL (Deep Learning) methods using the ^{68}Ga -PSMA tracer in prostate cancer.

Methods

We acquired the CT (Computed Tomography) and the corresponding PET-MR (Positron Emission Tomography –Magnetic Resonance) images for a cohort of 32 prostate cancer patients. A K-fold cross-validation were used to split the data set. Data from 24 patients was used for training the GANs (Generative Adversarial Network) and other 8 patients for validation. The process was repeated 4 time to create the DL models.

Results

A dataset of 32 patients was used for analyses. The inverse correlations were observed between ADC and SUV values in the prostate cancer zones. In the PZ and TZ, the correlation coefficient (ρ) was in the range -0.42 to -0.92 between ADC (ADC_{mean} , ADC_{max} , $\text{ADC}_{\text{median}}$, and ADC_{SD}) and SUV (SUV_{mean} , SUV_{max} , $\text{SUV}_{\text{median}}$, and SUV_{SD}), respectively. Observed a slight difference between the PET_{MRI} and PET_{DL} methods.

Conclusions

The combination of a ^{68}Ga -PSMA-11 and ADC maps have higher sensitivity and important advantages in the diagnosis and detection of multiple primary prostate cancer. The combinations of SUV and ADC values could act as a very important parameter in prostate cancer diagnosis. This work pointed out to a very strong inverse correlation between ADV and SUV values in specific ROI (Region of Interest) of prostate cancer.

* * *

Analiza deperturbacyjna poziomu $A^1\Pi(v = 1)$ w izotopologu $^{13}\text{C}^{18}\text{O}$

Stanisław Ryzner¹, M. I. Malicka², R. Hakalla¹

¹Laboratorium Spektroskopii Materiałów, Uniwersytet Rzeszowski

²Wydział Matematyki i Fizyki Stosowanej, Politechnika Rzeszowska
sryzner@ur.edu.pl

Celem pracy było otrzymanie wysokorozdzielczych widm układów pasm molekuly $^{13}\text{C}^{18}\text{O}$ będących wynikiem wzbudzeń wysokich poziomów rotacyjnych oraz przeprowadzenie pełnego rachunku deperturbacyjnego stanu $A^1\Pi(v = 1)$ w izotopologu $^{13}\text{C}^{18}\text{O}$ z uwzględnieniem kompletu poziomów perturbujących.

Do przeprowadzenia badań wykorzystano: spektrometr fourierowski IFS 125-HR marki Bruker, za którego pomocą dokonano rejestracji emisyjnego widma $^{13}\text{C}^{18}\text{O}$ rejonu widzialnego, oraz fourierowski spektrometr ze zwierciadłami Fresnela znajdujący się na gałęzi DESIRS synchrotronu SOLEIL (Francja), który został użyty do zarejestrowania pasm absorpcyjnych molekuly $^{13}\text{C}^{18}\text{O}$ w zakresie próżniowego ultrafioletu. Tak pozyskane dane zostały zinterpretowane i włączone do analizy deperturbacyjnej przeprowadzonej w programie PGOPHER, opartej na modelu kwantowo-mechanicznym przejść oraz struktury energetycznej badanej cząsteczki.

Przeprowadzone pomiary pozwoliły na precyzyjny opis wszystkich istotnych w rachunku typów oddziaływań międzystanowych oraz parametrów molekularnych związanych z badanymi poziomami w sąsiedztwie energetycznym $A^1\Pi(v = 1)$ oraz ostateczne rozwikłanie ich struktury energetycznej. Praca jest kontynuacją opisu poziomów $A^1\Pi$ we wszystkich izotopologach CO.

* * *

Wpływ obecności nanocząstek na właściwości fizyczne układów wieloskładnikowych

Jacek Fał, Katarzyna Bulanda, Mariusz Oleksy, Jolanta Sobczak¹, Gawęł Żyła

¹Szkoła Doktorska Nauk Inżynierijno-Technicznych na Politechnice Rzeszowskiej im. I. Łukasiewicza

W celu uzyskania materiałów o konkretnych właściwościach fizykochemicznych w trakcie produkcji danego wytworu stosowane są różne dodatki takie jak plastyfikatory, kompatybilizatory – w przypadku ciał stałych, czy też związki powierzchniowo-czynne - w przypadku cieczy. Obecnie można zauważyć, że prowadzone są na szeroką skalę badania eksperymentalne, w których dodatek stanowi makro- oraz nanomateria. Rezultaty przeprowadzonych badań potwierdziły, że po dodaniu nawet

niewielkich ilości nanocząstek do materiału nastąpiła poprawa właściwości fizycznych, przykładowo zaobserwowano wzrost przewodnictwa cieplnego o kilka rzędów wielkości.

Referat będzie poświęcony prezentacji rezultatów przeprowadzonych prac badawczych, gdzie oceniono wpływ nanocząstek różnego rodzaju na właściwości fizyczne kompozytów polimerowych na bazie polilaktydu oraz stosunkowo nowej grupy materiałów jakimi są nanociecze (czyli płynów, w których objętości są równomiernie zdyspergowane nanocząstki). Uzyskane dane ukazują, że zawarcie nanomaterii przekłada się na zmianę właściwości elektrycznych kompozytów polimerowych. W przypadku drugiej grupy materiałów nanocząstki dwójako wpłynęły na właściwości fizyczne, m.in. powodując wzrost przewodnictwa cieplnego oraz zmniejszając ciepło właściwe.

* * *

Badanie napięcia powierzchniowego nanocieczy przy użyciu specjalistycznego tensometru opracowanego z wykorzystaniem technologii druku 3D

Julian Traciak, Jacek Fal, Gawel Żyła

Politechnika Rzeszowska, Wydział Matematyki i Fizyki Stosowanej, Katedra Fizyki i Inżynierii Medycznej

W referacie przedstawiono metodę skonstruowania niedrogiego tensometru do pomiaru międzyfazowego napięcia powierzchniowego pomiędzy cieczą a powietrzem. Konstrukcja oparta jest na powszechnie stosowanych urządzeniach (waga analityczna, mikrokontroler Arduino, silnik prądu stałego) i technikach wytwarzania (CAD, druk 3D) dostępnych w większości laboratoriów naukowych i przemysłowych. Do sterowania proponowanymi urządzeniami przygotowano przyjazne dla użytkownika oprogramowanie z graficznym interfejsem użytkownika w otwartym pakiecie narzędziowym widżetów Qt, wykorzystując język programowania C++. Z uwagi na otwartość kodu źródłowego oraz pełną kontrolę nad procesem pomiarowym skonstruowany tensometr pozwala na pomiary napięcia powierzchniowego materiałów, których nie można przeprowadzić na komercyjnym tensometrze.

* * *

STRESZCZENIA - POSTERY

Wpływ wartości indukcji pola magnetycznego aparatu rezonansu magnetycznego na jakość modelowania struktur anatomicznych.

Natalia Dudek

Studenckie Koło Naukowe X-med, Katedra Fizyki i Inżynierii Medycznej,
Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza

Badania obrazowe są jednym z najważniejszych elementów diagnostyki medycznej. Rozwój techniki umożliwia szybką oraz dokładną ocenę umiejscowienia oraz stopnia zaawansowania zmian patologicznych. Obrazy są także podstawą do powstawania modeli struktur anatomicznych, będących istotną pomocą dla lekarzy, szczególnie w doborze właściwej terapii. Obecnie w diagnostyce używa się aparatów 1,5 T oraz 3T różniących się od siebie nasileniem pola magnetycznego. Celem pracy było zbadanie wpływu na dokładność oraz przebieg modelowania wybranej struktury anatomicznej. Do badań wykorzystano pliki typu DICOM tej samej części ciała pacjenta, wykonanych przy użyciu aparatu rezonansu magnetycznego 1,5T oraz 3T. Na podstawie badań obrazowych, za pomocą programu 3D Slicer, wykonano trójwymiarowe modele anatomiczne struktur kostnych. Zdjęcia wykonane aparatem 3T charakteryzowały się większą dokładnością oraz lepszym zobrazowaniem poszczególnych struktur anatomicznych, natomiast wykazywały większą podatność na występowanie artefaktów, niż zdjęcia wykonane aparatem 1,5T. Efektem pracy było uzyskanie informacji na temat wpływu mocy aparatu rezonansu magnetycznego na efektywność pracy oraz dokładność modelowania struktur anatomicznych. W przyszłości zamodelowane struktury można wykorzystać w zagadnieniach związanych z wytwarzaniem przyrostowym.

* * *

Dźwięk w ujęciu fizycznym

Magdalena Dul

Studenckie Koło Naukowe X-Med, Katedra Fizyki i Inżynierii Medycznej,
Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza

Człowiek w swoim życiu nie jest w stanie zobaczyć tego jak zmieniają się gwiazdy. Proces ich ewolucji trwa miliony, miliardy a nawet biliony lat. Czas trwania życia ludzkiego jest, więc znikomy w porównaniu do życia gwiazd. Jednakże dzięki setkom lat badań kosmosu, człowiek nauczył się poznawać na jakim etapie rozwoju jest dane ciało niebieskie. Poster powstał w celu przedstawienia procesu ewolucji gwiazd. Szczegółowo opisano poszczególne etapy ich ewolucji „życia”, a także przedstawiono ich klasyfikację. Gwiazdy różnią się między sobą m.in. masą i temperaturą, co ma wpływ na ich dalszy rozwój. Omówione zostały też wybrane pojęcia, które są kluczowe dla zrozumienia powyższego problemu.

* * *

The impact of metal atoms diffusion on thermal decomposition of $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ MQWs – first principles calculations

R. Hrytsak^{1,2}, P. Kempisty¹, M. Leszczynski¹ and M. Sznajder²

¹ Institute of High Pressure Physics, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland

² Institute of Physics, College of Natural Sciences, University of Rzeszow, Poland

In the last decade InGaN/GaN multi-quantum wells (MQWs) applied in Light Emitting Diodes (LEDs) and Laser Diodes (LD) have found many applications in illumination technology, medicine or environmental protection. It is well known that the structural quality of $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ active regions, i.e. compositional homogeneity of MQWs as well as their interfacial morphology, have a significant impact on the device performance. A relatively low growth temperature is required for appropriate incorporation of In atoms into $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ layers. However, it can cause a reduction in the surface mobility of atoms and promote formation of point and extended defects. Additionally, high In-content $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ layers exhibit a tendency to degrade when exposed to high temperatures. As reported by several authors, the critical temperature triggering thermal degradation of $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ MQWs decreases with increasing In-content [1,2]. In order to get insight into the mechanism of thermal degradation of $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ MQWs we performed DFT-based calculations aiming at the determination of the unknown diffusion coefficients D_{Me} of metal atoms in the $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ structures with various In concentration ($x = 0, 0.11, 0.22$).

We used a supercell model of $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ alloys, either with the size of $3 \times 3 \times 3$ or $9 \times 9 \times 3$. The first supercell's size was used to calculate the heights of the migration energy barriers of Ga and In atoms diffusing in $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ alloys via the vacancy mediated mechanism. The latter one was used to perform phononic calculations of $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ system in harmonic approximation. In particular, we found the vibrational frequencies of $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ alloys in the presence of migrating point defects, and next, using the harmonic transition state theory, we found the temperature dependencies of the attempt frequencies of Ga and In atoms migrating in $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ systems, as well as their diffusion coefficients; D_{Ga} , D_{In} .

The obtained results show a significant decrease in the height of the migration energy barriers of In atoms in $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ alloys from 2.10 eV to 1.37 eV with the increase of In concentration from 0 to 22%. The corresponding heights of the migration energy barriers of Ga atoms in the same systems remains practically the same and is of the order of ~ 2.75 eV. This indicates a possible higher diffusion of In atoms as compared to Ga atoms in $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ alloys. This statement is confirmed by the calculated temperature dependencies of diffusion coefficients of D_{In} and D_{Ga} in $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ alloys. Both In and Ga atoms are more mobile in $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ alloys than in bulk GaN. Moreover, In atoms diffuse faster than Ga atoms both in $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ alloys and in GaN. For example, D_{In} ($\text{In}_{0.22}\text{Ga}_{0.78}\text{N}$) at 930 °C is $9.29 \times 10^{-7} \text{ cm}^2\text{s}^{-1}$, whereas D_{Ga} ($\text{In}_{0.22}\text{Ga}_{0.78}\text{N}$) at the same temperature is $7.76 \times 10^{-12} \text{ cm}^2\text{s}^{-1}$. We show that as a consequence of the unbalanced diffusion rates of metal atoms between the $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ and GaN materials, some vacancies can be introduced to the interfacial area of $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ QW, whose accumulation can be one of the main reasons for the thermal decomposition of $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ MQWs system.

[1] M. Grabowski, E. Grzanka, S. Grzanka, et al., Sci. Rep. **11**, 1 (2021).

[2] J. Smalc-Koziorowska, E. Grzanka, A. Lachowski, et al., ACS Appl. Mater. Interfaces **13**, 7476 (2021).

* * *

Dźwięk w ujęciu fizycznym

Patrycja Leniart

Studenckie Koło Naukowe X-med, Katedra Fizyki i Inżynierii Medycznej,
Politechnika Rzeszowska im Ignacego Łukasiewicza

W codziennym życiu jesteśmy otoczeni różnymi dźwiękami. Prawie połowa informacji ze świata zewnętrznego docierających do człowieka trafia do niego właśnie przez zmysł słuchu. Dźwiękami w języku potocznym nazywamy to, co może być zarejestrowane przez ludzkie ucho. W ujęciu fizycznym dźwięki są falami akustycznymi, które znajdują zastosowanie m.in. w medycynie. Celem pracy jest przedstawienie istoty dźwięku od strony fizycznej. Opisano cechy dźwięków, ich rodzaje oraz sposób wytwarzania. Ponadto zawarto rozważania odnośnie zastosowania wybranych odmian dźwięku, skupiając się na diagnostyce medycznej czy technice.

* * *

Spektroskopia Fourierowska pasma 0-1 układu $B^2\Sigma^+ - A^2\Pi_i$ molekuly $^{12}C^{16}O^+$

Kamil Rybak¹, Izabela Piotrowska²

¹ II Fizyka, studia mgr, Kolegium Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Rzeszowski

² Instytut Nauk Fizycznych, Kolegium Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Rzeszowski

Badania nad jonem CO^+ od początków XX wieku są jednym z nurtów współczesnej spektroskopii ze względu na ich zastosowanie m. in. w astrofizyce. Inspiracją do kolejnych badań jest także istnienie dużej różnicy pomiędzy liczbą stanów elektronowych tej cząsteczki obserwowanych doświadczalnie i wyznaczonych teoretycznie. W ramach obecnej pracy w emisyjnym widmie izotopologu $^{12}C^{16}O^+$ otrzymano pasmo (0,1) układu Baldet - Johnson ($B^2\Sigma^+ - A^2\Pi_i$). Przy użyciu spektrometru Fouriera IFS 125-HR marki Bruker zainstalowanego w Laboratorium Spektroskopii Materiałów Uniwersytetu Rzeszowskiego zarejestrowano i zmierzono 283 linie widmowe. W wyniku analizy spektralnej wyznaczono parametry molekularne poziomów $B^2\Sigma^+(v=0)$ i $A^2\Pi_i(v=1)$.

* * *

Ocena wzrostu komórek nowotworowych linii HepG2 in vitro pod wpływem pola elektromagnetycznego

Dominika Rojek

Koło Naukowe Fizyków Uniwersytetu Rzeszowskiego

Pole elektromagnetyczne, ze względu na swoje właściwości od lat z powodzeniem wykorzystywane jest do badań na całym świecie. W ostatnich latach na popularności zyskały badania związane z wykorzystaniem EMF w medycynie i naukach biologicznych. Szczególnie ważne jest to w kontekście ostatniego dziesięciolecia, gdy liczba zachorowań na nowotwory różnego typu znacznie wzrosła. W przeprowadzonym eksperymencie zbadano, jak pole elektromagnetyczne wpłynie na wzrost komórek nowotworowych linii HepG2 in vitro. Obserwacje mikroskopowe oraz dokonane obliczenia

wykazały, że żywotność komórek, które były poddane działaniu EMF jest mniejsza w porównaniu z komórkami, które nie zostały poddane na działanie pola elektromagnetycznego. Przeprowadzono również obliczenia dotyczące czasu podwajania próby badawczej i próby kontrolnej. Wykazują one, iż EMF ma działanie zmniejszające proliferację komórek nowotworowych.

* * *

Analiza pasma (0,2) systemu Herzberga ($C^1\Sigma^+-A^1\Pi$) w rzadkim izotopologu $^{13}C^{18}O$

Aleksandra Stasik^{1,2}, Stanisław Ryzner¹, Rafał Hakalla¹

¹Laboratorium Spektroskopii Materiałów, Instytut Nauk Fizycznych, Kolegium Nauk Przyrodniczych,
Uniwersytet Rzeszowski

²Koło Naukowe Fizyków Uniwersytetu Rzeszowskiego

Cząsteczka tlenu węgla jest drugim najliczniejszym związkiem chemicznym występującym w materii międzygwiazdnej oraz znajdującym coraz częstsze zastosowanie w wielu dziedzinach wiedzy, jak i przemysłu. Zwiększone zainteresowanie naukowców badaniem poziomów energetycznych prowadzi do coraz częstszych analiz jej izotopologów z wykorzystaniem spektroskopii fourierowskiej.

Celem pracy było otrzymanie oraz analiza pasma (0,2) systemu Herzberga ($C^1\Sigma^+-A^1\Pi$). Aby otrzymać źródło molekularne gazu wykorzystano chłodzoną powietrzem dwuelektrodową lampę z drążoną katodą. Wyżarzono elektrody lampy, następnie napełniono lampę mieszaniną helu w celu osadzenia na katodzie ^{13}C , dopompowując ostatecznie izotop $^{18}O_2$ pod odpowiednim ciśnieniem, uzyskano izotopowe molekuly $^{13}C^{18}O$. Pomiary widma przeprowadzono z wykorzystaniem spektrometru Fouriera IFS 125-HR firmy Bruker znajdującego się w Laboratorium Spektroskopii Materiałów Uniwersytetu Rzeszowskiego.

Na podstawie otrzymanego widma przejść energetycznych izotopologu $^{13}C^{18}O$ zidentyfikowano pasmo CA (0,2) w rejonie 24 300 – 25 100 cm^{-1} . Identyfikacji podlegały linie spektralne poprzez analizę konturów widmowych za pomocą programu OPUS. Podczas analizy uwzględniono zanieczyszczenia pochodzące od innych izotopów tlenu węgla korzystając ze źródeł literaturowych oraz symulacji w programie PGOPHER. Na podstawie uzyskanych linii wyznaczono parametry molekularne przejścia, będące podstawą do dalszych analiz struktury energetycznej molekuly $^{13}C^{18}O$.

* * *

Iluzje i złudzenia optyczne

Faustyna Szczutko

Studenckie Koło Naukowe X-med, Katedra Fizyki i Inżynierii Medycznej,
Politechnika Rzeszowska im Ignacego Łukasiewicza

Wzrok jest najlepiej poznanym i dominującym w naszym życiu zmysłem. Nie jest on jednak doskonały i zdarza się, że ulega różnego rodzaju iluzjom i złudzeniom optycznym. Celem pracy jest przedstawienie zjawisk fizycznych zachodzących podczas iluzji oraz złudzeń optycznych dostrzeganych okiem ludzkim. Złudzenia optyczne wywołane mogą być poprzez uleganie iluzji deformujących kształt, wielkość lub długość obserwowanych obiektów. Natomiast iluzje optyczne mogą być także spowodowane fizjologią naszego układu wzrokowego. W niniejszej pracy w szczególności zostanie omówione czym są złudzenia optyczne, ich rodzaje oraz sposób ich powstawania.