

UNIVERZITA PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA V KOŠICIACH

**ČESKO-SLOVENSKÁ
ŠTUDENTSKÁ VEDECKÁ
KONFERENCIA VO FYZIKE**

Zborník abstraktov



Prírodovedecká fakulta

Košice 2019

PRÍRODOVEDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PAVLA
JOZEFA ŠAFÁRIKA V KOŠICIACH



Zborník abstraktov
Česko-slovenskej študentskej vedeckej konferencie vo fyzike

Košice, 2.-3. mája 2019

Česko-slovenská študentská vedecká konferencia vo fyzike

Zborník abstraktov

Zborník obsahuje abstrakty príspevkov účastníkov 10. Česko-slovenskej študentskej vedeckej konferencie vo fyzike, ktorá sa konala 2.-3. mája 2019 na PF UPJŠ v Košiciach.

Zostavovatelia:

doc. RNDr. Adriana Zeleňáková, PhD.

doc. RNDr. Zuzana Ješková, PhD.

doc. RNDr. Adela Kravčáková, PhD.

RNDr. Zuzana Jurašeková, PhD.

doc. RNDr. Erik Čižmár, PhD.

RNDr. Róbert Tarasenko, PhD.

RNDr. Vladimír Tkáč, PhD.

© 2019 Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach

Všetky práva vyhradené. Toto dielo ani žiadnu jeho časť nemožno reprodukovať, ukladať do informačných systémov alebo inak rozširovať bez súhlasu majiteľov práv.

Za odbornú a jazykovú stránku publikácie zodpovedajú autori jednotlivých príspevkov.

Rukopis neprešiel redakčnou ani jazykovou úpravou.

Umiestnenie: www.unibook.upjs.sk

Dostupné od: 26.04.2019

ISBN 978-80-8152-734-0

Hermitian random matrix models with asymmetric quartic potential

Erik Benovič¹

Supervisor: Mgr. Juraj Tekel, PhD.¹

¹ FMFI UK, Mlynská dolina, 842 48 Bratislava

In the study of Hermitian random matrix models, the main goal is to find an eigenvalue distribution of a specific model. Different types of solutions may appear, and we examine their validity. The determining condition is the thermodynamic analogy of the minimal free energy. In the presented work, we examine a quartic potential with an asymmetric linear term. Since complete analytic results are unattainable, we develop a perturbative strategy. We construct the expansion of the free energy for a “small” and “large” variation of the symmetric potential. Subsequently, we inspect the nature of the free energy in a completely asymmetric potential. Adopting the method of Padé approximants, we endeavor to match up with the numerical results. Finally, we take the first steps towards the analysis of the two-cut solution.

Keywords: Hermitian matrix models, eigenvalue distribution, perturbation theory, free energy, Padé approximant

Signal to Background Optimalization in the Study of the Rare B-mesons Deat the ATLAS Experiment in CERN

Marek Biroš¹

Supervisor: Pavel Řezníček¹

¹ Ústav částicové a jaderné fyziky, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, Česká republika

The rare decay $B_d^0 \rightarrow K^* \mu^- \mu^+$ is one of the physics channels testing Standard Model predictions at the ATLAS experiment. The potential deviation could be observed in the angular distribution of the decay. This work provides input for the future analysis of this rare decay in the data-taking period of Run 2. To be more concrete, the work include two main results. First, using the BDT method instead of the cut based method would provide better signal separation efficiency (we also optimized this method and found the most suitable settings configuration). Second, we found the functions prescriptions for the m_B and m_{K^*} distributions. That could help with signal separation by maximal likelihood method of fit, which decreases the level of the uncertainty for the angular distribution analysis.

The research was performed on simulated data containing the signal decay and the main background channels (decays, which are misinterpreted by the detector as our signal decay). The background decays included $B_s \rightarrow \phi(K^+K^-)\mu^+\mu^-$, $\Lambda_b \rightarrow \Lambda(1520)(pK^-)\mu^+\mu^-$ and $\Lambda_b \rightarrow pK^-\mu^+\mu^-$. The signal data were also contaminated with events, when detector misidentified the kaon and pion from the K^* meson decay, which leads to modifications of the fitted parameters and brings inaccuracies in the analysis. These cases were separated and treated as the special background process.

Key words: ATLAS, TMVA, Maximal Likelihood, B -meson.

Radon potential of the soils – approaches and applications

Alžbeta Brisudová¹

Supervisor: Martin Bulko¹

¹ Department of Nuclear Physics and Biophysics, FMFI UK, Mlynská dolina, 842 48 Bratislava

Adverse effects of radon inhalation on human body are well known; exposure from radon and its decay products is the second leading cause of lung cancer after smoking [1]. To address this issue, the EU member states shall establish national action plans addressing long-term risks from indoor radon exposures, and to identify areas where the radon concentration is expected to exceed the relevant national reference level [2]. The regions where elevated indoor radon levels are expected for natural, i.e. geogenic reasons are called geogenic radon prone areas [3]. Radon-prone areas can be identified either directly by using indoor measurements [4], or indirectly from the properties of the upper layer of soil (radium and radon concentrations, porosity, soil type, permeability, water content, etc.). In this paper, four different indirect approaches for determining the geogenic radon potential are compared on the area of Mochovce, Slovakia (22 x 22 km²). This area is especially suitable for these purposes because due to the presence of a nearby nuclear power plant, the density of ²²²Rn, ²³⁸U, ²³²Th and ⁴⁰K measurement points in this area is very high. Radon potential maps were created and then used to identify villages where elevated radon levels were suspected. In these villages, measurements of indoor radon were performed and evaluated.

- [1] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 1982 Report to the General Assembly, with annexes. *Ionizing Radiation: Sources and Biological Effects*. United Nations, New York, 1982.
- [2] European Commission, Council Directive 2013/59 (2014). *Official Journal of the European Union* L13, Volume 57, ISSN 1977-0677.
- [3] Determination of radon prone areas by optimized binary classification. *Journal of Environmental Radioactivity* 129, pages 121-132.
- [4] WHO Handbook on indoor radon - a public health perspective, 2009. World Health Organization, ISBN 9789241547673.

Keywords: radon, radon-prone areas, radon potential

Double Pulse Detection with Boosted Decision Trees in the Baikal-GVD

Eliška Eckerová¹

Supervisor: Rastislav Dvornický¹

¹ Department of Nuclear Physics and Biophysics, FMFI UK, Mlynská dolina, 842 48 Bratislava, Slovenská republika

Baikal-GVD is the state of the art neutrino telescope installed in the lake Baikal. Its main goal is a detection of the astrophysical neutrinos, study of their sources and other beyond standard model physics. The signals in the Baikal GVD can be divided to two basic groups: single pulses, the pulse was created by a single particle, and the double pulses, the signal was created by more than one particle. Currently, the pulse extraction algorithm applied in the data analysis is not able to distinguish them. However, the categorization of these two types of events is important for many reasons.

Atmospheric muons, created in the secondary cosmic rays, form the main contribution to the background events of astrophysical neutrinos. These muons are produced in the so called bundles -- it means that immense number of muons go through the detector at the same time hence they create waveforms with multiple peaks. Thanks to the implementation of the new algorithm we can better recognize one muon tracks, originated in charged current interactions of muon neutrino, from the signatures of muon bundles, which can significantly improve the precision of muon track reconstruction and background suppression. In addition, the Double Pulse Detection Technique (DPDT) can be used for the analysis of the properties of the photomultipliers installed in the Baikal GVD. The most intriguing application of this new DPDT is observation of astrophysical tau neutrinos which have not been observed yet. Detection of the high energy tau neutrinos, which can not originate on Earth, is also very promising way to verify the existence of the astrophysical neutrinos.

This work deals with development of the new advanced technique for the double pulse detection based on machine learning with emphasis on the Boosted Decision Trees (BDTs).

Key words: astrophysical neutrinos, GVD, double pulses, BDTs, tau neutrinos

Magnetokalorický jav sklom potiahnutých mikrodrôtov na báze Heuslerových zliatin Ni₂FeGa

Miroslav Henne¹

Školiteľ: Ladislav Galdun¹

¹ ÚFV, PF UPJŠ, Park Angelinum 9, 040 01 Košice, Slovenská republika

V posledných rokoch vzniká dopyt po nových spôsoboch, ktoré by boli schopné nahradiť dnes už zastarané a neefektívne chladenie na princípe kompresie plynov. Heuslerove zliatiny sú materiály so sľubnou možnosťou použitia v technických aplikáciách. Vyznačujú sa mnohými významnými fyzikálnymi vlastnosťami ako je napríklad magnetokalorický jav, čo predstavuje zmenu teploty vplyvom vonkajšieho magnetického poľa [1]. V súčasnosti, materiály vykazujúce magnetokalorický jav sú často krát nevhodné pre technické aplikácie či už z dôvodu ceny, pracovnej teploty alebo mechanických vlastností. Takýmto materiálom je aj Heuslerova zliatina Ni₂MnGa, ktorej výroba je komplikovaná pretože obsahuje mangán [2]. Z toho dôvodu sme sa rozhodli nahradiť mangán železom a vyrobiť sériu zliatin Ni₂FeGa. Naviac Taylor-Ulitovského metóda nám dáva možnosť výroby veľmi tenkých kovových sklom potiahnutých mikrodrôtov vhodných na mikrochladenie [3]. Táto forma umožňuje opakovať chladenie s vysokou frekvenciou, pretože vďaka rozmerom vznikajú len veľmi malé vírivé prúdy. Ďalšou výhodou je vhodný pomer plocha/objem, ktorý napomáha k rýchlemu transferu tepla. Sklenený obal umožňuje budúce medicínske aplikácie napríklad na zneškodňovanie nádorových buniek nízkou teplotou. Preto sú mikrodrôty na báze Heuslerových zliatin vhodnými kandidátmi pre aplikácie v mikromagnetickom chladení.

[1] T. Graf, C. Felser, S.S.P. Parkin, *Prog. Solid State Chem.* 39 (2011)

[2] S. Shevyrtalov, A. Zhukov et. al, *Journal of Alloys and Compounds*, 745, 217-221, (2018)

[3] L. Galdun, T. Ryba, V.M. Prida, V. Zhukova, A. Zhukov, P. Diko, V. Kavečanský, Z. Vargova, R. Varga, *J. Magn. Magn. Mater.*, 453, 96-100, (2018)

Kľúčové slová: Magnetokalorický jav, Magnetické mikrodrôty, Magnetické chladenie

Štúdium časového rozlíšenia detektora STRAW v experimente NA62

Zdenko Híveš¹

Školiteľ: Michal Koval²

¹ Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského, Bratislava, Slovenská republika

² European Organization for Nuclear Research (CERN), Espl. des Particules 1, 1217 Meyrin, Switzerland

NA62 je experiment sídliaci v CERN-e ktorého hlavným cieľom je odmerať pravdepodobnosť veľmi zriedkavého rozpadu nabitého kaónu $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$. Jedným z najdôležitejších detektorov experimentu je Straw spektrometer (STRAW), ktorého úlohou je čo najpresnejšie zmerať hybnosti nabitých častíc, ktoré cez neho prechádzajú. Základnou súčasťou detektora STRAW je slamka vyrobená z plastu (mylar) s priemerom 1cm a dĺžkou 2.1m. Vnútorňa stena slamky je pokovovaná vrstvou medi a zlata a jej stredom je vedený volfrámový drôt. Na kovovú vrstvu a drôt je aplikované vysoké napätie, ktoré vytvára silné elektrické pole vo vnútri slamky. V slamke prúdi plyn, ktorý je ionizovaný prechodom nabitých častíc, pri čom pohybujúce sa ióny vytvárajú signál, ktorý je zaznamenaný špeciálnou elektronikou a následne použitý na zrekonštruovanie miesta prechodu častice slamkou. STRAW sa skladá zo štyroch slamkových komôr, pri čom každá z komôr obsahuje 1792 slamičiek, ktoré sú rozmiestnené a natočené tak, aby bolo možné s veľkou presnosťou odmerať miesto prechodu častice komorou. Medzi druhou a tretou komorou je umiestnený silný magnet, ktorý zatáča trajektórie častíc. Z odmeraného zatočenia sa dá následne zrekonštruovať pôvodná hybnosť častice. V tomto príspevku sa zaoberáme štúdiom časového rozlíšenia STRAW na úrovni jednej slamky pomocou Monte-Carlo simulácií, pričom hlavným predmetom skúmania je vplyv rozličných parametrov na časové rozlíšenie. Medzi skúmané parametre patrí intenzita elektrického poľa, zloženie plynu v slamke, koncentrácia jednotlivých zložiek plynu, celkový tlak plynu a tiež použitá čítacia elektronika. Na simulácie sú použité programy HEED, Garfield a Ngspice. Výsledky simulácií sú porovnané s meraniami na prototyp STRAW detektora. Cieľom práce je nájsť optimálne hodnoty parametrov, ktoré by zlepšili časové rozlíšenie STRAW oproti aktuálnemu nastaveniu detektora: plyn: Ar (70%) CO₂ (30%), tlak 1000mbar, napätie 1750V.

Kľúčové slová: NA62 experiment, STRAW spektrometer, časové rozlíšenie

Teoretické štúdium vplyvu vápenatých iónov na svalovú kontrakciu tenkých srdcových filamentov

Bc. Maroš Jevočin¹

Školiteľ: doc. RNDr. Jozef Strečka, PhD.¹

¹ Katedra teoretickej fyziky a astrofyziky, Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta, Univerzita P. J. Šafárika v Košiciach, Park Angelinum 9, 041 54 Košice, Slovenská republika

Táto práca je venovaná exaktnému riešeniu modelu Isingovho typu, ktorý sme využili na teoretické štúdium vplyvu vápenatých katiónov na svalovú kontrakciu tenkých srdcových svalových filamentov pri uvažovaných periodických [1] a otvorených hraničných podmienkach. Ukážeme si rozdielnosť prístupov pre výpočet štatistických veličín v oboch jednotlivých prípadoch a porovnáme získané výsledky so známymi experimentálnymi údajmi [2]. Hlavným cieľom práce je poukázať na efekt hraníc, ktoré sa prejaví v relatívne dobre rozpoznatelnej zmene závislosti normovanej kontrakčnej sily tenkého srdcového myofilamentu na koncentrácii vápenatých katiónov. Vplyv otvorených hraničných podmienok sa na kontrakčnej sile svalového vlákna prejaví zoslabením synergického efektu, ktorý je zapríčinený menším počtom susedných kooperatívnych jednotiek na hraniciach tenkého srdcového svalového vlákna.

[1] Rice J. J., Stolovitzky G., Tu Y., de Tombe P. P.: *Biophysical Journal*, 84 (2003) 897.

[2] Dobesh D. P., Konhilas J. P., de Tombe P. P.: *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 282 (2002) 1055-1062.

Kľúčové slová: kontrakcia srdcového myofilamentu, Isingov model, tenký srdcový myofilament, cross-bridge spojenie

Charakterizace polovodičových detektorů pro vesmírné aplikace

Anežka Kabátová¹

Školitel: Michal Marčišovský¹

¹ Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze, Břehová 7, Praha 110 00, Česká republika

Tato práce se zabývá charakterizací monolitického křemíkového detekčního čipu X-CHIP03, který je základním kamenem vývoje detektorů určených pro zobrazovací a dozimetrické aplikace v kosmickém prostředí.

V práci je podrobně popsáno kosmické prostředí a jeho potenciální vlivy na člověka i elektroniku. Důraz je kladen zejména na vliv Slunce, jakožto hlavní faktor formující složení a vývoj kosmického záření v okolí Země. Následuje kapitola, která se věnuje interakcím ionizujícího záření s látkou. Mechanismy interakce jsou klíčem k pochopení detekční techniky i efektů, které má kosmické prostředí, skládající se zejména z vysokoenergetických nabitých částic, na jemu vystavené objekty. Práce dále navazuje kapitolou o polovodičových detektorech, o struktuře materiálů, ze kterých se skládají, o jejich druzích a charakteristikách, které definují jejich činnost. Zvláštní sekce této kapitoly je věnována mechanismu radiačnímu poškození. Před samotnou experimentální částí se nachází kapitola věnující se simulacím průchodu nabitých částic čipem, které byly následně použity pro přípravu testů radiační odolnosti. Experimentální část práce se týká testování detektoru X-CHIP03. V rámci ní bylo testováno několik důležitých charakteristik tohoto zařízení, jako například piedestaly pixelů, či teplotní závislost jejich odezvy. Spektroskopická část zahrnuje ozařování detektoru radioaktivními zářiči a využití získaných spekter ke kalibraci pixelů. V poslední části práce jsou popsány experimenty provedené na několika vědeckých pracovištích v České republice i mimo ni, které měly za cíl otestovat radiační odolnost zařízení pomocí ozařování čipu těžkými ionty.

Klíčové slová: polovodičové detektory, kosmické prostředí, radiační poškození

Zmeny periód zákrytových dvojhviezd BD And a CL Aur

Matej Kecer¹

Školiteľ: Štefan Parimucha¹

¹Katedra teoretickej fyziky a astrofyziky, Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ,
Park Angelinum 9, 040 01 Košice, Slovenská republika

V tejto práci sa venujeme zhrnutiu doterajších poznatkov o mechanizmoch zmien periód zákrytových dvojhviezd, a spôsobom ich analýzy za pomoci O-C diagramu. Následne prezentujeme našu analýzu takýchto zmien u dvojhviezd BD And a CL Aur. Na túto úlohu používame softvér OCFit [1]. Výsledky fitovacej procedúry následne posudzujeme podľa relevantnosti, s ohľadom na parametre samotných dvojhviezd. Naš model tiež porovnávame s výsledkami iných autorov [2][3].

[1] Gajdoš, P., Parimucha, Š., 2018, v tlači

[2] Kim, C. H., Song, M. H., Yoon, J. N., Han, W., Jeong, M. J., 2014, APJ, 788, 134

[3] Lee, J. W., Kim, Ch.-H., Kim, D. H., et al. 2010, AJ, 139, 2669

Vplyv nízkoteplotnej plazmy na vlastnosti sójových bôbov

Adam Kerdík¹

Školiteľ: Juliána Tomeková¹

¹ Katedra experimentálnej fyziky, FMFI UK, Mlynská dolina, 842 48 Bratislava

Využitie plazmy v rôznych odvetviach priemyslu v posledných rokoch výrazne narastá. Osobitý význam má použitie plazmy na opracovanie biologických materiálov za účelom dekontaminácie ich povrchu a zlepšenia ich rastových vlastností. Cieľom našej práce je skúmanie vplyvu nízkoteplotnej plazmy na povrchové vlastnosti sójových bôbov. Nízkoteplotnú plazmu sme generovali dvoma výbojmi. Difúznym koplánrnym povrchovým bariérovým výbojom sme generovali plazmu, v ktorej sme vzorky vystavili expozičnému času v rozmedzí 30-120s. Druhým použitým výbojom bol rádiový výboj, pri ktorom sme volili časy opracovania v rozmedzí 1-10min. Medzi skúmané vlastnosti sme zaradili imbibíciu vody, kontaktný uhol a rast rastlín pri rôznych expozičných časoch. Štúdium vplyvu plazmy na rastlinné semená sme doplnili elektrickými a optickými meraniami za účelom charakteristiky použitých zdrojov plazmy.

Kľúčové slová: DCSBD, RF výboj, imbibícia, kontaktný uhol, optická spektroskopia, elektrické charakteristiky

High-pressure influence on magnetic transitions of $\text{Ce}_2\text{Pd}_2\text{In}$ intermetallic compound

Petr Král¹

Supervisor: Jiří Prchal¹

¹ Charles University, Faculty of Mathematics and Physics, Department of Condensed Matter Physics, Ke Karlovu 5, 121 16 Prague 2, Czech Republic

The physics of rare-earth element-based intermetallics is mainly determined by highly correlated 4f-electrons. In some compounds usually localized 4f-electrons states can hybridize with the wave functions of neighboring atoms. The unique way how to directly affect the interatomic distances and thus the hybridization is application of external pressure.

In our study we have focused on the cerium-based compound $\text{Ce}_2\text{Pd}_2\text{In}$, which is known to crystallize in tetragonal Shastry Sutherland lattice consisting of planes formed by Ce-atoms alternated by non-magnetic planes containing other elements. It belongs to the group of $\text{Ce}_2\text{T}_2\text{In}$ compounds exhibiting, depending on the d-band of the transition metal T, well-localized magnetism ($\text{Ce}_2\text{Cu}_2\text{In}$, $\text{Ce}_2\text{Pd}_2\text{In}$) or valence fluctuations ($\text{Ce}_2\text{Ni}_2\text{In}$, $\text{Ce}_2\text{Rh}_2\text{In}$) [1,2].

The magnetic ground state of this compound is very sensitive to the off-stoichiometry. The excess of Ce leads to ferromagnetic ground state, while the excess of Pd results in incommensurate antiferromagnetism with propagation vector $\mathbf{k} = (0.22, 0, 0)$. The accurate stoichiometry leads to presence of two magnetic transitions, the compound reaches ordered ferromagnetic ground state through the intermediate antiferromagnetic state [3,4,5].

We present the results of electrical resistivity and magnetic AC susceptibility measurements performed on a high quality $\text{Ce}_2\text{Pd}_2\text{In}$ single crystal. Applied external pressure affects both observed phase transitions. While a slight pressure-induced shift of T_N to higher temperatures is observed, AFM phase remains to significantly lower temperature under applied pressure. Extension of the experiment to higher pressure range is needed to estimate total suppression of the FM phase.

[1] D. Kaczorowski et al., Phys. Rev. B 1996, 54, 9891

[2] R. Hauser et al., Physica B 1997, 230, 211

[3] M. Giovannini et al, Phys. Rev. B 2000, 61, 4044

[4] D. Kaczorowski et al., Czech. J. Phys. 1996, 46, 2063

[5] M. Klicpera et al., J. Magn. Magn. Mater. 2016, 404, 250

Key words: high pressure, magnetism, cerium

Fractal growth of polyethylene nanoislands on polyethylene oxide thin films

Juraj Májek¹

Supervisor: Artem Ryabov¹

¹ Charles University, Faculty of Mathematics and Physics, Department of Macromolecular Physics, V Holešovičkách 2, 18000 Praha 8, Czech Republic

Plasma polymer fragments deposited from vapor on non-wetting polymer substrates are seen to aggregate into fractal nanoislands. Dependent on conditions of the experiment, the islands attain diverse shapes ranging from dendritic snowflakes, branching seaweed to twisting snakes. In our work, we identify dominant kinetic processes responsible for this diversity and relate them to physical characteristics of the experiment [1].

We review and implement basic computer models of deposition and aggregation of diffusing particles: The Diffusion-Limited Aggregation (DLA) [2], both on a lattice and without a lattice, and the Cluster-Cluster Aggregation (CCA) [3]. The off-lattice DLA yields isotropic random fractals. The lattice DLA fractals are influenced by the properties of the lattice itself, which can be chosen to represent the symmetry of the substrate layer on which the islands grow. Fractals generated in the CCA model are more linear. Competition between diffusion and deposition rates gives a transition between off-lattice DLA and CCA fractals.

Each of these models comprises a mechanism that we conjecture to be dominant during growth of distinct observed polyethylene nanoislands. Thus, the multiple observed fractal shapes allow us to draw conclusions on microscopic kinetics of the surface diffusion of deposited polymer fragments. The gained insight into the kinetics may be relevant for plasma-assisted development of polymer-based devices.

[1] Choukourov, A., *et al.*, submitted to *Appl. Surf. Sci.* (2019)

[2] Witten, T.A., Sander, L.P., *Phys. Rev. Lett.* 47 (1981) 1400-1403

[3] Meakin P., *Phys. Rev. Lett.* 51 (1983) 1119-1122

Keywords: Plasma polymers, Fractal growth, Diffusion-limited aggregation, Cluster-cluster aggregation

Vplyv podmienok strihania elektrotechnických ocelí na magnetické vlastnosti

Slávka Martinková¹

Školiteľ: Ján Füzér¹

¹ Katedra fyziky kondenzovaných látok, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Park Angelinum 9
041 54 Košice, Slovenská republika

Jedným z hlavných problémov využívania elektroocelí v elektro-technologických zariadeniach je problém existencie energetických strát. Energetické straty materiálu spôsobujú že zariadenie nepracuje s požadovaným výkonom a spotrebovávajú viac elektrickej energie. Pri spracovaní elektroocelí do požadovaného stavu konkrétneho výrobku je strihanie plechu. Vplyvom deformácií ktorými je materiál pri strihaní namáhaný, dochádza k zväčšovaniu výsledných energetických strát elektroocelí. Cieľom tejto práce je skúmať ako možno tento negatívny vplyv strihania na energetické straty elektroocelí zredukovať. Práca sa konkrétne zaoberá aký vplyv má pri strihaní elektroocelí obsah kremíku v materiáli, vzdialenosť medzi strižníkom a strižnicou strižného nástroja a ako vplýva povýrobné žihanie na výsledné energetické straty elektroocelí. Teoretická časť práce je venovaná charakterizácií magnetických strát magneticky mäkkých elektroocelí a vplyvu mechanického spracovania na magnetické vlastnosti feromagneticky mäkkých materiálov. V experimentálnej časti sme sa zaoberali meraním magnetických a elektrických vlastností jednotlivých vzoriek elektroocelí. V tejto časti je taktiež opísaná meracia aparátúra použitá pri meraniach, rôzne metódy merania, charakterizácia meraných vzoriek, popisy a postupy meraní a nakoniec, interpretácia nameraných výsledkov.

Kľúčové slová: feromagnetizmus, magneticky mäkké elektroocele, magnetické straty, strihanie elektroocelí

Štúdium produkcie pôvabných mezónov v experimente STAR

Zuzana Moravcová¹
Školiteľ: Jaroslav Bielčík¹

¹ Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská Českého vysokého učení technického v Praze, Břehová 78/7, Praha 1, 115 19, Česká republika

Štúdium kvark-gluónovej plazmy, hustej a horúcej jadrovej hmoty, v ktorej sa nachádzajú dekonfinované kvarky a gluóny, patrí medzi hlavné ciele Relativistického urýchľovača ťažkých jadier v Brookhavenskom národnom laboratóriu. Tento stav hmoty nemôžeme pozorovať priamo, ale len pomocou jeho prejavov, ako je jadrový modifikačný faktor či eliptický tok. Nedávno sa však ukázalo, že azimutálne korelácie, ktoré sú v kvark-gluónovej plazme považované za prejav kolektívneho správania média, je možné merať aj v malých zrážkových systémoch ako p+p či p+Pb – je teda prítomný eliptický tok častíc. Preto je potrebné skúmať eliptický tok v malých systémoch a najmä určiť jeho pôvod, keďže zatiaľ nevieme, či v malých systémoch nemôže vzniknúť kvapôčka kvark-gluónovej plazmy, alebo ide len o korelácie nespôsobené kolektívnym správaním častíc.

V tejto práci bude predstavené meranie eliptického toku D^0 mezónu na experimente STAR v zrážkach d+Au pri energii 200 GeV pomocou novej metódy Generic Framework [1]. D^0 mezón je rekonštruovaný pomocou hadrónového rozpadu s použitím vylepšených rozhodovacích stromov, čo je algoritmus strojového učenia. Tento prístup bol potrebný kvôli výraznej nežiadúcej prítomnosti kombinatorického pozadia.

[1] Bilandzic A., et al., *Phys. Rev., C* 89 (2014), 064904.

Kľúčové slová: kvark-gluónová plazma, experiment STAR, pôvabné mezóny, eliptický tok, malé zrážkové systémy.

Štúdium oxidu grafénu modifikovaného aptamérmi s potenciálom využitia pre biomedicínske aplikácie

Ondrej Mráz¹ Dominik Michálek¹

Školiteľ: Zuzana Garaiová¹

Konzultant: Tibor Hianik¹

¹ Katedra jadrovej fyziky a biofyziky, FMFI UK, Mlynská dolina, 842 48 Bratislava, Slovenská republika

Oxid grafénu (GO) je relatívne nový materiál, ktorý preukazuje vysoký potenciál využitia v rôznych biomedicínskych aplikáciách. Jednou z oblastí, kde si GO získal špeciálnu pozornosť je cielený prenos liečiv. Bolo preukázané, že GO môže byť použitý ako efektívny nosič pre nanočastice nesúce rôzne terapeutické látky ako aj pre aptaméry – funkčné oligonukleotidy, ktoré sa špecificky viažu na cieľové molekuly alebo bunky [1, 2].

GO v kombinácii s aptamérmi špecificky sa viažucimi na nádorové bunky predstavuje sľubnú platformu pre jednoduché a účinné diagnostikovanie rakoviny. V prípade použitia fluorescenčne značených aptamérov sa využíva tzv. OFF-ON koncept biodetekcie [3]. Dôležitým javom v tomto koncepte je schopnosť GO zhasťovať fluorescenčný signál. Fluorescenčnou značkou modifikované aptaméry po naviazaní sa na štruktúry GO strácajú svoj fluorescenčný signál – signál OFF. Preferenčné viazanie aptamérov na svoje cielené molekuly/bunky má však za následok vzdialenie molekuly od zhasača a nastáva obnovenie signálu – signál ON.

V našej práci sme pripravili kompozit GO s aptamérmi cielenými na PTK7 receptor v membráne buniek akútnej lymfoblastickej leukémie (Jurkat T-bunky) a modifikovanými fluorescenčnou značkou ATTO542. V prvom kroku sme preskúmali zhasťovanie fluorescencie ATTO542-aptaméra pod vplyvom rôznej koncentrácie GO. Pripravené kompozity následne preštudujeme z hľadiska obnovenia fluorescencie po pridaní Jurkat T-buniek.

Získané výsledky budú použité k optimalizácii protokolu smerom k precíznej a ľahko dostupnej diagnostike leukémie na báze GO a aptamérov.

- [1] Gu, Y., Guo, Y., Wang, CH., Xu, J., Wu, J., Kirk, T. B., Ma, D., Xue W.: *A polyamidoamine dendrimer functionalized graphene oxide for DOX and MMP-9 shRNA plasmid co-delivery*, Material Sci. Eng. C, 70 (2017) 572-585.
- [2] Gao, L., Qin Li, Q., Li, R., , Lirong Yan, L., Zhou, Y., Chen, K., Shi, H.: *Highly Sensitive Detection for Proteins Using Graphene Oxideaptamer Based Sensors*, Nanoscale 7 (2015) 10903-10907.
- [3] Tan, J., Lai, Z., Zhong, L., Zhang, Z., Zheng, R., Su, J., Huang, Y., Huang, P., Song, H., Yang, N., Zhou, S., Zhao, Y.: *A Graphene Oxide-Based Fluorescent Aptasensor for the Turn-on Detection of CCRF-CEM*, Nanoscale Res. Lett. 13 (2018) 66.

Kľúčové slová: oxid grafénu, aptaméry, leukémia, diagnostika, fluorescencia

Koexistencia feromagnetizmu a supravodivosti v Heuslerových zliatinách na báze Ni₂NbSn

Samuel Nalevanko¹

Školiteľ: Ladislav Galdun¹

¹ ÚFV, PF UPJŠ, Park Angelinum 9, 040 01 Košice, Slovenská republika

Koexistencia feromagnetizmu a supravodivosti predstavuje nový fenomén, ktorý bol objavený experimentálne a publikovaný ako chyba merania, a to z dôvodu, že sú to dve diametrálne odlišné vlastnosti, ktoré by sa mali navzájom vylučovať. Výnimočnosť a perspektívnosť tohto javu, nás viedla k tomu, aby sme ho skúmali v Heuslerovej zliatine Ni₂NbSn, pretože je nenáročná na prípravu a mala by vykazovať práve takéto vlastnosti. Koexistencia feromagnetizmu a supravodivosti sprevádza jav magnetickej neviditeľnosti, kedy sa materiál stáva neviditeľným pre vonkajšie magnetické polia, čo by mohlo nájsť uplatnenie v technickej či zdravotnickej praxi, napríklad na „zatiernenie“ kardiostimulátora v ľudskom tele pri vyšetrení magneticou rezonanciou. Štúdium tohto fenoménu by nás vedelo posunúť v objavení materiálov neviditeľných pre ľudské oko, keďže svetlo predstavuje elektromagnetickú vlnu.

[1] Graf T., Felser C., et. al., *Progress in Solid State Chemistry*, 3, 11 (2011)

[2] Waki S., Yamaguchi Y., Mitsugi K., *Journal of the Physical Society of Japan*, 1675 (1985)

Kľúčové slová: Feromagnetizmus, Supravodivosť, Magnetická neviditeľnosť

Prírodovedné úlohy výskumu PISA– analýza výsledkov českých žiakov

Petra Pschotnerová

Skoliteľ: RNDr. Dana Mandíková, CSc.

Katedra didaktiky fyziky, Matematicko fyzikálna fakulta, univerzita Karlova, Praha

Táto práca sa zaoberá výsledkami českých žiakov v prírodovedných úlohách v testovaní PISA 2015. V práci je urobený podrobnejší rozbor výsledkov prírodovednej gramotnosti 15-ročných žiakov. Úvodné kapitoly práce sa venujú charakteristike výskumu PISA, jeho metódam a spôsobu prezentácie výsledkov. Stručne sa venuje definícii a koncepcnému rámcu prírodovednej gramotnosti pre potreby výskumu PISA. Neskôr sa rozoberajú úlohy a otázky používané v testovaní PISA, testy, typy odpovedí a ich hodnotenie. V práci je aj prehľad počtu úloh použitých naprieč jednotlivými testovaniami. Práca dopĺňa predchádzajúce bakalárske práce Kateřiny Bašátkovej a Karla Havlíčka o výsledky v prírodovedných úlohách testovania PISA z rokov 2012 a 2015. Práca mapuje výsledky českých žiakov v časovom slede od roku 2000 do roku 2015 a zhŕňa výsledky žiakov podľa zručností, znalostí a vzdelávacích oblastí. Všetky tieto výsledky porovnáva s výsledkami vybraných krajín OECD. Predposledná kapitola je jadrom tejto práce. Porovnáva výsledky žiakov v jednotlivých kategóriách otázok, vyberá otázky s najvyššou a najnižšou úspešnosťou, porovnáva výsledky s priemerom krajín OECD, porovnáva výsledky chlapcov a dievčat a špeciálne pojednáva o nových fyzikálne zameraných otázkach. Poslednou časťou tejto práce sú jej prílohy. Vývoj výsledkov českých žiakov naprieč rokmi 2000 – 2015 vo všetkých trendových otázkach použitých v testovaní PISA 2015 a prehľad uvoľnených prírodovedných úloh z testovania PISA 2015.

Kľúčové slová: PISA 2015, prírodovedná gramotnosť, výsledky českých žiakov, trendová otázka, zručnosť, znalosť

Secular changes of orbits in the hierarchical quadruple VW LMi

Emil Puha¹

Supervisor: Theodor Pribulla²

¹ Department of Astronomy, Physics of the Earth, and Meteorology, FMPH, Comenius University,
Mlynská dolina, 842 48 Bratislava

² Astronomical Institute of the Slovak Academy of Sciences, 059 60 Tatranská Lomnica

VW LMi was classified as an W UMa-type eclipsing binary after the discovery of photometric variability by Hipparcos mission in 1997. Long-term spectroscopy [1] showed that VW LMi is a quadruple system consisting of a contact eclipsing binary and a non-eclipsing binary. The short outer orbital period (355 days) indicates a presence of significant orbital perturbations in the inner sub-systems. The aim of this thesis is to improve orbital elements and physical parameters of components but also to search for secular changes. First of all, new spectra from Stara Lesná, Skalnaté pleso and Tautenburg observatories must be deconvolved to obtain the broadening functions and the radial velocities of the components. The fitting of observed radial velocities as well as light-time effect visible in the photometric data is crucial to determine orbital parameters. These parameters will be used in further numerical simulations to investigate evolution of the system and to constrain mutual inclination of the inner and outer orbits.

[1] Pribulla, T., Rucinski, S. M., Lu, W., Mochnacki, S. W., Conidis, G., Blake, R. M., DeBond, H., Thomson, J. R., Pych, W., Ogloza, W., and Siwak, M. (2006). *Radial Velocity Studies of Close Binary Stars. XI*. *Astron. J.*, 132:769-780.

Keywords: hierarchical quadruple, secular orbital changes

Characterization of Highly Irradiated ALPIDE Silicon Sensors

Raskina Valentina¹
Supervisor: Filip Krížek²

¹Czech Technical University in Prague, Břehova 7, Prague, Czech Republic

²NPI CAS, 250 68 Řež, Czech Republic

The ALICE (A Large Ion Collider Experiment) experiment at CERN will upgrade its Inner Tracking System (ITS) detector. The new ITS will consist of seven coaxial cylindrical layers of ALPIDE silicon sensors which are based on Monolithic Active Pixel Sensor (MAPS) technology. We have studied the radiation hardness of ALPIDE sensors using a 30 MeV proton beam provided by the cyclotron U-120M of the Nuclear Physics Institute of the Czech Academy of Sciences in Řež. In this paper, these long-term measurements will be described. After being irradiated up to the total ionization dose 2.7 Mrad and non-ionizing energy loss $2.7 \times 10^{13} \text{ 1 MeV n}_{\text{eq}} \cdot \text{cm}^{-2}$, ALPIDE sensors fulfill ITS upgrade project technical design requirements in terms of detection efficiency and fake-hit rate.

Key words: ALICE ITS upgrade, ALPIDE, MAPS, silicon pixel, radiation hardness, cyclotron

Zovšeobecnený jednorozmerný Heisenbergov XX model

Michal Rončík¹

Školiteľ: Michal Jaščur¹

¹ Katedra teoretickej fyziky a astrofyziky, Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Park Angelinum 9, 040 01 Košice, Slovenská republika

V tejto práci sme vypracovali komplexný model kryštálu spojením Einsteinovho a elastického modelu tuhých látok. Do tohto modelu sme zakomponovali taktiež magnetizmus, využitím jednorozmerného Heisenbergovho XX modelu so spinom $\frac{1}{2}$. Na vyjadrenie závislosti frekvencie kvantových oscilátorov od objemu sme použili Grüneisenov prístup, ktorý umožňuje priamočiare vyjadrenie všetkých relevantných termodynamických veličín. Elastickú voľnú energiu berieme v tvare rozvoja do štvrtého rádu podľa parametra, ktorý vyjadruje relatívnu zmenu objemu skúmaného kryštálu a magnetoelastickú interakciu sme v študovanom modeli započítali formou exponenciálnej závislosti výmennej interakcie medzi najbližšími atómami na ich vzájomnej vzdialenosti. Použitý prístup umožňuje stanovenie základného stavu, teplotných fázových diagramov, ako aj výpočet všetkých termodynamických veličín skúmaného modelu.

[1] Balcerzak, T., Szalowski, K. and Jaščur, M, *A simple thermodynamic description of the combined Einstein and elastic models.*, (2012), *Journal of Physics: Condensed Matter* 22, 42 (2010), 425401.

[2] Girifalco, L. A., Druhý B., Tretí C., *Statistical mechanics of solids*, vol.58. OUP USA, 2003.

[3] Lieb, Elliot, Theodore Schultz, and Daniel Mattis., *Two soluble models of an antiferromagnetic chain.*, (*Annals of Physics* 16.3 (1961): 407-466.

Kľúčové slová: Heisenbergov XX model, Einsteinov model, Gruneisenov predpoklad

O možnosti nájdenia dibaryónu H^0 v detektore experimentu ALICE

Kludia Sajdaková¹
Školiteľ: Marek Bombara¹

¹KJaSF, ÚFV PF UPJŠ Košice, Park Angelinum 9, 040 01 Košice, Slovenská republika

Práca je venovaná hľadaniu exotického šesťkvarkového viazaného stavu dibaryónu H^0 s kvarkovým zložením $uudds$. Cieľom bolo zamerať sa na jeden z možných rozpadových kanálov dibaryónu: $H^0 \rightarrow \Sigma^- p$, vykonať simuláciu tohto rozpadu a výstup aplikovať na geometriu experimentu ALICE.

Z výsledkov simulácie, kde sme uvažovali dve rôzne doby života častice H^0 , je vidieť, že v prípade doby života 10^{-10} s, sa rozpad na dcérske produkty odohraje už vo vnútornom dráhovom detektore (ITS). V prípade doby života 10^{-8} s, väčšina rozpadov H^0 prebehne až v časovo-projekčnej komore (TPC). Tieto výsledky budú dôležité pre analyzovanie reálnych dát z experimentu.

[1] JAFFE, R. L. Perhaps a Stable Dihyperon. In *Phys. Rev. Lett.* 1977, vol. 38, p. 195-198.

[2] KLINGENBERG, R. Strange quark matter searches. In *Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics*. 1999, vol. 25, p. 273-308.

Kľúčové slová: dibaryón, ALICE, simulácia

Emission of molecular hydrogen induced by electron impact

Barbora Stachová¹

Supervisor: Juraj Országh¹

¹ FMPH CU, Mlynská dolina, 842 48 Bratislava

The aim of this paper was to examine emission continuum of electron-excited molecular hydrogen H_2 ($a^3\Sigma_g^+ \rightarrow b^3\Sigma_u^+$). This continuum was studied in the range of wavelengths within 200-800 nm at electron energies below the thresholds of other excitation processes. Furthermore, relative cross sections were measured for selected wavelengths.

Hydrogen is the most abundant chemical substance in the universe, that is why it is essential to study its properties. Kwok et al. [1] proposed that transition $a^3\Sigma_g^+ \rightarrow b^3\Sigma_u^+$ of molecular hydrogen is a major contributor to the opacity in stellar atmospheres.

For this study, a crossed-beams setup was used [2]. Trochoidal electron monochromator was used as a source of electrons and the beam collided with H_2 molecules causing their excitation and subsequent deexcitation during which photons were emitted.

Our study provides new, extended data on the continuum ranging from the VUV up to the NIR region. The continuum was measured at several electron energies. Electron energies up to 14 eV solely lead to the continuum of H_2 , however at higher energies the Fulcher bands start to occur. Relative cross sections at chosen wavelengths were measured as well.

- [1] T. L. Kwok, S. Guberman et al. (1986). Dipole moments and transitions probabilities of the $a^3\Sigma_g^+ \rightarrow b^3\Sigma_u^+$ system of molecular hydrogen. *Physical review A*, volume 34, number 3.
- [2] M. Danko, J. Orszagh, M. Ďurian et al. (2013). Electron impact excitation of methane: determination of appearance energies for dissociation products. *Journal of physics B: Atomic, molecular and optical physics*, 46 (2013) 045203 (10pp).

Key words: optical emission continuum, crossed-beam experiment, H_2 , cross section

Pressure media for high pressure experiments

Daniel Staško¹

Advisor: Jiří Prchal¹

¹ Charles University, Ke Karlovu 5, Prague 2, Czech Republic

Hydrostatic pressure is one of essential thermodynamic parameters in materials research. Compared to other parameters, which can be changed relatively easily nowadays (temperature, magnetic field), pressure is the most complicated parameter to change. Sophisticated pressure cells and pressure exchange media responsible for an equal redistribution of pressure within the sample space are necessary [1]. Focusing on liquid pressure media, topic of the presented work, they tend to solidify at specific (high) pressure. To maintain hydrostatic conditions even in pressures of several GPa, new pressure media with higher solidification pressure are required.

In this work, we studied the properties of pressure media Daphne 7373 and Daphne 7474 compared to the results of previous works. The solidification of Daphne 7373 [2] was confirmed in pressure of 2.2 GPa at room temperature. Furthermore, the quality of hydrostaticity was studied upon reaching solidification by pressure or temperature change. Our results confirmed that Daphne 7373 remains perfectly hydrostatic below solidification temperature. The pressure drop at low temperatures was determined for various pressure points. Daphne 7474 [3], reported to solidify at 3.7 GPa at room temperature, has shown a good hydrostaticity during the whole experiment, i.e., up to 3 GPa. Temperature dependence of solidification was inspected by strain gauges, resulting in a p-T phase diagram of Daphne 7474 below room temperature. Measured data were linearly extrapolated [$T_c/K = (4.33 \pm 0.17)p/kbar + (157.6 \pm 3.3)$] to estimate the border between liquid and solid state of pressure medium in broader p-T range. The compressibility of both pressure media were also determined.

[1] M. Eremets: High pressure experimental methods, Oxford University Press, 1996

[2] K. Yokogawa et al., Jap. J. Appl. Phys. 46, 3636-3639 (2007)

[3] K. Murata et al., Rev. Sci. Ins. 79, 085101 (2008)

Key words: high pressure, hydrostaticity, Daphne 7373, Daphne 7474

Historické experimenty a jejich analogie jako součást fyzikálního vzdělávání na středních školách

Ivana Špilínková¹
Školitel: Vojtěch Žák¹

¹ Univerzita Karlova, Matematicko – fyzikální fakulta, katedra didaktiky fyziky,
V Holešovičkách 2, 1800 00 Praha 8, Česká republika

Tato bakalářská práce je zaměřena na aktivity související s historickými experimenty. S ohledem na cíl bakalářské práce byla provedena dílčí rešerše česky psaných i mezinárodních zdrojů týkajících se využití historických experimentů ve výuce fyziky. K dalšímu zpracování byl zvolen Oerstedův pokus a historické metody měření tíhového zrychlení a rychlosti světla. Aktivity zabývající se těmito pokusy byly ověřeny ve výuce fyziky v různých ročnících vyššího i nižšího gymnázia. Na základě zkušeností z výuky byly tyto aktivity upraveny. Návrh průběhu těchto aktivit je uveden v materiálech určených pro učitele fyziky.

Klíčové slová: experiment, historický experiment, fyzika, fyzika na střední škole

Porovnanie „Backward“ a „Forward“ stochastických metód pre určenie modulácie kozmického žiarenia v heliosfére

Dominika Švecová¹

Školiteľ: RNDr. Pavol Bobík, PhD.²

¹Prírodovedecká fakulta, Univerzita P. J. Šafárika, Šrobárova 2, 041 80 Košice, Slovenská republika

²Ústav experimentálnej fyziky, Slovenská akadémia vied, Watsonova 47, 040 01 Košice, Slovenská republika

Práca je zameraná na pochopenie pohybu častíc kozmického žiarenia (ďalej len KŽ) v premenlivom magnetickom poli Slnka, Heliosfére. V práci pomocou počítačových simulácií stochastickou metódou riešime Fokker-Planckovu rovnicu popisujúcu moduláciu častíc KŽ v heliosfére.

V prvej časti sa práca zaoberá históriou výskumu KŽ, jeho zdrojmi, spektrom a zložením. V ďalšej časti sa nachádza popis magnetického poľa Slnka ako aj popis 11 ročného cyklu, ktorým Slnko prechádza. V poslednej časti sa práca sústreďuje na metódy použité vo výpočtoch modulácie KŽ v heliosfére. V tejto časti je vysvetlené ako sú tieto metódy použité a zároveň ich navzájom porovnávame za účelom hľadania dôvodu ich nesúlady. Pri porovnávaní sme menili niektoré parametre modelov ako napríklad hodnoty difúzneho koeficientu či dĺžku časového kroku výpočtu.

Kľúčové slová: Kozmické žiarenie, Heliosféra, Fokker-Planckova rovnica, Forward metóda, Backward metóda

Supertvrdé TaB_x vrstvy pripravené pomocou technológie HiTUS

Viktor Šroba¹

Školiteľ: Marián Mikula¹

¹ Katedra experimentálnej fyziky, FMFI UK, Mlynská dolina, 842 48 Bratislava, Slovenská republika

Tenké vrstvy na báze diboridov a nitridov prechodových kovov z III až VIB skupiny sú vďaka výborným mechanickým vlastnostiam a vysokej teplotnej stabilite atraktívne ako funkčné povlaky na rezné hrany obrábacích nástrojov predlžujúce ich životnosť. Fyzikálne depozície z pár (magnetronové naprašovanie) patria k najpoužívanejším depozičným technikám na nanášanie takýchto vrstiev. V práci sa zaoberáme prípravou a skúmaním štruktúry, a mechanických vlastností perspektívnych tvrdých vrstiev na báze TaB_x, tvorených odprašovaním stechiometrického TaB₂ terča pomocou urýchlených Ar⁺ iónov. Veľká atómová hmotnosť tantalu spôsobuje odrazenie Ar častíc od terča do rastúcej vrstvy, čo vedie k rozprašovaniu ľahkého bóru a vytváraniu podstechiometrických, vakancie obsahujúcich TaB_x vrstiev ($x < 2$) [1], čo môže mať negatívny dopad na ich mechanické vlastnosti. V našej práci sme použili depozičnú technológiu HiTUS (High Target Utilisation Sputtering), ktorá nám, na rozdiel od iných technológií, umožňuje regulovaním urýchľovacieho napätia na terči nezávisle meniť kinetickú energiu Ar⁺ iónov dopadajúcich na terč, vďaka čomu sme pripravili TaB_x vrstvy v širokom kompozičnom rozsahu ($x \sim 1,6 \div 3,2$). Výsledné vrstvy mali nanokompozitný charakter, kde bola štruktúra tvorená stĺpcovými TaB₂ zrnami s hexagonálnou štruktúrou α -AlB₂ typu, obklopenými bórovou maticou. Všetky vrstvy sú extrémne tvrdé s najvyššou tvrdosťou $48,6 \pm 1,7$ GPa pre TaB_{1,8} a najnižšou $42,2 \pm 1,9$ GPa pre TaB_{2,1}. Vrstvy majú, žiaľ, typický krehký charakter vyjadrený vysokými hodnotami Youngovho modulu pružnosti, s najvyššou hodnotou $491,2 \pm 21,4$ GPa pre TaB_{3,2}. TaB_x vrstvy tvrdosťou výrazne prevyšujú priemyselne pripravované tvrdé vrstvy na báze nitridov a vďaka vysokej teplotnej stabilite TaB₂ fázy predstavujú veľmi sľubný materiál pre povlaky určené na vysokoteplotné aplikácie.

[1] B. Grančič *et al.*, "Stoichiometry, structure and mechanical properties of co-sputtered Ti_{1-x}Ta_xB_{2±Δ} coatings," *Surf. Coatings Technol.*, 2019.

Kľúčové slová: tvrdé vrstvy, tantal diborid, nanokompozit, HiTUS

Simulation and Tests of Strip Semiconductor Detectors for ATLAS Upgrade

Ondřej Theiner¹

Školitel': Peter Kodyš¹

¹ Ústav částicové a jaderné fyziky, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, Česká republika

Together with the ongoing works on preparations of High-Luminosity LHC there is a need to enhance performance of various experiments on the collider as well. This is also the case of the experiment ATLAS and its subdetectors such as Inner Detector which will be completely replaced by new Inner Tracker (ITk). This thesis deals with computer simulations of silicon strip detectors for ATLAS Upgrade ITk. For this purpose, we were using AllPix² [1] which is a generic simulation framework for silicon detectors written in modern C++ that is using Geant4 to simulate the interactions of particles with a matter. AllPix² enables to simulate everything from the interaction of the particle with silicon, charge propagation in electric field, charge collection, up to signal digitization.

In the simulations we focused mostly on three aspects. The first is a precise characterization of used detectors, the second is a simulation of test beam measurements and the third one is a simulation of test measurements with radioactive beta source. We also discussed the possibility of simulation of test measurements with laser, which is a type of measurement that is also done in the Prague laboratory of Institute of Particle and Nuclear Physics. These simulations are important not only because they help us to better understand processes happening inside the detector, but they are also used as validation of testing measurements. As a result of this we are able to point out the effects of the experimental setup (or detector itself) which have impact on measured results, validate experimental results or better estimate physical characteristics of our detector.

[1] S. Spannagel et al., “Allpix²: A modular simulation framework for silicon detectors”, Nucl. Instr. Meth. A 901 (2018) 164 – 172, doi:10.1016/j.nima.2018.06.020, arXiv:1806.05813

Klíčové slová: AllPix², ATLAS Upgrade ITk, simulations, strip detectors

MAGNETICKÉ VLASTNOSTI KOMPAKTOVANEJ PRÁŠKOVEJ ZLIATINY NiFeMo

Martin Tkáč

Školiteľ: prof. RNDr. Peter Kollár, DrSc

*Katedra fyziky kondenzovaných látok, Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ,
Park Angelinum 9, 040 01 Košice*

Magneticky mäkké kompaktované práškové zliatiny majú v súčasnosti veľký význam v elektrotechnickom priemysle. Výroba súčiastok z takýchto materiálov je priemyselný proces, počas ktorého sa ich magnetické vlastnosti upravujú podľa požiadaviek na využitie rôznymi metódami a zmenami parametrov výroby, ako sú napríklad lisovací tlak, doba a teplota spekania.

Cieľom tejto práce bolo preskúmať vplyv mechanickej úpravy brúsením a tepelnej úpravy na merný odpor, hysterézne slučky pri 0,1T a 0,2T, krivky prvotnej magnetizácie, anhysterézne krivky, začiatočnú, maximálnu a na komplexnú permeabilitu prstencových vzoriek pripravených z magneticky mäkkej kompaktovej práškovvej zliatiny NiFeMo.

Vzorka A bola pripravená lisovaním a nebola upravovaná ani mechanicky a ani tepelne. Vzorka B bola upravovaná iba tepelne. Vzorka C bola upravovaná iba mechanicky a vzorka D bola upravovaná aj mechanicky a aj tepelne.

Analýzou merania merného odporu sme zistili, že brúsenie spôsobuje nárast a tepelné spracovanie spôsobuje pokles merného odporu. Z merania hysteréznych slučiek vidieť, že aj brúsenie a aj tepelné spracovanie spôsobujú zúženie slučiek, pričom najužšiu slučku má vzorka D. Analýzou grafov anhysteréznych kriviek sme zistili, že brúsenie a aj tepelná úprava zvyšujú strmosť anhysteréznych kriviek a znižujú vnútorný demagnetizačný faktor. Najstrmšiu anhysteréznu krivku mala vzorka D. Analýzou hodnôt začiatočnej, maximálnej a komplexnej permeability sme zistili, že brúsenie a aj tepelná úprava zvyšujú hodnoty permeability. Obzvlášť výrazný je vplyv tepelnej úpravy.

Zo všetkých nami skúmaných vzoriek vykazovala najlepšie magnetické vlastnosti vzorka, ktorá bola upravovaná aj mechanicky a aj tepelne.

Simulace a optimalizace systémů detekce kosmického záření

Matěj Vaculčíak¹
Školitel: Michal Marčišovský¹

¹ Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT v Praze, Břehová 7, Praha 110 00, Česká republika

Předmětem práce je simulace detektoru kosmického ionizujícího záření SXRМ a v něm použitého detekčního čipu SpacePix spolu s následnou analýzou získaných dat a návrhy optimalizace detekčního uspořádání komponent. Primární oblastí nasazení detektoru je polární kruhová orbita ve výšce 400 km, pročež je v práci diskutována tematika kosmického záření, zejména v blízkém okolí Země. Analýza modelů orbity ukazuje druhy částic a energetická spektra, která je zapotřebí zahrnout v simulaci. Obecně je v předložené práci rovněž rozebrána problematika interakcí záření s materiálem a principů fungování polovodičových detektorů. K vytvoření modelů SXRМ a SpacePix a simulaci jejich odezvy při průchodu kosmického záření byly použity programy Geant4 a AllpixSquared. Analýza takto generovaných dat byla provedena v programu ROOT. Dalším krokem ve vývoji je testování aplikace metod strojového učení, zejména neuronových sítí, jakožto metody rekonstrukce fyzikální informace z detekovaných dat.

Klíčové slová: kosmické záření, polovodičové pixelové detektory, simulace průchodu částic látkou, Geant4, AllpixSquared, SpacePix, SXRМ

Vodivosť v diamantových nanoštruktúrach dopovaných bórom

Dominik Volavka¹

Školiteľ: Tomáš Samuely

¹Katedra fyziky kondenzovaných látok, Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Park Angelinum 9, 04154 Košice, Slovenská republika

Diamant nie je len šperk, ale jeho vlastnosti ako napríklad dobrá tepelná vodivosť, odolnosť voči znečisteniu, alebo elektrické vlastnosti, z neho robia materiál, ktorý by mohol byť súčasťou modernejšej elektroniky. Niet divu, že práve diamant, do ktorého sa pridávajú rôzne prímеси, ktoré ovplyvňujú jeho elektrické vlastnosti, sa stal predmetom skúmania vedcov z celého sveta. V tejto práci sa venujeme rozboru vzoriek bórom obohateného diamantu, ktoré vykazujú anomáliu vo vodivosti pri teplote 100 kelvinov. Vysvetlený je princíp činnosti skenovacieho elektrónového mikroskopu a podstata XPS a EDX spektroskopie. Experimentálna časť je venovaná distribúcii veľkostí zŕn skúmaných vzoriek a zloženiu vzoriek, skúmanému dvomi navzájom opačnými experimentálnymi metódami. Výsledky experimentu sú porovnané s najnovšími štúdiami, ktoré sa tejto problematike venujú.

Study of Radiation Damage in Silicon Strip Detector for ATLAS ITk

Iveta Zatočilová¹

Školitel: Marcela Mikeščíková²

¹ Ústav částicové a jaderné fyziky, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8, Česká republika

² Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Na Slovance 1999/2, 182 21 Praha 8, Česká republika

The ATLAS experiment installed on the LHC accelerator at CERN is currently preparing for an upgrade of its tracking system in the course of the High-Luminosity LHC (HL-LHC) that is scheduled for 2026. The radiation damage at the expected integrated luminosity of 4000 fb^{-1} and hadron fluencies over $2 \times 10^{16} \text{ n}_{\text{eq}}/\text{cm}^2$ requires a replacement of existing Inner Detector by an all-silicon Inner Tracker (ITk) with a pixel detector surrounded by a strip detector. The peak luminosity of HL-LHC will increase up to $7.5 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$, that corresponds approximately to 200 inelastic proton-proton interactions per beam crossing. The increased luminosity will lead to higher radiation levels in the ATLAS detector.

The main purpose of the thesis is to study the effects of gamma irradiation on the electrical characteristics of ATLAS17LS n^+ -in-p (n^+ type implant strip in p-type silicon bulk) sensors, developed by the ATLAS ITk strip collaboration and manufactured by Hamamatsu Photonics to be used in the strip part of the ATLAS ITk detector. The sensor parameters such as leakage current, bulk capacitance, full depletion voltage, interstrip capacitance, interstrip resistance, coupling capacitance, punch through protection effectiveness or polysilicon bias resistance have been measured in the new clean laboratory built at the Institute of Physics of the Czech Academy of Sciences. The measured data provides a critical information on the bulk and surface radiation damage caused by the gamma particles in the ATLAS ITk silicon strip sensors.

Klíčové slová: ATLAS Inner Tracker, Strip silicon sensor, Radiation damage, Gamma irradiation, Electrical characteristics, Detection performance

Česko-slovenská študentská vedecká konferencia vo fyzike
Zborník abstraktov

Vydavateľ: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach
Vydavateľstvo ŠafárikPress

Rok vydania: 2019

Počet strán: 30

Rozsah: AH

Vydanie: prvé

ISBN 978-80-8152-734-0 (e-publikácia)

