



Ústav experimentálnej fyziky

Slovenskej akadémie vied

Watsonova 47, 040 01 Košice

Tel.: 055 792 2201, Fax: 055 633 6292, E-mail: sekr@saske.sk



PRÍRODOVEDECKÁ FAKULTA UPJŠ

Študijný program: Biofyzika

Garant ÚEF SAV: MUDr. Andrey Musatov, DrSc.

Téma: *Vplyv rôznych interakčných partnerov na amyloidnú agregáciu proteínov*

Školiteľ: **doc. RNDr. Zuzana Gažová, CSc.**

Konzultant: **RNDr. Andrea Antošová, PhD.**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: Amyloidné ochorenia tvoria skupinu viac ako 50 nevyliciteľných chorôb, ktorých patologickým prejavom je prítomnosť depozitov obsahujúcich proteínové amyloidné fibrily v rôznych tkanivách a orgánoch. Tvorba amyloidných agregátov je dôsledkom transformácie natívnej štruktúry proteínu do nenatívnych foriem a ich následnou polymerizáciou do amyloidných fibril. Hlavným cieľom dizertačnej práce je štúdium tvorby a morfológie amyloidných agregátov A β peptidov, inzulínu a lyzozýmu, ktoré majú súvis s Alzheimerovou chorobou, diabetes mellitus a lyzozýmovou amyloidózou. Budeme sledovať ako rôzne látky (ióny, malé molekuly, nanočastice, poly/peptidy) ovplyvňujú tvorbu amyloidných fibril vyššie spomenutých proteínov s cieľom nájsť potenciálne liečivá amyloidných ochorení. Využívať sa budú rôzne biofyzikálne metódy, hlavne spektroskopické a kalorimetrické techniky, atómová silová mikroskopia (AFM) a elektroforetické metódy.

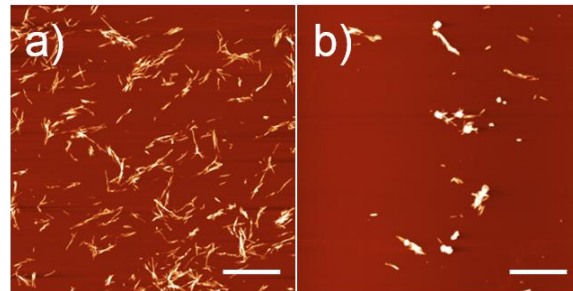
Title: *The effect of various interaction partners on protein amyloid aggregation*

Supervisor: **Assoc. Prof. Zuzana Gažová**

Co-supervisor: **Dr. Andrea Antošová**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: Amyloidoses represent a group of more than 50 so far incurable diseases, the pathological manifestation of which is the presence of deposits containing protein amyloid fibrils in tissues and organs. The formation of amyloid aggregates is due to transformation of native protein conformation into non-native conformers following their polymerization into amyloid fibrils. The main goal of the thesis is to study of the formation and morphology of A β peptide, insulin and lysozyme amyloid fibrils associated with Alzheimer's disease, diabetes mellitus or lysozyme amyloidosis. We will observe how various agents (ions, small molecules, nanoparticles, poly / peptides) influence the formation of amyloid fibrils of the above-mentioned proteins in order to find potential drugs for amyloid diseases. Various biophysical methods will be used, especially spectroscopic and calorimetric techniques, atomic force microscopy (AFM) and electrophoretic techniques.



AFM obrázok a) lyzozýmových amyloidných fibríl a b) potlačenie ich vzniku v dôsledku interferencie amyloidnej fibrilizácie s nanočasticami. Mierka predstavuje 1 μm .

AFM images of a) lysozyme amyloid fibrils and b) inhibition of their formation due to interference of amyloid fibrillization with nanoparticles. The bars represent 1 μm .



Ústav experimentálnej fyziky

Slovenskej akadémie vied

Watsonova 47, 040 01 Košice

Tel.: 055 792 2201, Fax: 055 633 6292, E-mail: sekr@saske.sk



Študiijný program: Všeobecná fyzika a matematická fyzika

Garant SAV: RNDr. Pavol Farkašovský, DrSc.

Téma: **Štúdium elektrónových vlastností grafénových oniónov s reaktívnym atómom vnútri**

Školiteľ: **RNDr. Richard Pinčák, PhD.**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: Metódami kvantovej teórie a štatistickej fyziky budú študované rôzne druhy grafénových oniónov. Konkrétne onióny C20@C80, C60@C240 a C240@C540 budú vybrané ako predmety základného štúdia, pretože patria k najstabilnejším oniómom. Ale aj tieto fullerény majú rôzne priemery, náboje a tiež elektrónové vlastnosti, takže na ich príklade môžeme urobiť viac záverov pre onióny s podobným vnútorným a vonkajším plášťom. Jednotlivé reaktívne atómy ako Ni, Fe a Co sú zabudované do vnútra každého z týchto fullerénov (Obrázok). Cieľom tohto štúdia je nájsť nové stabilné oniónové štruktúry s vhodnými elektrónovými vlastnosťami, ktoré vyžaduje nanopriemysel. Základne teórie a prístupy k riešeniu danej témy bez reaktívneho atómu vnútri sú publikované v prácach [1-3].

Title: ***The study of the electronic properties of graphene onions with a reactive atom inside***

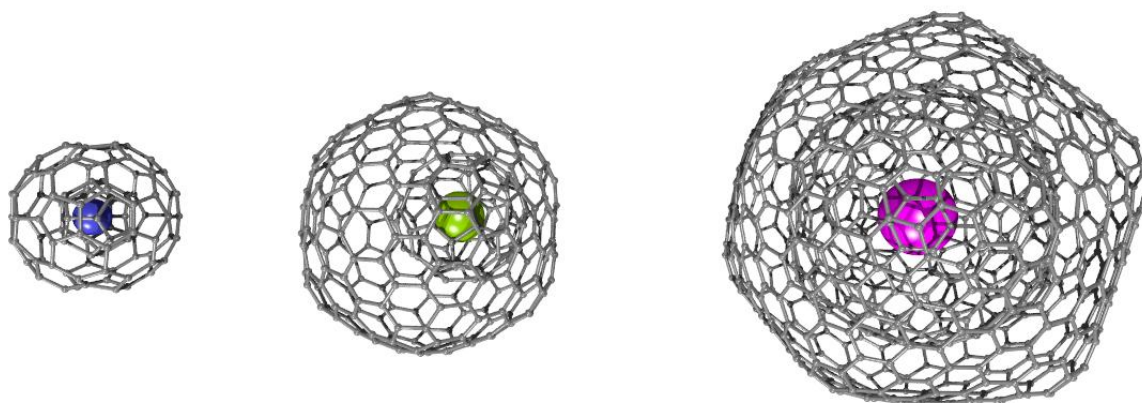
Supervisor: **Dr. Richard Pinčák**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: Different types of graphene onions will be studied by methods of quantum theory and statistical physics. In particular, the C20 @ C80, C60 @ C240 and C240 @ C540 onions will be selected as subjects of the basic study because they are among the most stable ions. But even these fullerenes have different diameters, charges and also electron properties, so we can draw more conclusions for them with examples of similar inner and outer shells. Individual reactive atoms such as Ni, Fe and Co are incorporated inside each of these fullerenes (Figure). The aim of this study is to find new stable onion structures with suitable electronic properties required by the nano-industry. Basic theories and approaches to solving a given topic without a reactive atom inside are published in the works [1-3].

Literatúra / Literature:

1. R. Pincak, M. Pudlak, Chapter in book Progress in Fullerene Research, with title Electronic structure of spheroidal fullerenes, ed. F. Columbus, Nova Science Publishers, New York, 2007, ISBN: 1-60021-841-5.
2. M. Pudlak, R. Pincak, Energy gap between highest occupied molecular orbital and lowest unoccupied molecular orbital in multiwalled fullerenes, Physical Review A 79 (2009) 033202.
3. R. Pincak, V.V. Shunaev, J. Smotlacha, M.M. Slepchenkov, O.E. Glukhova, Electronic properties of Bilayer Fullerene onions, Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures, 25 (10) 2017 pp. 607-612.



Atómová štruktúra oniónov: a) C20@C80+Ni; b) C60@C240+Fe; c) C240@C540+Co.
Atomic structure of onions: a) C20@C80+Ni; b) C60@C240+Fe; c) C240@C540+Co.



Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied

Watsonova 47, 040 01 Košice
Tel.: 055 792 2201, Fax: 055 633 6292, E-mail: sekr@saske.sk



Študiálny program: Fyzika kondenzovaných látok a akustika

Garant SAV: Prof. RNDr. Peter Samuely, DrSc.

Téma: **Štúdium indukovanej supravodivosti v topologických materiáloch**

Školiteľ: **Prof. RNDr. Peter Samuely, DrSc.**

Konzultant: **Mgr. Pavol Szabó, CSc.**

Forma štúdia: *denná* - SAV

Anotácia: Riešenie Diracovej rovnice pre časticu bez hmotnosti našiel v roku 1929 Hermann Weyl. Skupina, ktorú vedie Zahid Hasan na Princetonskej univerzite našla dôkazy, že takáto kvázičastica - Weylov fermión existuje ako kolektívna excitácia elektrónov v polokove TaAs (Xu, S. Y. et al., Science 349, (2015), 613). Weylove polokovy majú unikátne topologické vlastnosti, vďaka ktorým by mohli nájsť svoje využitie pri vývoji vysokorýchlostných elektronických obvodov a kvantových počítačov. Nedávno sa objavili správy, že v mezoskopickom spoji (mikrokontakte) medzi strieborným hrotom a monokryštálom TaAs je možné indukovať supravodivosť. Hovoríme o hrotom indukovanej supravodivosti vo Weylových polokovoch. Navyše sa ukazuje, že v mikrokontaktoch na TaAs supravodivosť koexistuje so spinovou polarizáciou a že by teda tieto materiály mohli byť zaujímavé aj pre aplikácie v spintronike. Overíme možnú mezoskopickú supravodivosť a jej charakter v príbuzných weylovských systémoch pomocou mikrokontaktovej a tunelovej spektroskopie. Súčasťou práce bude aj rozvoj metódy mikrokontaktovej spektroskopie pri veľmi nízkych teplotách.

Title: *Studies of induced superconductivity in topological materials*

Supervisor: **Prof. Peter Samuely**

Co-supervisor: **Dr. Pavol Szabó**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: A solution of the Dirac equation for massless particles was found in 1929 by Hermann Weyl. A group headed by Zahid Hasan at Princeton University evidenced that Weyl fermions exist as quasiparticles – collective excitations of electrons – in the semimetal tantalum arsenide (TaAs) (Xu, S. Y. et al., Science 349, (2015), 613). Weyl fermions reveal unique topological properties that could make them useful for creating high-speed electronic circuits and quantum computers. Very recently emergence of a tip-induced superconductivity in Dirac Weyl semimetals has been indicated in mesoscopic point contacts between Ag and TaAs. Coexistence of superconductivity and high transport spin polarization at TaAs point contacts has been detected which makes the Weyl semimetals particularly interesting for spintronic applications. We will check the possible mesoscopic superconductivity and its character Weyl materials by means of the point-contact as well as the tunneling spectroscopy. Further development of the point-contact technique at very low temperatures will be a part of the dissertation.



Ústav experimentálnej fyziky
Slovenskej akadémie vied

Watsonova 47, 040 01 Košice
Tel.: 055 792 2201, Fax: 055 633 6292, E-mail: sekr@saske.sk



Téma: ***Klasicko-kvantový prechod v mechanických rezonátoroch***

Školiteľ: **RNDr. Peter Skyba, DrSc.**

Konzultant: **RNDr. Marcel Človečko, PhD.**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: Materiálová variabilita a rozmerová rozmanitosť mechanických rezonátorov dovoľuje cielene meniť ich fyzikálne a geometrické vlastnosti, a tak redukciou ich hmoty/energie (t.j. redukciou ich veľkosti), pri súčasnom ochladení k teplotám blízkym absolútnej nule, ich umožňuje používať ako nástroj pri štúdiu prechodu medzi klasickou a kvantovou dynamikou. Cieľom dizertačnej práce je (i) štúdium nelineárnych procesov v makroskopických rezonátoroch na báze piezomateriálov, (ii) štúdium prechodu medzi klasickou a kvantovou dynamikou s použitím nami pripravených mechanických mikro a nanorezonátorov a (iii) pochopenie procesov výmeny energie medzi týmito rezonátormi a tepelným rezervoárom vedúcich k dekoherencii.

Title: ***Classical to quantum crossover in mechanical resonators***

Supervisor: **Dr. Peter Skyba**

Co-supervisor: **Dr. Marcel Človečko**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: The material variability and dimensional diversity of mechanical resonators allows us to deliberately change their physical and geometric properties. Thus by reducing their mass / energy content (i.e. by decreasing their size) while simultaneously cooling them to temperatures close to absolute zero, it is possible to use them as a tool to study the crossover between classical and quantum dynamics. The aim of this dissertation is (i) the study of nonlinear processes in macroscopic resonators based on piezomaterials, (ii) the study of the transition between classical and quantum dynamics by using our custom made mechanical micro and nanoresonators and (iii) to deepen the understanding of fundamental processes of the energy exchange between these resonators and the thermal reservoir leading to the decoherence.



Ústav experimentálnej fyziky

Slovenskej akadémie vied

Watsonova 47, 040 01 Košice

Tel.: 055 792 2201, Fax: 055 633 6292, E-mail: sekr@saske.sk



Študiijný program: Progresívne materiály

Garant SAV: RNDr. Ivan Škorvánek, CSc.

Téma: *Nanokryštalické magnetické zliatiny na báze 3-d kovov pripravené nekonvenčnými technikami tepelného spracovania*

Školiteľ: **RNDr. Ivan Škorvánek, CSc.**

Konzultanti: **Ing. Branislav Kunca, PhD., RNDr. Jozef Marcin, PhD.**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: PhD práca je zameraná na cielené ovplyvňovanie štruktúry a magnetických vlastností nanokryštalických zliatin na báze 3-d kovov pomocou nekonvenčných techník tepelného spracovania. Plánujeme pri tom použiť novú aparaturu na ultra-rýchle žihanie tenkých kovových pásov skonštruovaných na ÚEF SAV, ktorá na rýchly ohrev využíva vopred predhriate masívne medené bloky pričom typické časy žihania sú v rozsahu niekoľkých sekúnd. V porovnaní s klasickými technikami tepelného spracovania umožňuje vysoká rýchlosť ohrevu v tomto zariadení rozšíriť rozsah kompozičných zložení, ktoré sú ešte schopné vytvárať nanokryštalickú štruktúru. Ďalšou nekonvenčnou technikou tepelného spracovania bude žihanie vo vysokom magnetickom poli (do 14 T). Vo vybraných systémoch zliatin sa zameriame na štúdium zmien ich štruktúrnych a magnetických vlastností, ku ktorým dochádza po aplikácii uvedeného tepelného spracovania.

Title: *Nanocrystalline magnetic alloys based on 3-d metals prepared by unconventional thermal processing techniques*

Supervisor: **Dr. Ivan Škorvánek**

Co-supervisors: **Dr. Branislav Kunca, Dr. Jozef Marcin**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: The PhD thesis is focused on the employment of unconventional techniques of thermal processing in order to tailor the structural and magnetic properties of nanocrystalline alloys based on 3-d metals. We plan to use new facility for ultra-rapid annealing of thin metallic ribbons constructed recently at IEP SAS. In this facility, the annealed samples are clamped between pair of the pre-heated massive Cu-blocks and typical annealing times take few seconds. High heating rates and much shorter processing times as compared to conventional annealing allow extend the composition interval where the annealed samples are still capable to form nanocrystalline structure. The other technique of thermal processing in this work is the annealing in a presence of high magnetic fields (up to 14 T). We plan to perform a detailed study of the corresponding changes of structural and magnetic properties caused by application of the above mentioned thermal processing to selected alloy systems.



Ústav experimentálnej fyziky

Slovenskej akadémie vied

Watsonova 47, 040 01 Košice

Tel.: 055 792 2201, Fax: 055 633 6292, E-mail: sekr@saske.sk



Téma: **Štruktúrne prechody v nanokompozitoch na báze kvapalných kryštálov**

Školiteľ: **RNDr. Natália Tomašovičová, CSc.**

Konzultant: **RNDr. Veronika Lacková, PhD.**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: Kvapalné kryštály predstavujú triedu mäkkých kondenzovaných látok. Ich charakteristickou vlastnosťou je kombinácia tekutých vlastností klasických kvapalín a anizotropných elektrických, magnetických a optických vlastností tuhých kryštalických látok. Dnes sú známe hlavne vďaka ich využitiu ako displejov v počítačoch, notebookoch, telefónoch a televízoroch. Kvapalné kryštály majú vysoký potenciál využitia v mnohých oblastiach Hi-Tech priemyslu ako sú biotechnológie, telekomunikácie a optické spracovanie. Nové aplikácie si vyžadujú nové materiály, často s dosť exotickými vlastnosťami, a nové technológie. Vo všeobecnosti, experimentálne výsledky potvrdili, že dopovanie kvapalných kryštálov malým množstvom rôznych typov nanočastíc výrazne modifikuje vlastností takýchto kompozitov. Hlavným cieľom ďalšieho výskumu v tejto oblasti je optimalizácia týchto kompozitov vzhľadom na kvapalno-kryštalickú maticu, typ častíc a ich koncentráciu s cieľom prispieť k novým aplikáciám.

Title: ***Structural transitions in nanocomposites based on liquid crystals***

Supervisor: **Dr. Natália Tomašovičová**

Co-supervisor: **Dr. Veronika Lacková**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: Liquid crystals (LCs) belong to a class of soft condensed matter that is characterized by the combination of the fluidity of ordinary liquids with the anisotropy of electric, magnetic and optical properties of crystalline solid materials. Nowadays LCs are best known for their successful applications in computer, notebook, phone and TV displays. There are many sectors of hi-tech industry where LCs have great potentials, such as biotech, telecommunication, and optical processing. The new applications require new materials, sometimes with rather exotic properties, and new technologies. In general, experimental results evidence that doping the LC with a small amount of the different kind of nanoparticles affects the properties of the composite material considerably. The most important for further research in this direction is the optimization of these composites with respect to the liquid crystal matrix, to the type and concentration of nanoparticles, in order to contribute to possible applications.



Ústav experimentálnej fyziky
Slovenskej akadémie vied

Watsonova 47, 040 01 Košice
Tel.: 055 792 2201, Fax: 055 633 6292, E-mail: sekr@saske.sk



Téma: **Multifunkčné magnetické nanomateriály pre diagnostiku**

Školiteľ: **Ing. Vlasta Závašová, PhD.**

Konzultant: **Ing. Martina Koneracká, PhD., RNDr. Martina Kubovčíková, PhD.**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: Oboznámenie sa s prípravou magnetických nanomateriálov ako aj s rôznymi technikami používanými na ich charakterizáciu t.j. študovať rozmer, tvar, štruktúru, povrchový náboj a magnetické vlastnosti pripravených nanomateriálov. Ďalej skúmať vhodnosť ich použitia v magnetickej hypertermii a v magnetickej rezonancii. Cieľom práce je prispieť k celkovému pochopeniu problematiky, ktorá sa rieši v rámci niekoľkých projektov zameraných na využitie nanomateriálov v medicíne na diagnostiku a liečbu ochorení.

Title: **Multifunctional magnetic nanomaterials for diagnostics**

Supervisor: **Dr. Vlasta Závašová**

Co-supervisor: **Dr. Martina Koneracká, Dr. Martina Kubovčíková**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: Preparation of magnetic nanomaterials and using of various techniques for their characterization. The basic goal of this work is to study the size, shape, structural, surface charge and magnetic properties of the prepared nanomaterials. Further, to investigate the suitability of magnetic nanomaterials in magnetic hyperthermia and in magnetic resonance. The aim of the work is to contribute to the overall understanding of the issue that is focused in several projects aimed at the application of nanoparticles in medicine for diagnosis and treatment of diseases.



Ústav experimentálnej fyziky

Slovenskej akadémie vied

Watsonova 47, 040 01 Košice

Tel.: 055 792 2201, Fax: 055 633 6292, E-mail: sekr@saske.sk



Študiijný program: Jadrová a subjadrová fyzika

Téma: *Štúdium produkcie podivnosti v podmienkach experimentu ALICE v zrážkach vysokoenergetických iónov urýchlených na veľkom hadrónovom zrážaci (LHC) v Ženeve*

Školiteľ: **RNDr. Peter Kaliňák, PhD.**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: Štúdium sa zameriava na meranie spektier priečnej hybnosti a výťažkov podivných častíc v jednotlivých triedach multiplicity (centrality) zrážky. Metóda v sebe zahŕňa identifikáciu podivných častíc na základe ich topológie rozpadu. Z rekonštruovaných dráh nabitých častíc prechádzajúcich detektorom ALICE sa určujú kandidáti – dvojice dcerských dráh, ktoré vyhovujú stanoveným selekčným kritériam. Z rozdelenia invariantnej hmotnosti vypočítaných z kinematiky rozpadu sa extrahuje signál z oblasti píku. K stanoveniu výťažkov a spektier je potrebné vedieť akceptanciu detektora, účinnosť rekonštrukcie, pochopiť jeho efekt na meranie a vykonať potrebné korekcie, resp. extrapolácie v oblastiach kde meranie nieje možné. K výpočtu týchto korekcií sa využívajú aj Monte Carlo simulácie zrážok. K výsledným hodnotám je potrebné určiť akou chybou sú zaťažené, čo vedie k štúdiu systematických chýb.

Title: *Study of a strangeness production in collisions of high-energy ions in ALICE experiment at LHC*

Supervisor: **Dr. Peter Kaliňák**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: The study is focusing on measurement of transverse momenta spectra and yields of the strange particles in particular classes of the multiplicity (centrality) of the collision. The method includes the identification of strange particles based on the topology of the decay. Using the reconstructed trajectories of the charged particles traveling through the ALICE detector, the candidates – the couples of trajectories which passes the selection criteria are used to compute the distributions of invariant masses. The signal is extracted from under the peak area of this distribution. In order to acquire final yields and spectra of the strange particles it is necessary to know the acceptance of the detector, efficiency of the reconstruction and to understand how the detector affects the measurement. Then it is necessary to perform the corrections for each effect and to perform the extrapolation to the areas where the measurement isn't possible. Some of the corrections are possible to acquire by using Monte Carlo simulations. The final results carry systematical errors, which needs to be studied and understood.



Ústav experimentálnej fyziky

Slovenskej akadémie vied

Watsonova 47, 040 01 Košice

Tel.: 055 792 2201, Fax: 055 633 6292, E-mail: sekr@saske.sk



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY TUKE

Študijný program: Fyzikálne inžinierstvo progresívnych materiálov

Garant ÚEF SAV: Doc. RNDr. Karol Flachbart, DrSc.

Téma: **Štúdium štrukturálnych zmien feritínových derivátov a amyloidov po ožiarení**

Školiteľ: **doc. RNDr. Peter Kopčanský, CSc.**

Konzultant: **RNDr. Lucia Balejčíková, PhD., RNDr. Oliver Štrbák, PhD., Dr. Viktor Petrenko**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: Mnoho patologických javov v organizmoch súvisí so štrukturálnymi zmenami v zásobnom proteíne železa, feritíne. Tvorba magnetitu bola pozorovaná u ľudí s neurodegeneratívnymi, kardiovaskulárnymi a rakovinovými ochoreniami. Príčina doteraz nebola úplne objasnená a neboli popísané podrobné faktory ovplyvňujúce túto transformáciu. Špeciálne neliečiteľné neurodegeneratívne ochorenia sa spájajú aj s tvorbou amyloidných plakov, podobných fibrilárnym proteínovým štruktúram, zložených prevažne z beta skladaných listov. Ich vysoká stabilita a pevnosť spôsobuje náročnosť pri dizajne účinných liečiv. Prítomnosť magnetitu a preskúmanie jeho interakcie s amyloidnými štruktúrami *in vitro* v daných fyzikálno-chemických podmienkach môže urýchliť alebo zastaviť proces fibrilizácie. Hlavným cieľom tejto navrhovanej práce bude štúdium vplyvu elektromagnetického žiarenia na feritín a jeho deriváty. Interakcia magnetických nanočastíc na báze feritínu s amyloidnými štruktúrami bude preskúmaná po ich ožiarení s rôznou intenzitou v rámci elektromagnetického spektra. Definícia organických alebo anorganických štrukturálnych zmien použitím malo-uhlových rozptylových techník (SANS/SAXS) môže pomôcť pochopiť patológiu chorôb alebo zastaviť ich negatívny vývoj. Vzhľadom k tomu, že tento výskum sa bude uskutočňovať s použitím modelových materiálov *in vitro*, je možné tieto ožiarené objekty použiť v aplikovanej sfére. Ďalším cieľom práce bude nájsť najefektívnejšiu možnosť aplikácie pripravených materiálov v biomedicíne, priemysle, technológiách alebo environmentalistike.

Title: ***Study of structural changes of ferritin derivatives and amyloids after irradiation***

Supervisor: **Assoc. Prof. Peter Kopčanský**

Co-supervisor: **Dr. Lucia Balejčíková, Dr. Oliver Štrbák, Dr. Viktor Petrenko**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: Many pathological phenomena in organisms are related to structural changes in the iron storage protein, ferritin. Magnetite formation has been observed in patients with neurodegenerative, cardiovascular and cancer diseases. The cause has not yet been fully understood. Detailed factors influencing this transformation have not been described. Also incurable neurodegenerative diseases are associated with the formation of amyloid plaques, similar to fibrillar protein structures, composed mainly of beta-sheets. Their high stability and strength make it difficult to design effective drug therapies. The presence of magnetite and the investigation of its interaction with amyloid structures *in vitro* under given physicochemical conditions can accelerate or stop the fibrillation process. The main goal of this proposed work



Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied

Watsonova 47, 040 01 Košice
Tel.: 055 792 2201, Fax: 055 633 6292, E-mail: sekr@saske.sk



will be to study the effect of electromagnetic radiation on ferritin and its derivatives. The interaction of ferritin-based magnetic nanoparticles with amyloid structures will be investigated after irradiation with different intensities within the electromagnetic spectrum. The definition of organic or inorganic structural changes using small-angle scattering techniques (SANS/SAXS) can help to understand the pathology of diseases or stop their negative development. Because this research will be carried out using in vitro model materials, it is possible to use these irradiated objects in the applied sphere. Another goal of the work will be to find the most effective possibility of application of prepared materials in biomedicine, industry, technology or environmentalistics.

Literatúra / Literature:

1. D. He, J. Marles-Wright (2015): Ferritin family proteins and their use in bionanotechnology. In *New Biotechnology*, vol. 32 (6) 651 – 657
2. M.V. Avdeev, V.L. Aksenov (2010): Small-angle neutron scattering in structure research of magnetic fluids. In *Physics – Uspekhi*, vol. 53 (10) 971 – 993
3. H. Li, F. Rahimi, S. Sinha, Panchanan Maiti and Gal Bitan. *Encyclopedia of Analytical Chemistry*. R.A. Meyers (Ed.). 2009 John Wiley & Sons Ltd



Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej akadémie vied

Watsonova 47, 040 01 Košice
Tel.: 055 792 2201, Fax: 055 633 6292, E-mail: sekr@saske.sk



Téma: ***Samousporiadanie v nanokompozitných systémoch na báze kvapalných kryštálov***

Školiteľ: **RNDr. Natália Tomašovičová, CSc.**

Konzultant: **RNDr. Veronika Lacková, PhD.**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: Kvapalné kryštály sú anizotropne kvapaliny s orientačným usporiadaním d'alekého dosahu; ich významnou črtou je kombinácia tekutosti bežných kvapalín so zaujímavými elektrickými a optickými vlastnosťami kryštalických tuhých látok.

Vývoj a štúdium nanomateriálov, ktoré sú schopné samousporiadať sa do funkčných superštruktúr patrí medzi vysokoaktuálne témy. Kvapalné kryštály sú excelentným príkladom materiálu, v ktorom dochádza k týmto procesom spontánne na rôznych škálach. Okrem lokálneho usporiadania na úrovni molekulárnej škály môžu tiež formovať mikro/makroskopické superštruktúry cez topologické defekty. Práca bude zameraná na prípravu a štúdium fyzikálnych vlastností kompozitných anizotropných materiálov na báze kvapalných kryštálov dopovaných magnetickými časticami a javov spojených so samousporiadavajúcimi procesmi.

Title: ***Self-organization in nanocomposites based on liquid crystals***

Supervisor: **Dr. Natália Tomašovičová**

Co-supervisor: **Dr. Veronika Lacková**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: Liquid crystals are anisotropic fluids with long-range orientational order, which combine the fluidity of ordinary liquids with the directional dependence of electric and optical properties of crystalline solids.

Currently, one of the hot topics of the worldwide research is to design nanomaterials that are capable to assemble into functional superstructures in multiple direction. Liquid crystals themselves are prominent example of materials in which the self-organization (self-assembly) appears spontaneously on different scales. Besides the local ordering on the molecular level, they may form micro/macrosopic superstructures via the appearance of topological defects. The research targets the exploration of physical properties of anisotropic composite systems based on liquid crystals doped with magnetic particles and understanding of phenomena related to the self-assembly.

Literatúra / Literature:

1. M. Munna, F. Anwar, R.A. Coutu Jr., Nematic Liquid Crystal Composite Materials for DC and RF Switching, *Technologies* 7 (2019) 32, doi:10.3390/technologies7020032
2. A. Gudimalla et al., Nanoparticle-Stabilized Lattice of Topological Defevts in Liquid Crystals, *International J. Thermophysics* (2020) 41:51, doi.org/10.1007/s10765-020-02631-w
3. Y. Shen, I. Dierking, Perspectives in Liquid-Crystal-Aided Nanotechnology and Nanoscience, *Applied Sciences* 9 (2019) 2512, doi:10.3390/app9122512



Ústav experimentálnej fyziky

Slovenskej akadémie vied

Watsonova 47, 040 01 Košice

Tel.: 055 792 2201, Fax: 055 633 6292, E-mail: sekr@saske.sk



FAKULTA MATERIÁLOV, METALURGIE a RECYKLÁCIE TUKE

Študijný program: Materiály

Garant ÚEF SAV: RNDr. Marián Mihalik, CSc.

Téma: *Syntéza a fyzikálnochemická charakterizácia nanomateriálov na báze oxidov železa pre medicínske aplikácie*

Školiteľ: **Ing. Martina Koneracká, CSc.**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: Cieľom práce bude zvládnuť technológiu prípravy magnetických koloidných suspenzií na báze oxidov železa, funkcionalizovať povrch nanočastíc biologicky aktívnymi látkami s cieľom minimalizovať ich toxicitu a zabezpečiť ich biokompatibilitu a stabilitu v biologických médiách. Ďalej pripravené magnetické nanomateriály charakterizovať z hľadiska rozmerovej distribúcie, morfológie, štruktúry, zloženia a magnetických vlastností použitím rôznych techník. Zároveň sa bude skúmať ich vplyv na kontrast pri zobrazovaní v magnetickej rezonancii (MRI). Taktiež sa bude na pripravených vzorkách merať množstvo vygenerovaného tepla po aplikácii magnetickej hypertermie v závislosti od intenzity a frekvencie striedavého magnetického poľa. Výsledky štúdia môžu byť použité pre cieleňý transport liečiv, na detekciu nádorových buniek, ktorá v kombinácii s hypertermiou a MRI môže predstavovať významný pokrok pri detekcii a liečbe nádorových ochorení.

Title: *Synthesis and physicochemical characterization of nanomaterials based on iron oxides for medical applications*

Supervisor: **Dr. Martina Koneracká**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: The aim of the work will be to manage the technology of preparation of magnetic colloidal suspensions based on iron oxide nanoparticles, to functionalize the surface of nanoparticles with biologically active substances in order to minimize their toxicity and ensure their biocompatibility and stability in biological media. Further, to characterize the prepared magnetic nanomaterials in terms of size distribution, morphology, structure, stability, surface and magnetic properties using various techniques. At the same time, their effect on contrast in magnetic resonance imaging (MRI) will be investigated. The amount of heat generated after the application of magnetic hyperthermia will be also measured on the prepared samples, depending on the intensity and frequency of the alternating magnetic field. The results of the study can be used for targeted drug delivery, for the detection of tumor cells, which in combination with hyperthermia and MRI can represent a significant advance in the detection and treatment of cancer.



Ústav experimentálnej fyziky

Slovenskej akadémie vied

Watsonova 47, 040 01 Košice

Tel.: 055 792 2201, Fax: 055 633 6292, E-mail: sekr@saske.sk



Téma: *Vplyv žiarenia na komplexy proteín : nanočastice*

Školiteľ: **doc. RNDr. Peter Kopčanský, CSc.**

Konzultant: **RNDr. Matúš Molčan, PhD., RNDr. Ing. Katarína Šipošová, PhD.**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: A common feature associated with most of neurodegenerative diseases is the formation of extended, β -sheet rich amyloid fibrils. Today, amyloid-related diseases are incurable and the treatment is only symptomatic without feasibility to stop or substantially delay the progressive consequences of the diseases. Thus, nanoparticles are being explored for their role in diagnosing, preventing, treating or even causing amyloid diseases. Additionally, over the last decades, there was increased interest in the studies of in vitro and in vivo applications of NPs in radiation therapy. The proposed PhD study is aimed at basic research that may provide better understanding of the general effect of radiation, the interplay between proteins, NPs and radiation. Further investigations will help identify the role of radiation in the etiology of neurodegenerative diseases, because they are considered to be late effects of radiation. The proposed studies concentrate on the increase of the sensitivity of soft matter materials to magnetic fields, and the ultimate goal of the proposal is to make a step forward towards potential applications of prepared systems in various biomedical applications for drug delivery and what is more, enhanced destructive effect on amyloid aggregates using radiation. A great effort will be paid on study of the stability of amyloid aggregates when irradiated with external radiation with/without the presence of magnetic nanoparticles as well as on establishment of the protocol of “safe radiation doses”.

Title: *Effect of irradiation on protein-nanoparticle complexes*

Supervisor: **Assoc. Prof. Peter Kopčanský**

Co-supervisor: **Dr. Matúš Molčan, Dr. Katarína Šipošová**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: A common feature associated with most of neurodegenerative diseases is the formation of extended, β -sheet rich amyloid fibrils. Today, amyloid-related diseases are incurable and the treatment is only symptomatic without feasibility to stop or substantially delay the progressive consequences of the diseases. Thus, nanoparticles are being explored for their role in diagnosing, preventing, treating or even causing amyloid diseases. Additionally, over the last decades, there was increased interest in the studies of in vitro and in vivo applications of NPs in radiation therapy. The proposed PhD study is aimed at basic research that may provide better understanding of the general effect of radiation, the interplay between proteins, NPs and radiation. Further investigations will help identify the role of radiation in the etiology of neurodegenerative diseases, because they are considered to be late effects of radiation. The proposed studies concentrate on the increase of the sensitivity of soft matter materials to magnetic fields, and the ultimate goal of the proposal is to make a step forward towards potential applications of prepared systems in various biomedical applications for drug delivery and what is more, enhanced destructive effect on amyloid aggregates using radiation. A great effort will be paid on study of the stability of amyloid aggregates when irradiated with external radiation with/without the presence of magnetic nanoparticles as well as on establishment of the protocol of “safe radiation doses”.



Ústav experimentálnej fyziky

Slovenskej akadémie vied

Watsonova 47, 040 01 Košice

Tel.: 055 792 2201, Fax: 055 633 6292, E-mail: sekr@saske.sk



Téma: *Vplyv obsahu kyslíka na funkcionálnosť $RMnO_3$ materiálov s perovskitovou štruktúrou*

Školiteľ: **RNDr. Marián Mihalik, CSc.**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: Energetická náročnosť dnešnej modernej spoločnosti sa zvyšuje z niekoľkých dôvodov, akými sú napr. rast životnej úrovne a populácie. Tento dopyt je čiastočne uspokojený používaním fosílnych palív, ktoré generujú CO_2 . Možnou alternatívou sú ekologicky vhodnejšie paliva akým je vodík. Výsledkom spaľovania vodíka je iba čistá energia a voda. Skladovanie vodíka významne ovplyvňuje použitie tohto paliva. Okrem skladovania v tuhom stave, kvapalnom a vo forme hydridov patria klasické $RMnO_3$ materiály s perovskitovou štruktúrou k jednej zo známych alternatív. V práci „Mihalik jr. M., Csach K., Kavečanský K., Mihalik M.: Cooperative Jahn-Teller effect in $NdMn_{1-x}Fe_xO_{3+\delta}$ ($0 \leq x \leq 0.2$), *Journal of Alloys and Compounds*, 857 (2021) 157612“ sme ukázali možnosť vytvorenia vakancií v kyslíkových kryštálových polohách. Témou doktorandského štúdia je zistiť do akej miery je takto vytvorená defektná štruktúra vhodná na uskladnenie vodíka a zároveň do akej miery obsah kyslíka ovplyvňuje funkcionálnosť týchto materiálov z pohľadu magnetických a elektrických vlastností. Úspešné absolvovanie doktorandského štúdia predpokladá zvládnutie prípravy vhodných materiálov vo forme nanopráškov, keramik a kryštálov ako aj ich charakterizáciu z pohľadu štruktúry, magnetických a elektrických vlastností.

Title: *Influence of oxygen content on the functionality of $RMnO_3$ materials with perovskite structure*

Supervisor: **Dr. Marián Mihalik**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: The energy intensity of today's modern society is increasing for several reasons, which are e.g. growth of living standards and population. This demand is partly met by the use of fossil fuels that generate CO_2 . A possible alternative is more environmentally friendly fuels as hydrogen. Together burning hydrogen is only pure energy and water. Hydrogen storage significantly affects the use of this fuel. In addition to storage in solid state, liquid and in the form of hydrides, classical $RMnO_3$ materials with a perovskite structure belong to one of the known alternatives. In the work “Mihalik Jr. M., Csach K., Kavečanský K., Mihalik M.: Cooperative Jahn-Teller effect in $NdMn_{1-x}Fe_xO_{3+\delta}$ ($0 \leq x \leq 0.2$), *Journal of Alloys and Compounds*, 857 (2021) 157612 „we followed the possibility of creating vacancies in oxygen crystal positions. The topic of the doctoral study is determined to what extent the defective structure created in this way is suitable for hydrogen storage and at the same time to what extent the oxygen content affects the functionality of these materials in terms of magnetic and electrical properties. Successful completion of doctoral studies requires mastering the preparation of some materials in the form of nanopowders, ceramics and crystals, as well as their characterization in terms of structures, magnetic and electrical properties.



Ústav experimentálnej fyziky

Slovenskej akadémie vied

Watsonova 47, 040 01 Košice

Tel.: 055 792 2201, Fax: 055 633 6292, E-mail: sekr@saske.sk



Téma: **Fázové diagramy substitučných systémov $RA_{1-x}Ti_xO_3$ ($R =$ vzácnozeminný kov; $A = Mn, Fe$)**

Školiteľ: **RNDr. Matúš Mihalik, PhD.**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: Oxidy tranzitívnych kovov sú intenzívne študované a to z dôvodu vysokého aplikačného potenciálu ako katódy pre palivové články, senzory pre detekciu rôznych plynov (CO_2 , metanol, etanol ...) a v neposlednom rade ako komponenty zo silnou magneto-elektrickou väzbou pre elektroniku. Školiace pracovisko sa danej tematike venuje dlhodobo a to hlavne zlúčeninám typu $RMn_{1-x}Fe_xO_3$ ($R =$ vzácnozeminný kov). Predbežné výsledky ukazujú, že $RA_{1-x}Ti_xO_3$ ($A = Mn, Fe$) systémy môžu takisto vykazovať veľmi zaujímavé vlastnosti, ktoré by mohli mať aplikačné využitie. Cieľom doktorandského štúdia bude syntetizovanie nových materiálov s chemickým zložením $RMn_{1-x}Ti_xO_3$, štúdium ich vlastností s dôrazom magnetizmus, magneto-elektrickú väzbu a optimalizáciu týchto materiálov pre praktické využitie. Študent bude prevedený cez prípravu a charakterizáciu vzoriek, experimenty, analýzu dát a prezentáciu dosiahnutých výsledkov. Toto zaistí, že človek, ktorý ukončí toto štúdium bude mať široký rozhľad na poli experimentálnej fyziky a bude schopný pokračovať vo svojej kariére v základnom, alebo aplikovanom výskume.

Title: ***Phase diagrams of $RA_{1-x}Ti_xO_3$ ($R =$ rare earth metal, $A = Mn, Fe$) substitutional systems***

Supervisor: **Dr. Matúš Mihalik**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: Transitive metal oxide compounds are intensively studied due to their high application potential as a cathodes for solid fuel cells, sensors for gas detection (CO_2 , methanol, ethanol) and last, but not least as a components with strong magnetoelectric coupling for applications in electronics. Our group works on this field for long time and focuses mostly on $RMn_{1-x}Fe_xO_3$ ($R =$ rare earth metal) type of compounds. Preliminary results show that also $RA_{1-x}Ti_xO_3$ ($A = Mn, Fe$) systems may exhibit very interesting properties with high application potential. Aim of the PhD study will be the synthesis of new materials with chemical composition $RA_{1-x}Ti_xO_3$, study of their physical properties with emphasis on the magnetism, magnetoelectric coupling and optimization of materials for applications. Student will go through preparation and characterization of samples, experiments, data analysis and presentation of obtained results. This assure that person who pass this study will have broad experiences on the field of experimental physics and will be able to continue his/her career on the field of basic, as well as applied research.



Ústav experimentálnej fyziky
Slovenskej akadémie vied

Watsonova 47, 040 01 Košice
Tel.: 055 792 2201, Fax: 055 633 6292, E-mail: sekr@saske.sk



Téma: **Multiferroické magnetické oxidy pre bioaplikácie**

Školiteľ: **RNDr. Mária Zentková, CSc.**

Forma štúdia: *denná - SAV*

Anotácia: Niektoré multiferroické materiály sa vyznačujú súčasnou existenciou feroelektricity a feromagnetizmu. Len málo doteraz známych jednofázových materiálov však takúto synergiu vlastností reálne prejavuje. Ako schodnejšou sa preto javí cesta prípravy dvojzložkových kompozitov, ktoré obsahujú dve fázy feroelektrickú a feromagnetickú. Vzájomná premena magnetickej na elektrickú energiu je zabezpečovaná piezoelektrickými vlastnosťami feroelektrickej fázy a magnetostrikčnými vlastnosťami feromagnetической fázy. Hlavnou úlohou tejto témy je zvládnutie technológie prípravy multiferroického kompozitu ktorý pozostáva z piezoelektrického perovskitu ABO_3 a ferritu metódou hydrotermálnej syntézy a následným obalením magnetického jadra druhou zložkou. V tomto procese sa vytvorí multiferroický nanokompozit pre konkrétnu aplikáciu. Pripravený nanokompozit bude charakterizovaný metódami štruktúrnej analýzy, elektrónovou mikroskopiou a magnetickými vlastnosťami.

Title: **Multiferroic magnetic oxides for bioapplications**

Supervisor: **Dr. Mária Zentková**

Form of study: *Internal - Slovak Academy of Sciences*

Annotation: Selected multiferroic materials display mutual coexistence of ferroelectricity and ferromagnetism. However, only a few single phase materials were found to show such synergy. More frequent case is preparation of two phase composite when one phase is magnetic while the other ferroelectric. In this case the transfer from magnetic to electric energy is ensured by piezoelectric properties of ferroelectric phase and magnetostriction properties of ferromagnetic phase. The main task will be preparation of multiferroic composite, where the magnetic ferrite core will be prepared by hydrothermal method and consequently covered by piezoelectric perovskite ABO_3 .

Prepared nanocomposite will be characterized by X-ray diffraction, electron microscopy and magnetic measurements.