

Študijný program / *Study programme:*

Kvantová elektronika a optika / *Quantum Electronics and Optics*

Témy dizertačných prác

1. Biokonjugáčné stratégie pre inovatívne 2D materiály vhodné pre fototermálnu terapiu.....	2
2. In-operando diagnostika Li batérií pomocou optických metód.....	4
3. Korelácia priamych a reciprokových metód mapovania tenkých vrstiev vhodných pre optoelektroniku.....	5
4. Nové ohybné RTG detektory na báze perovskitových kvantových bodov.....	6
5. Pokročilé AFM a CLSM metódy pre biomedické aplikácie.....	7
6. Štúdium rastu atomárne tenkých vrstiev pomocou in-situ RTG rozptylu.....	9

Dissertation Thesis Descriptions

1. Advanced AFM a CLSM investigations for biomedical applications.....	7
2. Bioconjugation study of emerging 2D photothermal nanomaterials.....	2
3. Correlation between direct and reciprocal space mapping of thin films for optoelectronics.....	5
4. In-operando diagnostics of Li batteries using optical methods.....	4
5. Novel flexible X-ray detector based on perovskite quantum dots.....	6
6. Study of Few-Layer Thin Film Growth by In-Situ X-ray Scattering.....	9

Študijný program / *Study programme:*

Kvantová elektronika a optika / *Quantum Electronics and Optics*

Názov / *Title*

Biokonjugačné stratégie pre inovatívne 2D materiály vhodné pre fototermálnu terapiu.
Bioconjugation study of emerging 2D photothermal nanomaterials.

Jazyk záverečnej práce / *Language of Thesis*

slovenský / *Slovak*

Školiteľ / *Tutor*

Dr. rer. nat. Peter Šiffalovič, PhD.

Anotácia / *Annotation*

Téma bude zameraná na biokonjugáciu 2D materiálov a ich aplikáciu pri fototermálnej liečbe rakoviny. Nedávno sme demonštrovali, že vhodne biokonjugované 2D materiály môžu mať zvýšenú selektivitu voči rakovinovým bunkám, čo je všeobecne dôležitý krok k prekonaniu ťažkostí v súčasnosti používanej liečbe rakoviny. Fototermálna terapia vyvolaná ožarovaním biokonjugovaných 2D materiálov môže ponúknuť prielomové riešenie ku v súčasnosti dostupným terapiám. Práca bude obsahovať - podrobnú charakterizáciu buniek a tkanív pomocou konfokálnej Ramanovej mikrospektroskopie, príspevok k príprave nanomateriálov vykazujúcich fototermálne vlastnosti, výskum a návrh biokonjugácie 2D fototermálnych nanomateriálov (MoOx, MXene), štúdie in vitro a ex ovo s biokonjugovanými nanomateriálmi, lokalizačné štúdie pomocou konfokálnej Ramanovej mikrospektroskopie a doplnkových techník (prietoková cytometria, konfokálna laserová skenovacia mikroskopia) a optimalizácia podmienok merania pre rôzne bunkové línie.. Práca bude realizovaná na Fyzikálnom ústavu a Virologickom ústave SAV. Bližšie informácie na peter.siffalovic@savba.sk, tel. č.: 0949556037.

The topic will be focused on the bioconjugation of 2D materials and their application in photothermal cancer treatment. We have recently demonstrated that suitably bioconjugated 2D materials can have increased selectivity towards cancer cells, which is generally an important step to overcome the difficulties of currently in use cancer treatments. Photothermal therapy triggered by irradiation of bioconjugated 2D materials can offer a breakthrough solution in the currently available therapies. The work will encompass – detailed characterization of cells and tissues via confocal Raman microspectroscopy, contribution to the preparation of nanostructures exhibiting photothermal properties, research and design of the bioconjugation of 2D photothermal nanomaterials (MoOx, MXene), in vitro and ex ovo studies with bioconjugated nanostructures, localization studies via confocal Raman microspectroscopy and complementary techniques (flow cytometry, confocal laser scanning microscopy) and optimization of the measurement conditions for different cell lines. The work will be realized at the Institute of Physics and Virology Institute SAS. For detailed information, please write an email to: peter.siffalovic@savba.sk or call +421949556037.

Cieľ / *Aim*

Príprava, biokonjugácia a optimalizácia 2D materiálov pre účely cieľenej fototermálnej terapie rakoviny.

Preparation, bioconjugation and optimization of 2D materials for targeted photothermal cancer therapy.

Literatúra / *Literature*

1. Liu, S et al., Two#Dimensional Nanomaterials for Photothermal Therapy, in *Angewandte Chemie* 132, 5943-5953 (2020) 2. G. Song et al., Hydrophilic Molybdenum Oxide Nanomaterials with Controlled Morphology and Strong Plasmonic Absorption for Photothermal Ablation of Cancer

Cells, in *ACS Appl. Mater. Interfaces* 6, 3915–3922 (2014) 3. Kálosi, A. et al., A bioconjugated MoS₂ based nanoplatform with increased binding efficiency to cancer cells, in *Biomater. Sci.* 8, 1973–1980 (2020)

1. Liu, S et al., *Two#Dimensional Nanomaterials for Photothermal Therapy*, in *Angewandte Chemie* 132, 5943-5953 (2020) 2. G. Song et al., *Hydrophilic Molybdenum Oxide Nanomaterials with Controlled Morphology and Strong Plasmonic Absorption for Photothermal Ablation of Cancer Cells*, in *ACS Appl. Mater. Interfaces* 6, 3915–3922 (2014) 3. Kálosi, A. et al., *A bioconjugated MoS₂ based nanoplatform with increased binding efficiency to cancer cells*, in *Biomater. Sci.* 8, 1973–1980 (2020)

Študijný program / *Study programme:*

Kvantová elektronika a optika / *Quantum Electronics and Optics*

Názov / *Title*

In-operando diagnostika Li batérií pomocou optických metód

In-operando diagnostics of Li batteries using optical methods

Jazyk záverečnej práce / *Language of Thesis*

slovenský / *Slovak*

Školiteľ / *Tutor*

Ing. Matej Jergel, DrSc.

Anotácia / *Annotation*

Cieľom práce bude in-operando monitorovanie nabíjajúcich/vybíjajúcich cyklov Li batérií pomocou RTG rozptylu a Ramanovej spektroskopie. Testy budú prebiehať na inovatívnych Li-S batériách, ktoré svojou kapacitou predstavujú súčasnú špičku. Rozptylom RTG žiarenia budeme vo veľkouglovej oblasti sledovať fázové zmeny a v malouglovej oblasti zmeny veľkosti častíc pri interkalácii Li iónov. Ďalšou korelatívnou metódou bude Ramanova spektroskopia v oblasti 30 – 3600 cm⁻¹, ktorou budeme sledovať fázové zmeny. Komplementárne k RTG rozptylu budeme nabíjacie/vybíjacie cykly monitorovať cyklickou voltametrou. Práca bude realizovaná na Fyzikálnom ústavu SAV. Bližšie informácie na peter.siffalovic@savba.sk, tel. č.: 0949556037.

We will employ in-operando X-ray scattering and Raman spectroscopy studies to follow charging/discharging processes in Li-based batteries. We will focus on Li-S batteries due to their highest available capacity. We will track the phase and particle size changes during Li-ion intercalation utilizing wide- and small-angle X-ray scattering, respectively. Furthermore, we will use Raman spectroscopy in the range between 30 – 3600 cm⁻¹ to follow the phase changes. Complementary to X-ray scattering, we will use cyclic voltammetry to track the charging/discharging processes. The work will be realized at the Institute of Physics, SAS. For detailed information, please write an email to: peter.siffalovic@savba.sk or call +421949556037.

Cieľ / *Aim*

Štúdium nabíjajúcich/vybíjajúcich cyklov Li batérií pomocou rozptylu RTG žiarenia a Ramanovej spektroskopie

Study of charging/discharging cycles of Li-based batteries utilizing X-ray scattering and Raman spectroscopy

Literatúra / *Literature*

J. Nelson, et al., *J. Am. Chem. Soc.* 2012, 134, 14, 6337-6343

J. Nelson, et al., J. Am. Chem. Soc. 2012, 134, 14, 6337-6343

Študijný program / *Study programme:*

Kvantová elektronika a optika / *Quantum Electronics and Optics*

Názov / *Title*

Korelácia priamych a recipročných metód mapovania tenkých vrstiev vhodných pre optoelektroniku
Correlation between direct and reciprocal space mapping of thin films for optoelectronics

Jazyk záverečnej práce / *Language of Thesis*

slovenský / *Slovak*

Školiteľ / *Tutor*

RNDr. Naďa Mrkývková, PhD.

Anotácia / *Annotation*

Tenké vrstvy majú kvantové obmedzenie kvôli zníženej rozmerosti, ktorá môže v porovnaní s ich objemovými náprotivkami významne meniť optoelektronické vlastnosti. Tieto materiály vykazujú veľký potenciál a ponúkajú nové možnosti v optoelektronických aplikáciách v porovnaní s objemovými materiálmi. Náplňou tejto dizertačnej práce je štúdium tenkých vrstiev a iných nízkodimenzionálnych systémov vhodných pre účely optoelektroniky. Pre výzkum budú použité jednak priame optické metódy - napr. skenovacia optická mikroskopia blízkeho poľa (near-field scanning optical microscopy), ako aj nepriame rozptylové metódy využívajúce recipročný priestor. Práca bude realizovaná na Fyzikálnom ústavu SAV. Bližšie informácie na nada.mrkvykova@savba.sk, tel. č.: 0903 41 00 91.

The thin films possess quantum confinement due to the reduced dimensionality, which can significantly change the electronic and optical properties compared to their bulk counterparts. These materials offer great potential and opportunity for optoelectronic devices beyond traditional bulk materials. The aim of this thesis is to study thin films and other low-dimensional systems that are suitable for optoelectronic applications. For this purpose, direct optical methods such as near-field scanning optical microscopy (nanoFTIR) and indirect scattering methods (X-ray diffraction) will be used. The work will be realized at the Institute of Physics, SAS. For detailed information, please email to: nada.mrkvykova@savba.sk or call +421 903 41 00 91.

Cieľ / *Aim*

Štúdium tenkých filmov vhodných pre účely optoelektroniky pomocou rôznych priamych a nepriamych optických metód

Study of thin films suitable for optoelectronics employing different direct and indirect optical techniques

Literatúra / *Literature*

1. H. Lüth. *Solid Surfaces, Interfaces and Thin Films*, Springer, 2015, ISBN 978-3-319-10756-1. 2. A. Zayats, D. Richards (ed.) *Nano-Optics and Near-Field Optical Microscopy*, Artech House, 2009, ISBN-13: 978-1-59693-283-8.

1. H. Lüth. Solid Surfaces, Interfaces and Thin Films, Springer, 2015, ISBN 978-3-319-10756-1. 2. A. Zayats, D. Richards (ed.) Nano-Optics and Near-Field Optical Microscopy, Artech House, 2009, ISBN-13: 978-1-59693-283-8.

Študijný program / Study programme:Kvantová elektronika a optika / *Quantum Electronics and Optics*

Názov / TitleNové ohybné RTG detektory na báze perovskitových kvantových bodov
*Novel flexible X-ray detector based on perovskite quantum dots***Jazyk záverečnej práce / Language of Thesis**slovenský / *Slovak***Školiteľ / Tutor**

RNDr. Naďa Mrkývková, PhD.

Anotácia / Annotation

Súčasná technológia detekcie röntgenových lúčov používaná v plochých detektoroch sú prevažne založené na neohybných a drahých detektoroch na báze kremíka. Nedávny pokrok v oblasti nízko-dimenzionálnych perovskitových materiálov (vrátane perovskitových kvantových bodov) však umožnil vývoj ohybných, ultra tenkých detektorov s vysokým absorpčným koeficientom. Táto práca sa zameriava na prípravu a charakterizáciu tenkých perovskitových vrstiev (pozostávajúcich z kvantových bodov) vložených medzi dve transportné vrstvy náboja. Perovskitová vrstva slúži na efektívny záchyt fotónov, pričom sa vytvorí dvojica electron-diera, ktorá je následne oddelená do jednotlivých transportných vrstiev. Práca bude realizovaná na Fyzikálnom ústave SAV kde je k dispozícii všetko potrebné experimentálne vybavenie. Bližšie informácie na nada.mrkyvkova@savba.sk, tel. č.: 0903 41 00 91.

The current X-rays detection technologies used in flat-panel detectors are mostly based on non-flexible and expensive silicon-based detectors. However, recent progress in low-dimensional perovskite materials (including perovskite quantum dots) enables the development of flexible, ultra-thin detectors with high absorption efficiency. This work will concentrate on the preparation and characterization of thin perovskite films (made of quantum dots) sandwiched between the electron and hole transporting layers. The perovskite layer effectively absorbs a photon, inducing a hole-electron pair, which will be in turn separated in the transporting layers. The work will be realized at the Institute of Physics, SAS, which poses all the necessary experimental equipment. For detailed information, please email to: nada.mrkyvkova@savba.sk or call +421 903 41 00 91.

Cieľ / AimŠtúdium a charakterizácia tenkých vrstiev tvorených perovskitovými kvantovými bodmi
Study and characterization of thin films of perovskite quantum dots

Študijný program / *Study programme:*

Kvantová elektronika a optika / *Quantum Electronics and Optics*

Názov / *Title*

Pokročilé AFM a CLSM metódy pre biomedické aplikácie.

Advanced AFM a CLSM investigations for biomedical applications.

Jazyk záverečnej práce / *Language of Thesis*

slovenský / *Slovak*

Školiteľ / *Tutor*

RNDr. Eva Majková, DrSc.

Anotácia / *Annotation*

Téma bude zameraná na aplikácie 2D materiálov pre pokročilé biomedicínske systémy. Nedávno sme demonštrovali, že cielene biokonjugované 2D materiály môžu mať zvýšenú selektivitu voči rakovinovým bunkám, čo je všeobecne dôležitý krok k prekonaniu ťažkostí v súčasnosti používanej liečbe rakoviny. Výskum bude zameraný na optimalizáciu selektivity 2D materiálov voči rakovinovým bunkám. Experimentálna práca bude zameraná na charakterizáciu biokonjugovaných 2D materiálov pomocou konfokálnej laserovej skenovacej mikroskopie (CLSM) kombinovanej s pokročilou atómovou silou mikroskopiou (AFM) v kvapalnom prostredí. Práca bude obsahovať - podrobnú charakterizáciu buniek pomocou AFM a CLSM, výskum a návrh funkcionalizácie hrotov AFM pre uviazanie rôznych biomolekúl, AFM charakterizáciu biomolekúl s jednou molekulou pomocou silovej spektroskopie smerom k bunkovým membránam. Práca bude realizovaná na Fyzikálnom ústavu a Virologickom ústave SAV. Bližšie informácie na peter.siffalovic@savba.sk, tel. č.: 0949556037.

The topic will be focused on the applications of 2D materials for advanced biomedical systems. We have recently demonstrated that suitably bioconjugated 2D materials can have increased selectivity towards cancer cells, which is generally an important step to overcome the difficulties of currently in use cancer treatments. The research will be focused on the optimization of such high selectivity towards cancers cells. The experimental work will focus on the characterization of bioconjugation of 2D materials by confocal laser scanning microscopy (CLSM) combined with advanced atomic force microscopy (AFM) in a liquid environment. The work will encompass - detailed characterization of cells via AFM and CLSM, research and design of the functionalization of AFM tips for tethering different biomolecules, AFM single-molecule force spectroscopy characterization of biomolecules towards cell membranes. The work will be realized at the Institute of Physics and Virology Institute SAS. For detailed information, please write an email to: peter.siffalovic@savba.sk or call +421949556037.

Cieľ / *Aim*

Optimalizácia a sledovanie biokonjugátov 2D materiálov pomocou pokročilých CLSM a AFM.
Optimization and tracking of bioconjugated 2D materials utilizing advanced CLSM and AFM techniques.

Literatúra / *Literature*

1. Lamprecht, C. et al., Biomedical Sensing with the Atomic Force Microscope, in Bhushan B. (eds) Nanotribology and Nanomechanics. 135–173 (Springer, 2017) 2. Kálosi, A. et al., A bioconjugated MoS₂ based nanoplatform with increased binding efficiency to cancer cells, in Biomater. Sci. 8, 1973–1980 (2020)
1. Lamprecht, C. et al., Biomedical Sensing with the Atomic Force Microscope, in Bhushan B. (eds) Nanotribology and Nanomechanics. 135–173 (Springer, 2017) 2. Kálosi, A. et al., A bioconjugated

MoS2 based nanoplatform with increased binding efficiency to cancer cells, in Biomater. Sci. 8, 1973–1980 (2020)

Študijný program / Study programme:

Kvantová elektronika a optika / *Quantum Electronics and Optics*

Názov / Title

Štúdium rastu atomárne tenkých vrstiev pomocou in-situ RTG rozptylu.
Study of Few-Layer Thin Film Growth by In-Situ X-ray Scattering.

Jazyk záverečnej práce / Language of Thesis

slovenský / *Slovak*

Školiteľ / Tutor

Ing. Matej Jergel, DrSc.

Anotácia / Annotation

Práca bude zameraná na štúdium rastu atomárne tenkých anorganických vrstiev ako sú MoS₂, PtSe₂ a iných. Na štúdium bude využívané zariadenie na meranie veľkouglového RTG rozptylu v reálnom čase priamo v CVD komore. Komplementárne meraniu budú realizované na synchrotrone ESRF (Grenoble, Francúzsko) a DESY (Hamburg, Nemecko). Významným prínosom práce bude rozpracovanie kinetiky jednotlivých rastových fáz tenkých filmov. Práca bude realizovaná na Fyzikálnom ústavu SAV. Bližšie informácie na peter.siffalovic@savba.sk, tel. č.: 0949556037.
The work will be focused on the kinetics of few-layer thin-film growth, including MoS₂, PtSe₂ and similar. To elucidate the kinetics of thin-film growth, in-situ grazing-incidence wide-angle X-ray scattering (GIWAXS) setup adapted to a CVD chamber will be used in a laboratory. Complementary GIWAXS experiments will be conducted at synchrotrons in Grenoble (ESRF) and Hamburg (DESY). The work will be realized at the Institute of Physics, SAS. For detailed information, please write an email to: peter.siffalovic@savba.sk or call +421949556037.

Cieľ / Aim

Výskum rastu tenkých vrstiev priamo v CVD reaktore pomocou RTG rozptylu v reálnom čase.
Research of few-layer thin-film growth in a CVD reactor utilizing X-ray scattering in real-time.

Literatúra / Literature

M. Sojkova, et al., RSC Advances 2019, 9, 29645 - 29651
M. Sojkova, et al., RSC Advances 2019, 9, 29645 - 29651