

---

**EXPERIMENTÁLNE ŠTÚDIUM MAGNETICKÝCH VLASTNOSTÍ  
NÍZKOROZMERNÝCH SYSTÉMOV SO SPINOM  $\frac{1}{2}$**

**Illia Kozin**

*Školiteľ: RNDr. Róbert Tarasenko, PhD.*

*Ústav fyzikálnych vied Prírodovedeckej fakulty Univerzity P. J. Šafarika, Park Angelinum 9, 041 54  
Košice, Slovenská republika*

Táto práca je venovaná experimentálnemu štúdiu kvázi dvojrozmerného kvantového antiferomagnetu  $[\text{H}_3\text{N-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_3][\text{Cu}(\text{C}_6\text{H}_2(\text{COO})_4)] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  pomocou meraní magnetizácie, susceptibility a tepelnej kapacity v rozsahu teplôt od 0.38 až 300 K v magnetických poliach do 9 T na komerčných zariadeniach PPMS a MPMS. Analýza experimentálnych dát magnetickej susceptibility a tepelnej kapacity naznačuje, že študovaný systém je možné charakterizovať pomocou Heisenbergovho modelu na štvorcovej mriežke s hodnotou antiferomagnetickej výmennej interakcie  $J/k_B = 1.38$  K s príslušnou hodnotou  $g$ - faktora  $g = 2.01$ . Na druhej strane experimentálne štúdium magnetizácie, susceptibility a tepelnej kapacity jednoznačne poukázali na prítomnosť magnetického fázového prechodu do magneticky usporiadaného stavu pri teplote  $T_N = 1.20$  K. Hodnota výmennej interakcie bola stanovená pomocou kvantových Monte Carlo výpočtov. Zároveň bola vypočítaná hodnota saturačného magnetického poľa pre Heisenbergov model na štvorcovej mriežke s hodnotou antiferomagnetickej výmennej interakcie  $J/k_B = 1.38$  K, ktorá je v excelentnej zhode s experimentálnou hodnotou z polovej závislosti magnetizácie pri teplote 0.5 K.

## ARDUINO MICROCONTROLLER-BASED COLD JUNCTION COMPENSATION FOR THERMOCOUPLES

Mariia Paroviak

Školiteľ: doc. RNDr. Ján Füzér, PhD.

Katedra fyziky kondenzovaných látok, ÚFV Prírodovedeckej fakulty UPJŠ, 041 54 Košice

Soft magnetic composites are an increasingly attractive material for various technological applications due to having reduced energy losses at high frequencies, compared to traditional soft magnetic materials [1]. To establish the optimal ferrite volume in a composite, a range of testing is required, including under different thermal conditions [2]. The accompanying temperature measurements can be achieved with a thermocouple. However, to correct the aberration arising from the temperature of the environment, an additional process is needed, called cold junction compensation [3]. The aim of this project was to develop a device to perform it automatically while satisfying a number of research-specific conditions, such as mobility and cost-effectiveness. The main components of the resulting appliance are an Arduino board, a DS18B20 digital thermometer and a LabVIEW virtual instrument, Fig.1. The last element, showcased below, allows to monitor the experiment in real time and stores both raw and adjusted data.

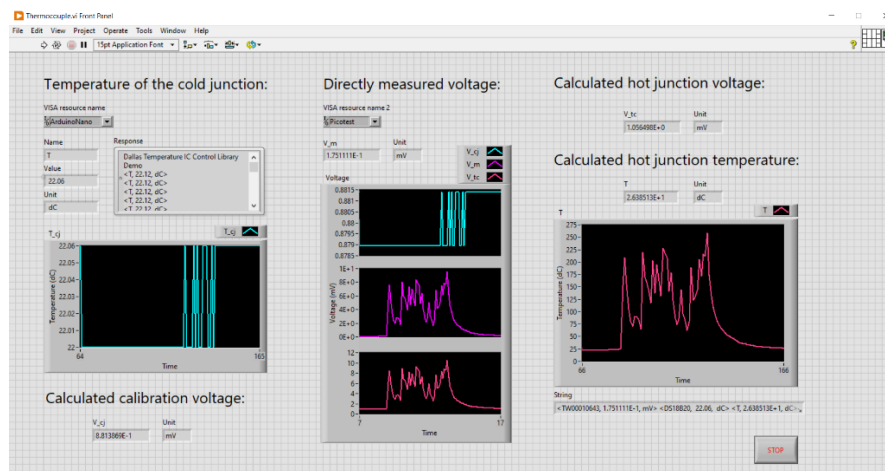


Fig. 1. The interface of the created appliance during an active measurement.

### Literatúra:

1. E. A. Périgo, B. Weidenfeller, P. Kollár, and J. Füzér: Past, present, and future of soft magnetic composites. *Applied Physics Reviews* 5, 031301 (2018)
2. S. Vovk, S. Dobák, J. Füzér, P. Kollár, R. Bureš, and M. Fáberová: Loss separation and thermal studies of Fe/SiO<sub>2</sub>/ferrite soft magnetic composites. *Journal of Alloys and Compounds* 945 (2023) 169254
3. Mosaic Industries, Inc.: Type K Thermocouple Calibration. *Mosaic Documentation Web* (2013), <http://www.mosaic-industries.com/embedded-systems/microcontroller-projects/temperature-measurement/thermocouple/type-k-calibration-table>

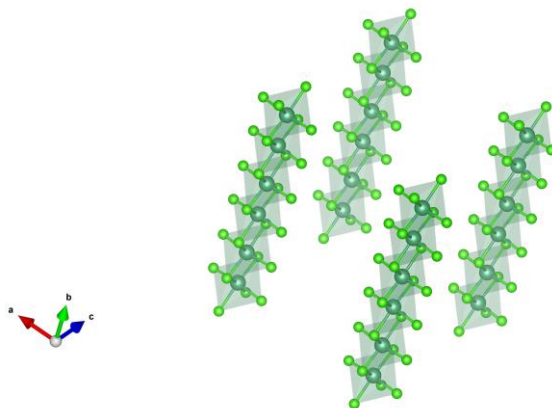
ELEKTRÓNOVÉ VLASTNOSTI KVÁZI JEDNOROZMERNEJ RETIAZKY  $\text{NbCl}_4$  Z PRVÝCH PRINCÍPOV.

Martin Lukáč

Školiteľ: RNDr. Martin Gmitra, PhD.

Adresa: Katedra teoretickej fyziky a astrofyziky, Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Park Angelinum 9, 040 01 Košice

Cieľom tejto práce je preskúmať elektrónovú štruktúru kvázi jednorozmerných Van der Waalsových materiálov na báze  $\text{NbCl}_4$ , ktoré sú kandidátmi na využitie v molekulárnej elektronike a fotovoltaických aplikáciách, pomocou metódy prvých princípov. Využitím tejto metódy boli nájdené stabilné fázové štruktúry a stanovená elektrónová štruktúra monokryštálových  $\text{NbCl}_4$  vlákien, menovite ich pásová štruktúra, hustota stavov a projekcie hustoty stavov na jednotlivé orbitály. Vodivostné pásy blízko Fermiho hladiny boli ďalej aproximované metódou tesnej väzby zahrnutím interakcií medzi najbližšími atómami. Táto aproximácia bola následne vylepšená o prekryvové integrály za účelom presnejšieho opisu asymetrie medzi viazanými a neviazanými stavmi. Následne sme študovali viacero štruktúrálnej fázy, ktoré sme získali relaxáciou pri rôznych veľkostiach elementárnej bunky. Zistili sme, že jednotlivé fázy majú odlišné elektronické vlastnosti a že súvisia s periodickou poruchou štruktúry a existenciou nábojových vln v kvázi jednorozmerných materiáloch. Ďalej boli skúmané energetické rozdiely medzi týmito fázami na lepšie pochopenie správania sa skúmaných kvázi 1D materiálov v reálnych aplikáciách.



Obr. 1. Kryštálová štruktúra  $\text{NbCl}_4$ .

**Kľúčové slová:**

teória elektrónovej hustoty DFT, nanotechnológie, ab-initio numerické výpočty

**Literatúra:**

1. A.A. Balandin et al., One-Dimensional van der Waals Quantum Materials – State of the Art and Perspectives (2022)

**DISTRIBÚCIA BIPARTITNÉHO KVANTOVÉHO PREVIAZANIA  
RÁMCI HEISENBERGOVEJ HVIEZDY SO SPINOM  $\frac{1}{2}$   
MAGNETICKOM POLI**

**V  
VO VONKAJŠOM**

**Matej Popel'aš**

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

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

V tejto práci sme sa venovali priestorovej distribúcii bipartitného kvantového previazania v rámci Heisenbergovej spinovej hviezdy, zloženej z jedného centrálného a troch periférnych spinov, za prítomnosti vonkajšieho magnetického poľa kvantifikovanej prostredníctvom miery kvantového previazania – concurrence. Okrem klasického plne polarizovaného základného stavu vznikajúceho pri pomerne vysokých magnetických poliach vykazuje Heisenbergova spinová hviezda pri nižších magnetických poliach ďalšie tri základné stavy. Prvý kvantový základný stav vykazuje bipartitné previazanie vo všetkých faktorizáciách hviezdy na ľubovoľnú dvojicu spinov, pričom bipartitné previazanie medzi periférnymi spinmi dominuje nad kvantovým previazaním medzi centrálnym a periférnym spinom. V rámci druhého kvantového základného stavu absentuje bipartitné previazanie v spinovej hviezde, čo môže byť znakom tripartitného alebo tetrapartitného kvantového previazania. V treťom kvantovom základnom stave podliehajú kvantovému previazaniu dvojice periférnych spinov, zatiaľ čo centrálny spin hviezdy je separovateľný od zvyšku spinovej hviezdy.

## UHLOVÉHO ROZLIŠENIE INŠTRUMENTU P21.2 V PRÍPADE 2D DIFRAKČNÉHO EXPERIMENTU

Peter Dubecký

Školiteľ: RNDr. Jozef Bednarčík, PhD.

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

Uhlové rozlíšenie v prípade uhlovo disperznej röntgenovej (RTG) difrakcie v transmisnej geometrii je výrazne ovplyvnené parametrami akými sú veľkosť (prierez) a divergencia fotónového lúča, stupeň jeho monochromaticity, rozmery a samotná geometria vzorky a usporiadania experimentu. V tejto práci je pozornosť venovaná charakterizácii uhlového rozlíšenia inštrumentu P21.2 na zdroji synchrotrónového žiarenia PETRA III v DESY Hamburg (DE). Charakterizácia uhlového rozlíšenia bola vykonaná pre experimentálnu zostavu odpovedajúcu RTG difrakcii v transmisnej geometrii s použitím dvojdimenzionálneho (2D) detektora VAREX XRD4343CT. V prvej časti práce bola analyzovaná séria 2D difrakčných záznamov, ktoré boli získané na kalibračnej vzorke LaB<sub>6</sub>, pričom vzdialenosť medzi referenčnou vzorkou a 2D detektorom sa systematicky menila v intervale od 300 do 1800 mm. Energia fotónového zväzku bola 81.8 keV, jeho veľkosť bola 1×1 mm<sup>2</sup>, hrúbka vzorky bola 1 mm. Z nameraných dát bol fitovaním určený vzťah medzi uhlovou šírkou difrakčných maxim referenčnej vzorky LaB<sub>6</sub> v závislosti od difrakčného uhla 2θ a vzdialenosťou medzi vzorkou a 2D detektorom. V druhej časti práce bola pozornosť venovaná teoretickému modelovaniu experimentálne nameraných dát. Bol navrhnutý jednoduchý model pre jednobodovú interakciu popisujúcu rozptyl difraktovaného fotónu z pohľadu kinematickej teórie difrakcie. Na základe numerickej simulácie modelu pomocou metódy Monte Carlo boli vypočítané teoretické priebehy uhlového rozlíšenia v závislosti od použitých parametrov difrakčného experimentu. Získané výsledky indikujú kvalitatívnu zhodu s experimentálnymi dátami, čo nepriamo potvrdzuje správnosť zvoleného modelu a zároveň poskytuje efektívny spôsob ako charakterizovať uhlové rozlíšenie inštrumentu P21.2.

---

**OZOROVANIE MAGNETICKEJ ŠTRUKTÚRY POMOCOU SPINOVO-POLARIZOVANEJ SKENOVACEJ TUNELOVEJ  
MIKROSKOPIE VO VYBRANÝCH TETRABORIDOCH A DODEKABORIDOCH.**

**Soma Benedek Faber**

*Mgr. Tomáš Samuely, PhD.*

*Park Angelinum 9, 040 01, Košice*

V tejto práci sa zaoberáme potenciálnym využitím spinovo polarizovanej skenovacej tunelovej mikroskopie (SP-STM) na pozorovanie magnetickej štruktúry vybraných tetraboridov a dodekaboridov. Tieto materiály sú zaujímavé pre svoje jedinečné magnetické vlastnosti, ako je Shastryho-Sutherlandova mriežková štruktúra pozorovaná v tetraboridoch vzácnych zemín a prechod z antiferomagnetického do feromagnetického stavu v ErB<sub>4</sub> pri kritickom magnetickom poli alebo kritickej teplote. Zamerali sme sa na ErB<sub>4</sub> a porovnávame výsledky získané s nemagnetickým hrotom s výsledkami získanými s modifikovaným hrotom s pravdepodobným spinovým rozlíšením. Vykonali sme merania v magnetických poliach od 0 do 2,5 T, pri ktorých sme pozorovali pásové usporiadanie totožné s usporiadaním magnetických momentov v ErB<sub>4</sub>, ako sa očakáva na základe predchádzajúcich štúdií. Naše výsledky naznačujú potenciál SP-STM na štúdium magnetických vlastností takýchto materiálov na atómovej úrovni.

**Literatúra:**

1. R. Wiesendanger: Scanning Probe Microscopy and Spectroscopy: Methods and Applications, Cambridge University Press 1994
2. A. Zangwill: Physics at surfaces, Cambridge University Press 1988
3. P. Samuely: Kryofyzika a nanoelektronika, ÚEF SAV, Košice 2011
4. R. Wiesendanger, Spin mapping at the nanoscale and atomic scale, Rev. Mod. Phys. 81, 1495 (2009)