

**Posudek práce předložené k obhajobě
na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy**

- posudek vedoucí/vedoucího posudek oponentky/oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Název práce: Přepínání elektrické polarizace v moiré feroelektrikách pomocí expozice elektronovým svazkem

Jméno, příjmení a tituly autorky práce: Bc. Kateřina Tetalová

Studijní program: Učitelství fyziky pro střední školy se sdruženým studiem Učitelství matematiky pro střední školy [FMUPN]

Rok odevzdání: 2024

Jméno a tituly vedoucí: RNDr. Klára Uhlířová, Ph.D.
Pracoviště: Katedra fyziky kondenzovaných látek
E-mail: Klara.Uhlirova@matfyz.cuni.cz

Hodnocená oblast	Hodnocení
Oborová úroveň (zejména fyzikální)	Výborná
Didaktická úroveň (zejména metody sběru a analýzy dat v didaktickém výzkumu, přiměřenost vzniklých materiálů)	Výborná
Práce s literaturou	Výborná
Jazyková úroveň práce (srozumitelnost textu, členění textu, stylistika, pravopis)	Výborná
Grafická úroveň práce (formátování textu, typografie, přehlednost tabulek, kvalita obrázků, videí)	Výborná
Zásady pro vypracování práce	Splněny

Slovní hodnocení (včetně upřesnění případných výhrad; mj. lze posoudit originalitu a kreativitu zvolených řešení, náročnost tématu apod.):

Předložená práce se zabývá experimentálními studii nového jevu, tzv. skluzové feroelektricity v materiálech s van der Waalsovou vazbou. Studentka úspěšně navázala na svou bakalářskou práci, ve které se zabývala základní charakterizací materiálů s nesouměřitelnou krystalovou strukturou, konkrétně $(\text{PbS})_{1.12}\text{VS}_2$, zkráceně VPbS₃. V rámci následné práce se jí pak povedla odhalit přítomnost domén, které jsou typické pro skluzovou feroelektricitu. Aby tento objev mohla zobecnit na celou skupinu materiálů s ekvivalentní krystalovou strukturou, provedla základní charakterizaci na náhodně vybrané sloučenině téže skupiny, CrBiS₃. Hlavní náplní předložené práce pak bylo testování možnosti přepolarizace domén pomocí elektronové litografie.

Předložená práce je přehledně členěna do několika kapitol. V úvodní kapitole nás autorka seznamuje s motivací, jež ji přivádla k této problematice. V kapitole Teoretický úvod vysvětluje nezbytné základy feroelektricity a morié jevu v materiálech s van der Waalsovou vazbou, jež následně využila k vysvětlení skluzové (nebo také moiré) feroelektricity. V další kapitole shrnuje základní fyzikální vlastnosti studovaných materiálů a dále se věnuje použitým experimentálním metodám. Stežejní částí je pak kapitola 4, v níž se velmi podrobně věnuje možnostem přepolarizace domén ve studovaných materiálech při různých parametrech expozice elektronovým svazkem (napětí, doba expozice) a pro různé tloušťky vzorků. V závěru shrnuje hlavní výsledky, jimiž je úspěšná přepolarizace obou studovaných materiálů pomocí elektronového svazku za různých parametrů expozice.

Studentka pracovala v laboratořích zcela samostatně, aktivně se účastnila průběžných diskuzí výsledků a plánování dalších experimentů. Práce je hodnotná i z pedagogického hlediska neboť se jedná o první absolventskou práci tohoto druhu. Studentka prokázala schopnost poradit si mnoha různými zdroji informací a vypracovat srozumitelný úvod do nové problematiky, který bude sloužit dalším studentům pro pochopení principu skluzové feroelektricity.

O nadstandardnímu přístupu k řešení práce a jejím rozsahu svedčí i to, že uvedené výsledky prezentovala na dvou konferencích, konkrétně The Flatlands beyond Graphene 2023 (Praha) a „ČSSVK vo fyzike (Košice). A dále její výsledky jsou či budou základem k minimálně třem publikacím:

1. C. Antunes Corrêa, J. Volný, **K. Tetalová**, K. Uhlířová, V. Petříček, M. Vondráček, J. Honolka, T. Verhagen: Sliding ferroelectricity in a bulk misfit layer compound $(\text{PbS})_{1.11}\text{VS}_2$, v recenzním řízení v časopise Physical Review Letters, dostupný preprint arXiv:2306.14446 [cond-mat.mtrl-sci]
2. J. Volný*, **K. Tetalová***, C. Antunes Corrêa, T. Verhagen, K. Uhlířová: Ferroelectric domain writing in exfoliated crystals of sliding-ferroelectric compound $(\text{PbS})_{1.11}\text{VS}_2$, bude posláno do časopisu Physica Status Solidi b (v 06/2024)
3. J. Volný*, **K. Tetalová***, C. Antunes Corrêa, T. Verhagen, K. Uhlířová – Electron-beam induced polarization switching in bulk sliding-ferroelectric misfit layer compounds – v přípravě

* Tito autoři budou mít na publikacích sdílené první místo.

Případné otázky k obhajobě:

1. Ve většine případů expozičních vzorků jsou používány proudy elektronovým svazkem s hodnotami v jednotkách nA. Pouze v kapitole „4.3.3 Test urychlovacího napětí“ (str. 44) je uvedena hodnota proudu elektronovým svazkem 256 pA. Jaký má tato změna význam?
2. Jsou ještě nějaké expoziční parametry kromě napětí a nábojové hustoty, které by mohly mít vliv na výsledný zápis elektronovým svazkem?

Předloženou práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako práci diplomovou.

Předloženou práci hodnotím stupněm: **Výborně**

Datum a místo: 20.5.2024

Podpis: