

# Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy v Praze

- posudek vedoucího       posudek oponenta  
 bakalářské práce       diplomové práce

Autor/ka: Michael Kučera

Název práce: Manipulace s atomy na povrchu křemíku pomocí rastrovacího tunelového mikroskopu

Studijní program a obor: Obecná fyzika

Rok odevzdání: 2009

Jméno a tituly vedoucího/opponenta: Mgr. Jan Pudl

Pracoviště: Katedra fyziky povrchů a plazmatu

Kontaktní e-mail: [Jan.Pudl@mff.cuni.cz](mailto:Jan.Pudl@mff.cuni.cz)

## Odborná úroveň práce:

- vynikající    velmi dobrá    průměrná    podprůměrná    nevyhovující

## Věcné chyby:

- téměř žádné    vzhledem k rozsahu přiměřený počet    méně podstatné četné    závažné

## Výsledky:

- originální    původní i převzaté    netriviální kompilace    citované z literatury    opsané

## Rozsah práce:

- veliký    standardní    dostatečný    nedostatečný

## Grafická, jazyková a formální úroveň:

- vynikající    velmi dobrá    průměrná    podprůměrná    nevyhovující

## Tiskové chyby:

- téměř žádné    vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet    četné

## Celková úroveň práce:

- vynikající    velmi dobrá    průměrná    podprůměrná    nevyhovující

### Slovní vyjádření, komentáře a připomínky vedoucího/opponenta:

Předkládaná bakalářská práce zkoumá vliv hrotu STM na hliníkové struktury atomárních rozměrů a možnosti případného využití vzájemné interakce na cílenou manipulaci atomů hliníku. Technika STM je zde užita ke zkoumání technologicky významného systému (kov na polovodiči), který svými vlastnostmi (růst atomárně širokých řetízků) představuje jedinečný objekt pro výzkum růstu jednodimenzionálních struktur manometrických rozměrů. Práce je tedy zaměřena na aktuální problém v oblasti fyziky povrchů.

Práce je přehledně členěna do několika kapitol: úvod obsahující motivaci práce a její cíle, princip STM, vlastnosti povrchu Si(100)-(2×1), stávající poznatky o chování hliníku na tomto povrchu, mechanismy vlivu hrotu STM na povrch vzorku, experimentální výsledky a jejich závěrečné shrnutí. Text je dobře čitelný a práce má celkově velmi dobrou grafickou úroveň.

Vzhledem k omezenému času na získání experimentálních dat a náročnosti techniky STM přináší předložená práce poměrně hodně vlastních experimentálních výsledků, které tvoří zhruba třetinu rozsahu. Podařilo se prozkoumat podmínky, za kterých dochází k destruktivní interakci hrotu STM s hliníkovými strukturami na povrchu Si(100)-(2×1). Tyto poznatky jsou cenné pro další experimenty, kdy bude možné potlačit vliv hrotu na zkoumaný systém, či tohoto vlivu naopak využít.

Cíle zadání bakalářské práce se podařilo naplnit a považuji ji za velice zdařilou i přes níže uvedený výčet chyb, které nejsou příliš významné.

### Seznam chyb, komentáře:

str. 9 „Nejedná se však o topografickou mapu (viz níže) a interpretace obrázků pořízených pomocí STM není vždy přímočará.“ – Podkapitola 2.1 je trochu nesrozumitelná. Čtenář se zde dozví, co STM nezobrazuje, ale co zobrazuje, je zde řečeno jen nepřímo. Stejnou výtku lze mít i v případě dále zmíněné interpretace obrázků z STM. Podkapitola 2.5 problém hezky ilustruje na konkrétním případě, ale proč není interpretace přímočará, objasňuje opět poněkud nepřímo. Odkaz „viz níže“ pak svou neadresností celý výklad ještě více zamlžuje. Otázky tedy zní: Jakou informaci o povrchu přináší STM? Proč není interpretace obrázků z STM přímočará?

str. 30, obr. 6.2: V části c tohoto obrázku kroužky příliš zakrývají podstatnou obrazovou informaci. V popisku k obrázku se píše o světlých, resp. tmavých dimerech, v textu je ale řeč o atomech.

str. 33, obr. 6.4: Došlo mezi obrázky a, c, d k modifikaci hrotu? V obrázcích c a d se zdá být dvojité. Docela by se zde hodila vysvětlující poznámka.

str. 15, vztah 2.2: Derivováno podle  $V$ , ve výrazu proměnná  $U$ .

str. 19 a 20: Záměna výrazů terasa a schod.

str. 29: „... (žlutá čára, červená čára, červená šipka)...“ - Správně má být černá čára.

str. 29: „Horší rozlišení mikroskopu v plných stavech, které je patrné při porovnání snímků pořízených při opačných polaritách...“ - Při porovnání snímků v obsažených obrázcích toto patrné není. Skutečně bylo jejich rozlišení horší?

na více místech textu kapitoly 6: „50 × 50 nm“ - Správný fyzikální rozměr je nm<sup>2</sup>.

str. 42, citace [28]: V citaci chybí jméno fakulty a univerzity.

str. 21, obr. 3.4a: Hůře čitelné popisky v obrázku.

str. 23, obr. 4.1: Chybný popis obrázku, stejný jako u obrázku 3.2 (copy&paste?).

str. 33, obr. 6.4, str. 34 obr. 6.5: „a, c až e jsou pořízeny...“ - Obsaženy jen obrázky a až d, resp. a až c. Navíc věta (a nejen tato) začíná malým písmenem. Bylo by hezké zmínit význam zelené, bílé a žluté šipky i v popisku obrázků. Je červená šipka významná při interpretaci obrazových dat?

str. 36, obr. 6.7: Nebylo by špatné v popisku obrázku spojit barvu obdélníku s jeho významem.

### Překlepy a jazykové chyby

vztažné zájmeno jenž – V celém textu se vyskytuje často v nesprávném tvaru, pro kontrolu autorovi doporučuji např. [http://cs.wikipedia.org/wiki/Česká\\_zájmena](http://cs.wikipedia.org/wiki/Česká_zájmena).

str. 10: „schématické“

str. 13 (též v obsahu): „Constant High Mod“ - Constant Height Mode

str. 13: „viz níž“: níže

str. 14: „Constant Current Mod“ – Constant Current Mode

str. 15 (vyskytuje se na více místech v textu): „... k získání tunelových spekter resp. hustot elektronových stavů...“ - Chybná interpunkce, před slovem resp. má být čárka.

str. 17: „součástky aparatury“ - Asi lepší výraz by byl součásti aparatury.

str. 17 a 27: „zahřání“ - zahřátí

str. 18: „za účelem“

str. 21: „... rostoucím parciálním tlakem v aparatuře...“ - Parciálním tlakem čeho? Je zřejmé, že vody, ale to slovo tam chybí.

str. 22 (též v obsahu): „Hliník na na povrchu Si(100)-(2×1)“

str. 25: „van der Waalsovy síly“ - van der Waals

str. 31, obr. 6.3: „kolení“ - koleně

str. 39: „méně stabilnější“

### Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

Jakou informaci o povrchu přináší STM? Proč není interpretace obrázků z STM přímočará?

Proč se neprovádělo řádkové skenování podél řetízku při různých tunelových proudech?

Jak si autor práce vysvětluje, že se podařilo narušit koleno při podélných skenech se zvýšeným napětím na hrotu, ale při kolmých nikoliv?

### Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

### Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně  velmi dobře  dobře  neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/opponenta: Praha, 7.září 2009

