

V Brně dne 8. září 2021

Věc: Posudek doktorské disertační práce Mgr. Alžběty Kadlecové

Doktorská disertační práce Alžběty Kadlecové s názvem Quantum Electronic Transport in Superconducting Quantum Dots pojednává o elektronové struktuře a transportních vlastnostech kvantové tečky s jednou relevantní (jednočásticovou) energiovou hladinou, navázané na dvě supravodivé elektrody. Práce se skládá z krátkého úvodu, první kapitoly, kde je představen kontext výzkumu, druhé kapitoly, popisující hlavní výsledky získané doktorandkou, shrnutí, několika apendixů a seznamu literatury, připojeny jsou tři publikace (dvě prvoautorské zveřejněné ve Physical Review, třetí zveřejněná ve Physical Review Letters, Alžběta Kadlecová je třetí autorkou ze sedmičlenného kolektivu). S pomocí analytických výpočtů a numerických výpočtů využívajících metodu NRG (numerical renormalization group) získala doktorandka několik nových výsledků, z nichž vyčnívají následující.

(a) Problém daný supravodivým Andersonovým modelem (sc-SIAM) popisujícím jednohladinovou tečku navázanou na dvě supravodivé elektrody, s vazbou na levou elektrodu odlišnou od vazby na pravou elektrodu (asymetrický případ modelu), je exaktně a elegantně převeden na efektivní sc-SIAM se stejnou vazbou nalevo jako napravo (symetrická varianta modelu). Řešení asymetrického případu lze tedy vždy převést na řešení případu symetrického. (b) Výsledek (a) je použit při studiu závislosti polohy přechodu sc-SIAM ze singletní fáze (0 – fáze) do dubletní fáze (π – fáze) na velikosti supravodivé mezery v elektrodách a na parametrech tečky a je numericky prokázána univerzalita závislosti poměru mezi prahovou hodnotou velikosti supravodivé mezery a Kondovou teplotou na veličině χ , která je funkcí míry asymetrie modelu a fázového rozdílu mezi levou a pravou elektrodou. (c) S pomocí kombinace (a) a numerických výpočtů vlastností sc-SIAM určena asymetrie systémů studovaných v experimentální práci [21]. (d) Doktorandka se podílela na interpretaci výsledků sofistikovaných experimentů s kvantovými tečkami z uhlíkových nanotrubelek (CNT-QD), provedených v laboratořích univerzity Paříž – Saclay. Její numerické výpočty rovnovážné elektronové struktury teček, pravděpodobností tunelování a srovnání

s výsledky výpočtů pro kvantový bodový kontakt významně přispěly k objasnění pozorované Josephsonovy emise CNT-QD.

Všechny tyto výsledky získané doktorandkou dokumentují její schopnost podílet se na řešení náročných a komplexních otevřených problémů a samostatně řešit jejich části, signifikantně přispívají k rozvoji poznání v zajímavé a aktuální oblasti fyziky kondenzovaných látek a všechny byly již publikovány v renomovaných časopisech. Práci lze proto podle mého názoru jistě uznat za disertační.

K formální úrovni. Hlavní text je napsaný přehledně. Podle mého názoru mohly být některé části rozvedeny, pro nespécialistu je obtížné orientovat se bez dalšího např. ve velmi komplexní problematice CNT-QD (obrázek 1.1.2 a související text). Hlavní text je stručnější, než je u disertačních prací běžné. Vzhledem k tomu, že se jedná o úvod ke třem publikovaným článkům, ale postačuje. Shrnutí disertační práce by byl prospěl nástin konkrétních navazujících, možných nebo plánovaných výzkumných činností. Dlouhý apendix D měl být, domnívám se, zasazen do širšího kontextu a zařazen jako samostatná kapitola práce. Práce je napsána dobrou angličtinou, v některých částech textu jsem zaregistroval překlepy, několik např. na str. 21.

K práci mám několik připomínek/dotazů k zodpovězení u obhajoby.

1. Až na obrázek 3 (v textu práce 2.1.1) text nezahrnuje výsledky obsažené v práci II. Z jakého důvodu?
2. Výpočty, jejichž výsledky jsou uvedeny v části 2.2., nakonec pravděpodobně nedávají objasnění pozorované závislosti Josephsonovy emise CNT-QD na parametrech experimentů. Prosím o vysvětlení interpretace popsané v závěru práce III.
3. Ke Kondovu jevu v tečkách: v rámci obhajoby by doktorandka mohla podat kvalitativní obraz základního stavu tečky v Kondově režimu a stručné vysvětlení vztahu k rezonanci v diferenciální vodivosti. Jak byla získána formule pro Kondovu teplotu (2.1.16)?
4. K obrázku 1.3.3.: Jakým způsobem se zde sladují škály experimentálních a teoretických dat?
5. K obrázku 2.1.1. (univerzální závislost): Je možné tento druh univerzality experimentálně ověřit?

Na závěr konstatuji, že disertační práce prokazuje předpoklady autorky k samostatné tvořivé práci, a doporučuji práci k obhajobě.

prof. Mgr. Dominik Munzar, Dr.