



Palacký University
Olomouc

Vyjádření školitele prof. Mgr. Radima Filipa, Ph.D. k dizertační práci, průběhu studia a vědecké práci Mgr. Lukáše Podhory

Disertační práce: Experimental quantum non-Gaussian mechanical states of a trapped ion

Jako školitel Mgr. Lukáše Podhory potvrzuji, že podle mého soudu a ve srovnání s ostatními disertačními pracemi v ČR i v zahraničí, předkládaná práce splňuje požadavky k její obhajobě.

Jeho dizertační práce **obsahuje soubor významných a originálních vědeckých výsledků** dosažených ve spolupráci s mnou jako školitelem a s **podstatným přispěním konzultanta Mgr. Lukáše Slodičky**, měřených v laboratořích na UP a na partnerském ÚPT AV ČR a publikovaných ve významných a prestižních mezinárodních časopisech jako je Physical Review Letters apod.

Hlavní výzkumnou náplní dizertační práce Mgr. Lukáše Podhory byl **experimentální vývoj kontroly neklasického a kvantově ne-Gaussovského pohybu iontu vápníku** v Paulově pasti. Realizaci samotných protokolů zaměřených na generaci neklasických a kvantově ne-Gaussovských stavů axiálního pohybu předcházela implementace pulzní kontroly interakce laserů s ionty, která zahrnovala vysoce koherentní interakci laseru na kvadrupólovém elektronickém přechodu, kombinace různých optických čerpání, laserové chlazení iontu excitací postranních pásem, nebo měření jeho vnitřních stavů detekcí emitované fluorescence. Všechny tyto prvky představují nutné a klíčové experimentální součásti koherentní kontroly elektronových a pohybových stupňů volnosti iontu. Dosažení jejich velmi přesné a efektivní implementace odpovídalo rozvoji sestavy původně umožňující výhradně excitace dipólových elektronových přechodů. **Bez těchto experimentálních kroků by nebylo možné dosáhnout publikací dosahujících ani generace vysoce kvalitních a plně ověřitelných kvantově ne-Gaussovských stavů šplhající fundamentální hierarchií kritérií, dokonce s ověřitelnou schopností v kvantové senzorce, akumulace neklasických vlastností pro termálně okupované oscilátory, či prevních testů termálně indukovaných neklasických vlastností mechanického pohybu.**

Infrastrukturní součásti a metodologie vyvinuté v rámci dizertační práce zpřístupnili chlazení iontu do základního pohybového stavu, implementaci deterministické

koherentních interakcí v prostoru spin-pohybových stavů, nebo základní spektroskopické metody využívající koherentní kontroly vnitřních elektronových stavů. **Dosažené koherentní interakce na kvadrupólovém přechodu poskytli výchozí bod pro experimentální rozvoj navazujících prvků kontroly pohybových stavů iontů, včetně rozšíření protokolů na více pohybových módů, nebo jejich přímou vazbu na neklasickou iontovou fluorescenci. V současnosti se využívají mnoha dalších náročných experimentech včetně přípravy kvantových superpozic stavů více fononů.**

Během celého studia demonstroval Lukáš Podhora **vynikající schopnosti implementace komplexních experimentálních postupů** vyžadujících pokročilé technické dovednosti v programování pulzního kontroléru, implementaci kontrolních experimentálních rozhraní, realizaci optických sestav pro přesnou a stabilní laserovou excitaci iontů, nebo ve vývoji programového vybavení pro zpracování výsledků měření. Implementované experimentální součásti klíčovou mírou přispěli k úspěšné realizaci experimentálních schémat prezentovaných v dizertační práci. Kromě výhradně experimentálních příspěvků, Lukáš **velmi úspěšně implementoval simulace pulzních sekvencí zahrnujících známé reziduální šumy a imperfekce aplikovaných pohybových hradel** s vysokou mírou shody s pozorovanými experimentálními výsledky. Uvedený rozvoj iontové laboratoře umožnil studium nelineární pohybové kontroly v kvantovém režimu na platformě, která svými bezprecedentními možnostmi vysoce koherentních interakcí a výhodnou škálovatelností do značné míry určuje další směřování tohoto moderního a mezinárodně srovnatelného výzkumu v kvantové mechanice.

Lukáš Podhora během svého studia spolupracoval na 6 publikacích, včetně 2 prvoautorských (Physical Review Letters, Advanced Quantum Technologies) a účastnil se klíčové spolupráce s ÚPT AV ČR a Universitou v Innsbrucku. Jeho experimentální práce zahrnovala těsnou spolupráci s naším teoretickým týmem na UP a také partnerským fyzikálně-inženýrským týmem na ÚPT AV ČR vedeným ing. Ondřejem Čípem, PhD.

Mohu proto bez jakéhokoliv váhání a velmi rád doporučit Lukášovu práci k obhajobě a popřát mu další odborný růst.

V Olomouci, 28. února 2024



prof. Mgr. Radim Filip, Ph.D.

Katedra optiky a optoelektroniky

Přírodovědecká fakulta, Universita Palackého

17. listopadu 1192/12, 77146 Olomouc

Česká republika