



Posudek disertační práce Martiny Mikové: *Quantum optical experiments focused on quantum information processing*

Disertační práce Mgr. Martiny Mikové je zaměřena na lineární kvantovou optiku a na kvantové zpracování informace. Zmíněná oblast se stále rozvíjí, je důležitá jak pro základní fyzikální výzkum, tak pro aplikace. Práce vznikala na Katedře optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, které patří k předním světovým pracovištím se zaměřením na kvantovou optiku. Vysoké úrovni pracoviště odpovídají i výsledky předkládané disertace, které autorka publikovala se spoluautory v pěti článcích v kvalitních impaktovaných časopisech. Výsledky spočívají v návrhu a experimentální implementaci nových protokolů pro kvantové zpracování informace. Disertační práce je experimentální v tom smyslu, že autorka se v ní věnuje především svému hlavnímu přínosu k výzkumu, kterým je stavba experimentů, jejich optimalizace a měření. Přitom autorka využívala teoretické výsledky a závěry svých spolupracovníků, nicméně v disertační práci velmi přesně a důsledně uvádí, jaký je její vlastní podíl.

Disertace má 137 stran a je rozdělena do devíti kapitol. První kapitola shrnuje velmi stručně hlavní cíle práce a uvádí krátce výsledky, které jsou uvedeny v kapitolách 4 až 8. Tento krátký úvod působí však spíše jako shrnutí a jeho zařazení mi nepřipadá šťastné. V kapitole 2 podává autorka přehled současného stavu studované problematiky. Podle mého názoru by disertace možná zasluhovala širší úvod. Kapitola 3 je poměrně rozsáhlá, na 45 stranách je v ní popsán nejprve stručně základní formalismus popisu kvantové optiky a pak podrobně funkce a vlastnosti jednotlivých optických prvků používaných v experimentech. Tato část byla pro mne velmi zajímavá, protože ukazuje do jisté míry v článcích opomíjené, ale důležité experimentální detaily kvantové optiky. Dalších pět kapitol je věnováno prezentaci vlastních výsledků podle pěti publikovaných článků. Čtyři články vyšly ve Physical Review A a jeden v Scientific Reports, ve čtyřech případech je Mgr. Miková první autorkou. Místo přílohy článků autorka dala přednost vlastnímu textu, v němž oddělila vždy stručnější teoretickou část dané práce, která je dílem spoluautorů, od podrobného popisu experimentálního uspořádání a výsledků měření. Kapitola 4 je věnována experimentální implementaci programovatelného kvantového hradla založeného na lineární optice a použití aktivní elektrooptické dopředné vazby ke zvýšení pravděpodobnosti úspěchu hradla. Tématem kapitoly 5 je možnost kódování kvantových bitů do fotonů, které nejsou ve faktorizovaném stavu, byla zde zavedena nová, měřitelná míra efektivní nerozlišitelnosti částic. Kapitola 6 se týká čtení optické paměti s využitím co nejmenší energie, pomocí stavů světla s méně než jedním fotonem, v kapitole 7 je demonstrováno optimální rozlišení dvou kvantových měření pomocí kvantově provázaného stavu, kapitola 8 se zabývá přenosem kvantového bitu v optickém systému emulujícím slabou vazbu mezi kvantovými

bity. Práci uzavírá kapitola 9 se závěry a stručným shrnutím v českém jazyce. Počet citovaných prací (202) odpovídá rozsahu práce. Autorka rovněž v práci uvádí seznam svých publikací a citací.

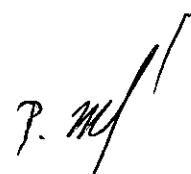
Skutečnost, že náplň jednotlivých kapitol odpovídá publikovaným článkům v renomovaných impaktovaných časopisech, kde prošly recenzním řízením, ukazuje na správnost a význam prezentovaných výsledků, což ulehčuje práci oponenta. Disertační práce je napsána v angličtině, pokud mohu soudit, na celkem dobré jazykové úrovni, s malým počtem překlepů. Celková grafická úroveň práce je výborná (snad s jedinou výjimkou obrázku 4.3 na str. 62); hezké je zahrnutí řady barevných fotografií experimentálních uspořádání.

Uvítal bych, kdyby se mohla autorka práce v diskusi během obhajoby vyjádřit k těmto bodům:

1. Mohla by autorka zasadit svou práci do širšího rámce současného stavu kvantové optiky, zejména s ohledem na rozvoj kvantových počítačů?
2. Jaké jsou trendy v užívání objemových a vláknových kvantových optických systémů?
3. V práci je používána elektrooptická dopředná vazba. Jaký vývoj implementací dopředné vazby a jaké nejvyšší pracovní opakovací frekvence autorka očekává?
4. V experimentálních uspořádáních je používána vzduchová mezera, autorka diskutuje její vliv na nestabilitu uspořádání. Nebylo by výhodné používat složitější uspořádání, například s uzavřenou komorou apod.?

Celkově považuji předloženou disertační práci za velmi zdařilou. Ze získaných a publikovaných výsledků i z textu práce je zřejmá autorčina vysoká experimentální erudice a chápání kvantové optiky. Mgr. Martina Miková jistě prokázala schopnost samostatné vědecké práce a doporučuji proto jednoznačně, aby jí po úspěšné obhajobě byl udělen titul Ph.D.

V Praze dne 5. října 2017


prof. RNDr. Petr Malý, DrSc.

Prof. RNDr. Petr Malý, DrSc.
Katedra chemické fyziky a optiky
Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2
telefon: 95155 1260
fax: 95155 1249
e-mail: pmaly@karlov.mff.cuni.cz



Huawei Technologies Dusseldorf GmbH, Hansaallee 205, 40549 Düsseldorf

Prof. Zdenek Hradil
Vice Dean for International Relations
Faculty of Sciences, Palacký University
Tř. 17. listopadu 12
771 46 Olomouc

Andreas Poppe
Optical and Quantum Laboratory
Huawei Technologies Dusseldorf GmbH
European Research Institute
German Research Center, Munich Office
Riesstr 25-C3.OG
80992 Munich, Germany
Phone: +49 89 158834 4231
Mobile: +49 174 171 4089
Email: andreas.poppe@huawei.com

Review of Ph.D. thesis submitted by Martina Mikova with the title: "Quantum optical experiments focused on quantum information processing"

Dear Prof. Zdenek Hradil!

Thank you giving me the possibility to review the Ph.D. thesis of Martina Mikova in order to give comments and statement on this work. It was a real pleasure to carefully read her Ph.D. work, after some of her publications I already have known before. The overall concept, to include feed-forward loops in quantum optical setups to change qubits on the fly depending on measurement results, is really an interesting topic on the core of optical quantum technology!

In general, if the knowledge of mankind in the field of quantum technologies would correspond to a big bubble, each presented Ph.D. work is a good opportunity to increase the size of the overall bubble. It behaves similar to the wave picture of Huygens with new secondary waves spreading the current size continuously. This additional explored space based on the lab work of Martina is presented here. Clearly, the results and explanations of the work have been published in peer-reviewed journals already, but each Ph.D. thesis is an opportunity to present and openly publish the personal achievement again. Sometimes this is done by simply combining the submitted articles in a new way to claim personal success. Such a work would fail an important side effect of each Ph.D. thesis: The newly explored volume in the big picture of the bubble need to be made clear and accessible beyond the context of the already published work to manifest a fundament possible to build on.

Martina submitted a Ph.D. thesis clearly structured by her work published in peer-review journals before. Moreover, as discussed above, she included many new arguments and insight in her own words. To read her thesis should be a real pleasure for each experimentalist, because many questions she raised on purpose,

USt-IdNr. DE254327327
Sitz der Gesellschaft: Düsseldorf
Amtsgericht Düsseldorf, HRB 56063

Geschäftsführer:
Bo PENG,
Qiuen PENG, Shengli WANG

HUAWEI TECHNOLOGIES
Dusseldorf GmbH
Hansaallee 205
40549 Düsseldorf
Germany
Tel: +49 (0)211 88254 -8000
Fax: +49 (0)211 88254-8954
www.huawei.com



or just left open in the text are answered some pages or chapters later. Moreover, the given answers are mostly not a simple fact thrown in the direction of the reader, but also a discussion to include some motivations and alternative solutions to solve problems. With this work she achieves to communicate the needed information for new students and researchers using Martina's work as basis for their research to further explore the field further, as indicated in the picture of the big bubble above.

As mentioned, Martina not only presented experimental solutions to problems, but she always aims for very good solutions. In contrast to publications (where such depth of details and arguments is impossible), in her Ph.D. work she shifted her particular solutions to the context of the background of her quantum-optical setups. These connections and solutions are clearly very personal in that sense that often solutions to experimental problems (she found obviously very annoying) are presented, which Martina really was working on heavily. In the case Martina did not include a topic it was probably because the question or the solution was too trivial or unimportant to her, but maybe only to her. I am sure that she could have included many more facts like optical test setups or discussions of further results without the thesis to turn boring. I personally like the parts in her thesis most where she is describing the search of hidden background information of feed-forward loops in existing publications, sometimes at high-ranked journals and to compare these results. Thereby she clearly found problems of missing important arguments and facts in other publications to make their work fully understandable. Based on that, I assume that the clear communication and to include interesting and necessary facts in her work was another lesson she learned there.

Therefore I can confirm that with the research work she summarized in her Ph.D. thesis she clearly proven the ability to work scientifically. Even more remarkable (in contrast to many other theses), with the final work she submitted recently she successfully generated a fundament possible to be used as a new starting point for further experiments. Even I guess that the main motivation from Martina was to communicate her profound knowledge to next and over-next generation of students at the Palacky University, my opinion is that this knowledge is globally requested. Therefore my final suggestion would be to put the work to the public domain (arxiv, researchgate) to be found easily. Due to the high quality of Martina's thesis the reputation of the Quantum Optics Lab Olomouc would increase further.

Sincerely yours,

Andreas Poppe

USt-IdNr. DE254327327
Sitz der Gesellschaft: Düsseldorf
Amtsgericht Düsseldorf, HRB 56063

Geschäftsführer:
Bo PENG,
Qijun PENG, Shengli WANG

HUAWEI TECHNOLOGIES
Duesseldorf GmbH
Hansaallee 205
40549 Düsseldorf
Germany
Tel: +49 (0)211 88254-8000
Fax: +49 (0)211 88254-8954
www.huawei.com