

Oponentský posudek disertační práce

Mgr. Lucie Čelechovské (roz. Bartůškové)

„Kvantově optické experimenty v kvantové teorii informace“

Kvantová informatika je v současné době předmětem nebývalého zájmu, který je motivován možnostmi a výhodami přenosu a zpracování informace nesené jednotlivými fotony. Stačí zmínit již realizované systémy využívající kvantovou kryptografii nebo potenciální využití kvantových počítačů či kvantového klonování. Předmětem předložené disertační práce je především prezentace tří kvantově optických experimentů a zařízení pro zpracování kvantové informace.

Předkládaná disertační práce Mgr. Lucie Čelechovské se skládá z devíti kapitol. Vedle kapitol „Úvod“, „Závěr“ a „Seznam vlastních publikací“ to jsou kapitoly „Cíle disertační práce“, „Současný stav výzkumu“, „Použité metody a nástroje“, a tři nejdůležitější kapitoly, prezentující experimentální sestavy a výsledky tří experimentů z oblasti zpracování kvantové informace. Jde o pátou kapitolu „Symetrické a asymetrické fázově kovariantní klonování“, šestou kapitolu „Kódování dvou qubitů do jednoho qutritu“ a sedmou kapitolu „Programovatelný diskriminátor koherentních stavů“.

Po druhé kapitole, ve které jsou prezentovány cíle disertační práce, následuje kapitola podávající přehled o současném stavu výzkumu v oblasti klonování kvantových stavů a diskriminace koherentních stavů. Kapitola přehledně sumarizuje jednak principy a experimentální uspořádání klonovacích zařízení s důrazem např. na vyhodnocení věrnosti (fidelity) klonování, resp. experimenty pro rozlišení koherentních stavů. Ve čtvrté kapitole jsou prezentovány použité metody a nástroje, zahrnující přípravu kvantových stavů a zdrojů fotonových párů s využitím vláknové optiky. Dále jsou specifikovány použité optické komponenty, prvky detekce a elektronického zpracování, je přiblížen princip aktivní stabilizace v Machově-Zehnderově interferometru a je naznačeno programové řízení experimentů.

Následující tři kapitoly, které jsou nejdůležitější částí disertační práce, zahrnují pro tři různé experimenty vždy teorii, experimentální sestavu a výsledky experimentu. Experimenty pracovaly s fotonovými páry generovanými procesem spontánní sestupné parametrické konverze v nelineárním krystalu a sestavami, jejichž základem byl interferometr popsán poprvé Hongem, Ouem a Mandelem. Mezi nejdůležitější výsledky práce lze zařadit měření fidelity klonování pro různé parametry asymetrie a srovnání s teoretickými hodnotami, závislost fidelity na fázi v případě asymetrického klonování, kódování dvou qubitů do jednoho qutritu a zpětné dekodování se změřením fidelity rekonstrukce, resp. naměření podílu správných a chybných identifikací koherentního stavu a srovnání s teoretickými hodnotami.

Disertační práce je napsána uceleně: obsahuje detailně provedené komentáře, optimální počet vztahů a dostatečně početné grafické výstupy. Způsob výkladu je přehledný a logicky navazující. Doktorandka, která se podílela na realizaci náročných experimentů a osvědčila tak své schopnosti

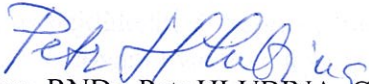
řešit důležité otázky experimentu, získala v rámci tří experimentů původní experimentální výsledky z aktuální výzkumné oblasti zpracování kvantové informace, o čemž svědčí i publikace těchto výsledků v prestižních časopisech (např. Physical Review Letters, Physical Review A).

Vlastní disertační práce se zabývá širokým okruhem problémů, které souvisejí s realizací experimentů, měřením a interpretací výsledků. Mám několik následujících dotazů a poznámek:

- místo „justovatelná vlnová destička“ je vhodnější „nastavitelná fázová destička“ (jaká je její funkce?)
- místo „synchronizační detekce“ je vhodnější „synchronní detekce“.
- byla použita jednovidová vlákna – jaké jsou jejich parametry (např. průměr jádra, mezní vlnová délka, atd.)?

Závěrem konstatuji, že doktorandka prokázala realizací náročných experimentů, resp. komentářem a zpracováním jejich výsledků, schopnost tvůrčí vědecké práce a že předložená práce odpovídá požadavkům kladeným na disertační práci. Předloženou disertační práci **doporučuji** přijmout k obhajobě a po jejím úspěšném průběhu doporučuji udělení akademického titulu Ph.D.

V Ostravě 21. prosince 2011


doc. RNDr. Petr HLUBINA, CSc.
Institut fyziky, VŠB-TU Ostrava