

Oponentní posudek bakalářské práce

Autor práce: Martin Bielak

Název práce: Elektrooptická manipulace s fotonickými kvantovými bity

V předložené bakalářské práci se autor věnuje studiu transformace polarizačních stavů světla pomocí stočených nematických tekutých krystalů. Příprava, měření a transformace polarizačních stavů světla představuje velice důležitou experimentální techniku v klasické i kvantové optice a v optickém kvantovém zpracování informace. Použití kapalných krystalů přináší určité výhody oproti fázovým destičkám umístěným v manuálních či motorizovaných rotacích – místo mechanického pohybu destiček lze transformaci polarizačního stavu ovlivnit a nastavit pomocí napětí přivedeného na tekuté krystaly. Další potenciální výhodou je kompaktnost celého zařízení a možnost nezávislé kontroly několika blízkých paralelních optických svazků pomocí vhodně zvolené struktury segmentů. Za zmínku stojí i nižší pořizovací náklady.

Autor v předložené práci úspěšně navázal na předchozí bakalářskou a diplomovou práci Mgr. Vojtěcha Krčmarského a učinil další významné pokroky směrem k plnohodnotnému využití kapalných krystalů pro přípravu a měření polarizačních stavů jednotlivých fotonů. Předložená práce má 31 stran a sestává ze sedmi kapitol a přehledu použité literatury. V úvodu autor objasňuje motivaci pro prezentovaný výzkum, následuje stručná diskuse teoretického popisu polarizace světla a principu fungování displejů z kapalných krystalů. Ve čtvrté kapitole je teoreticky i experimentálně analyzováno schéma pro analýzu polarizačních stavů tvořené dvěma kapalnými krystaly, mezi něž je vložena půlvlnná destička. V páté kapitole je pak popsána alternativní konfigurace tvořená sekvencí tří kapalných krystalů. Konečně v šesté kapitole je prezentována aplikace vyvinutého zařízení na charakterizaci tříqubitového GHZ stavu generovaného pomocí optického kvantového Fredkinova hradla. V závěru práce autor shrnuje hlavní výsledky a nastiňuje možné směry dalšího výzkumu.

Práce má logickou a přehlednou strukturu a je kvalitně zpracovaná. Autor dosáhl nových zajímavých výsledků a jasně prokázal schopnost realizovat zajímavé netriviální optické experimenty a současně provést i potřebnou související teoretickou analýzu a zpracování experimentálních dat. Dosažené výsledky nalezou uplatnění v další výzkumné činnosti laboratoře kvantové optiky na katedře optiky PŘF UP a jsem přesvědčený, že by tyto výsledky mohly tvořit i základ vědecké publikace.

K předložené práci mám několik dotazů a připomínek, které uvádím níže:

- 1) Proč je v rovnici (11) symbol reálné hodnoty Re ?
- 2) Na str. 6 autor uvádí, že *pokud známe pravděpodobnost p_i projekce do daného stavu, můžeme matrici hustoty specifikující polarizační stav spočítat metodou maximální věrohodnosti*. Je opravdu nutné použít metodu maximální věrohodnosti, pokud známe pravděpodobnosti p_i ?
- 3) Při charakterizaci jednoho TN LC modulu bylo využito zařízení, které samo obsahuje dva tyto moduly, viz schéma na obr. 8 práce. Proč místo toho nebyly použité fázové destičky? Obecně by mohl autor diskutovat, jaká je dle jeho poznatků a zkušeností nejvhodnější a nejpresnější reference, kterou lze v laboratoři využít pro kalibraci a charakterizaci zařízení, jež transformují polarizační stavy světla.

- 4) Mohl by autor specifikovat statistickou neurčitost experimentálně stanovených parametrů uvedených na konci str. 11 práce? Tyto parametry určují závislost polarizační transformace TN LC modulu na přiloženém napětí.
- 5) Autor experimentálně charakterizuje přípravu a měření kvantových stavů pomocí sekvence TN LC modulů. Bylo v experimentu ověřeno, že toto zařízení realizuje unitární transformaci? Je možné, že použité zařízení má různou propustnost pro různé polarizační stavy (a tato propustnost může záviset i na přiloženém napětí)? Pokud takový efekt může nastat, jaký vliv může mít na využití zařízení pro tomografii polarizačních stavů?
- 6) Autor prezentuje výsledky v grafické formě v podobě bodů na Blochově sféře. Domnívám se, že by bylo užitečné základní parametry studovaných kvantových stavů, jako je překryv s ideálním stavem nebo polarizovanost, uvést i přehledně v tabulce.
- 7) Čím si autor vysvětluje, že výsledky získané pomocí minimální projekce do čtyř stavů jsou „horší“ než výsledky získané z projekce do šesti stavů (např. nižší polarizovanost)?

Závěrem mohu konstatovat, že předložená práce je vysoce kvalitní a splňuje požadavky kladené na bakalářskou práci. Bakalářskou práci doporučuji k obhajobě a navrhuji hodnotit známkou A.

V Olomouci dne 10. 6. 2017

Doc. Mgr. Jaromír Fiurášek, Ph.D.