



UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

Posudek bakalářské práce Davida Výkruty

„Optimální současné měření počtu fotonů a kvadratury“

Předložená bakalářská práce se zabývá otázkou struktury optimálního současného měření počtu fotonů a pootočené kvadratury. Uvedená úloha zobecňuje známý případ optimálního současného měření polohy a impulsu na fyzikální veličiny, jejichž komutátorem není násobek operátoru identity, ale netriviální operátor. Kromě fundamentálního významu otázky tvaru současného měření takovýchto veličin lze očekávat, že nalezené měření bude hrát roli tzv. Bellova měření pro počet fotonů a rotovanou kvadraturu, které má zásadní význam v kvantové komunikaci.

Zpracování práce vyžadovalo od autora nemalé úsilí. Prvním důvodem je skutečnost, že tematika práce spadá do oblasti kvantové mechaniky, se kterou se autor nejdříve musel v dostatečné míře obeznámit. Druhý důvod pak spočívá v tom, že studovaná oblast je poměrně neprobádaná, a proto cestou autor čelil celé řadě neočekávaných výzev. Přes všechny tyto obtíže však přistupoval k tématu samostatně a se zájmem, a i když se z důvodu náročnosti úplné optimalizace zatím nepodařilo dosáhnout, byla v práci obdržena celá řada cenných původních výsledků, které jsou dobrým základem pro její provedení v blízké budoucnosti.

Východiskem prezentovaných originálních výsledků jsou komutační relace mezi operátorem počtu fotonů a pootočeným operátorem polohy, které vedou na relace neurčitosti s pravou stranou závislou jak na stavu, tak také na úhlu pootočení. Optimalizací poměru úhlově závislých veličin přes tento úhel nejdříve autor našel na úhlu nezávislé relace neurčitosti, které jsou na rozdíl od původních relací, saturovány všemi stavy s minimální neurčitostí, bez ohledu na úhel jejich pootočení. Operátor polohy pootočený o tento optimální na stavu závislý úhel pak představuje operátor úhlové neurčitosti a střední hodnota jeho druhé mocniny je úměrná míře neurčitosti komplementární k varianci počtu fotonů. V dalším kroku autor přešel k hledání optimálního současného měření počtu fotonů a rotované kvadratury pomocí rozšíření těchto veličin na větší systém zahrnující navíc ancilu. Zde autor dospěl k pozoruhodnému výsledku, že existují dvě obecně různá rozšíření, z nichž jedno je dáno součtem počtu fotonů a děličem, zatímco druhé tvoří rozdíl počtu fotonů a dvoumódový stlačovač. Pro obě tato rozšíření pak dále autor našel báze společných vlastních stavů, které tvoří hledané současné měření. Zbývajícím úkolem bylo nalézt optimální stav měřeného systému a ancily, jako stavy minimalizující součin variancí operátorů rozšíření. Vzhledem k tomu, že operátory rozšíření jsou kvadratickými funkcemi kvadraturních operátorů, ukázalo se, že úplná optimalizace je náročnou úlohou, která jde za rámec předložené práce. V tomto ohledu se nicméně autorovi podařilo provést alespoň částečnou optimalizaci přes fáze stavů systému a ancily.

Navzdory zajímavým výsledkům má však práce také několik nedostatků. Obsahuje několik zjevných překlepů, kterých se mohl autor vyvarovat, kdyby finalizaci práce věnoval více pozornosti. Na některých místech by také mohla být obsírnější diskuse a za úvahu by jistě také stálo doplnit práci o více obrázků, které by názorně ilustrovaly některé studované pojmy.



UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

Práce obsahuje několik původních výsledků, které mohou být po dopracování východiskem pro sepsání vědecké publikace. S ohledem na tuto skutečnost jakož i na výše uvedená fakta doporučuji práci k obhajobě a navrhuji pro ni hodnocení stupněm B.

V Olomouci dne 2. 6. 2021

doc. Mgr. Ladislav Mišta, Ph.D.