

Posudek vedoucího na diplomovou práci Jiřího Mináře
Study od spatial behaviour of photon pairs generated by parametric down-conversion

Téma diplomové práce Jiřího Mináře navrhl doc. RNDr. Miloslav Dušek, Ph.D. z Přírodovědecké fakulty University Palackého v Olomouci. Úkolem diplomanta bylo odvodit realistickou teorii tzv. Heisenbergova mikroskopu, což je moderní experiment, o jehož realizaci na Olomouckém pracovišti uvažují.

Základem Heisenbergova mikroskopu je měření dvou-fotonových korelací na stavech generovaných parametrickou sestupnou konverzí. Budící foton se rozpadne v nelineárním krystalu na fotonový pár. Jeden z dceřiných fotonů je zachycen detektorem za čočkou, druhý detektorem za dvoj-štěrbinou. Pro nekonečně velký nelineární krystal, nekonečně široký, nekonečně slabý a téměř kontinuální budící svazek jsou vlnové vektory obou fotonů jednoznačně svázány. Nekonečně velká čočka přesně vybere směr jednoho z nich, takže na nekonečně úzké a dlouhé dvoj-štěrbině vznikne ve dvou-fotonové korelační funkci dokonalý difrakční obraz. Tento výklad popisuje stav teorie v tisku. Cílem diplomové práce Jiřího Mináře bylo odvodit teorii, která zahrnuje konečné velikosti všech vyjmenovaných složek.

Je zřejmé, že problém slučuje netriviální aspekty kvantové teorie světla s klasickými problémy geometrické optiky. Obecná formulace korelační funkce slučuje řadu standardních přiblížení, ale nepředstavuje podstatný problém. Výsledný výraz je však příliš složitý pro přímé numerické zpracování. Korelace je funkce dvou argumentů a pro její pochopení je nutné připravit její třírozměrný graf. Přitom hodnota dvou-fotonové korelace pro jednu zadanou polohu obou detektorů je dána šestinásobným integrálem, přičemž integrand je součinem několika rychle oscilujících exponent, speciálních funkcí a singulárně přispívajících zlomků. Výpočet vyžaduje vysokou přesnost, neboť stíny v interferenčním obrazu jsou výsledkem přesného odečtení dvou velkých členů.


Jiří Minář se s touto úlohou vypořádal. Šestinásobné integrály spočetl v přiblížení sedlového bodu. Výsledná teorie má analytickou podobu, hodnota korelace pro jednu zadanou polohu obou detektorů se odvodí inverzí matice 6×6 a analyticky zadanými elementy. Toto zjednodušení dovolilo připravit třírozměrné grafy na notebooku.

V předběžných krocích Jiří Minář ukazuje, že tímto přiblížením nahradil skutečné apertury s ostrými hranami modelovými aperturami s Gaussovským průběhem průsvitnosti. Fyzikální pohled na přiblížení mu dovolil testovat platnost tohoto přiblížení a ukázat jeho dostatečnou věrnost. Velmi přesvědčivé je i srovnání s experimentem provedeným ve Vídni. Přestože ve Vídni bylo použito upořádání experimentu odlišné od zadání Jiřího Mináře, pozorované a spočtené korelace vykazují neobyčejnou shodu.

Jsem přesvědčen, že předkládaná práce Jiřího Mináře splňuje všechny náležitosti kladené na diplomovou práci. Doporučuji ji proto k obhajobě a navrhuji ji klasifikovat stupněm

v ý b o r n ě

V Praze dne 23. srpna 2006



Pavel Lipavský, CSc
vedoucí diplomové práce