

Posudek na doktorskou disertační práci s názvem „Quantum models with strongly singular interactions“ předloženou Martinem Fraasem

Stručně řečeno: předmětem předložené práce je popis netriviálních kvantových jevů pomocí přímo řešitelných modelů založených na teorii samosdružených rozšíření.

Obecně je v kvantové fyzice dynamika systému definována kvantovým Hamiltoniánem a jeho vlastnosti pak řešením příslušné Schroedingerovy rovnice. A zde obyčejně narazíme na problém. Tato rovnice je totiž přímo řešitelná pouze v několika málo případech a ty tvoří tak říkajíc obsah učebnic kvantové fyziky. Mimo tuto oblast jsme odkázáni na různá numerická řešení a aproximace. Mnoho jevů je ale velice subtilních a aproximativní popis je prakticky nemožný. To této oblasti spadají i veskrze praktické otázky jako je existence dynamické lokalizace, která vykazuje husté bodové spektrum a je proto poruchovou teorií neuchopitelná. Ale také přesný časový vývoj rozpadajících se kvantových stavů a mnohé další.

Určitým kompromisem mezi řešitelnými (učebnicovými) modely a numerickou aproximací Schroedingerovy rovnice je funkcionálně analytický přístup, který nahrazuje řešení diferenciální pohybové rovnice znalostí příslušné resolventy (Greenovy funkce). A právě sem předložená práce spadá. Potřebný netriviální potenciál, který obyčejně vede k nutnosti numerického řešení, je zde totiž nahrazen singulárním interakcí, která má sice stejnou symetrii a stejné topologické vlastnosti jako potenciál, ale je nesená pouze na množině nulové míry. Nutnost řešit Schroedingerovu rovnici lze potom nahradit metodami funkcionální analýzy a problém vyřešit aniž by se bylo potřeba diferenciálními rovnicemi zabývat.

Martin Fraas ve své práci použil singulární interakce nesené na množině koncentrických koulí popsal takto několik různých jevů. Konkrétně: fraktální rozpadový zákon, husté bodové spektrum a některé další zajímavé výsledky shrnuté pod názvem „geometrically induced spectral properties“.

Obsah práce byl publikován v šesti pracích, z nichž pět již bylo otištěno v renomovaných časopisech. Kopie těchto článků tvoří většinu obsahu předložené disertace.

Z vědeckého hlediska není disertaci co vytknout. Jak jsem již uvedl - výsledky prošly oponentním řízením a byly publikovány. Navíc představují zajímavé příspěvky na poli, které již bylo mnohokrát přeoráno a je obtížné v něm ještě něco najít. Výsledky jsou nové a představují přínos pro oblast matematického popisu singulárních interakcí. Ovšem každý oponent - aby si zasloužil honorář - musí mít nějaké připomínky a já nemám dost odvahy abych byl výjimkou. Tedy a spíše jako určitý podnět pro budoucí práci autora: podle mého názoru by stálo za úvahu tyto zajímavé výsledky prezentovat trochu poutavěji. Chápu, že se jedná veskrze o matematické práce, ale i ty se dají obohatit o

názorné obrázky. Čtenář se pak snáze orientuje a získá nad obrázkem snadno osvobozující pocit, že problému rozumí.

Disertace je sepsána v anglickém jazyce a jednoznačně prokazuje autorovy předpoklady pro samostatnou vědeckou práci.

V Hradci Králové dne 7.května 2008



Prof. RNDr. Petr Šeba, DrSc