

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor: Bc. Petr Lukeš
Název práce: Emergence of space geometries from quantum entanglement
Studijní program a obor: Fyzika, Teoretická fyzika
Rok odevzdání: 2019

Jméno a tituly vedoucího: Mgr. Martin Scholtz, Ph.D.
Pracoviště: Ústav teoretické fyziky, MFF UK
Kontaktní e-mail: scholtz@utf.mff.cuni.cz

Odborná úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Věcné chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu přiměřený počet méně podstatné četné závažné

Výsledky:

- originální původní i převzaté netriviální kompilace citované z literatury opsané

Rozsah práce:

- veliký standardní dostatečný nedostatečný

Grafická, jazyková a formální úroveň:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Tiskové chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet četné

Celková úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky vedoucího:

Student se zabýval studiem poměrně nové třídy modelů tzv. emergentní gravitace. Jedná se o přístup, kdy se kvantová geometrie neobjeví jako důsledek kvantování klasického systému (Einsteinových rovnic), ale postupuje se opačně: stavy abstraktního Hilbertova prostoru s určitou přidanou strukturou se interpretují jako stavy popisující at' trojrozměrnou nebo čtyřrozměrnou klasickou geometrii. Petr Lukeš se zabýval jedním z nejnovějších takových modelů, kde dodatečnou strukturu představuje preferovaná faktorizace prostoru na podsystémy a prostorová metrika se konstruuje z entropie entanglementu mezi jednotlivými podsystémy. Ačkoli se jedná o velmi jednoduchý "toy model" emergentní geometrie, jeho vlastnosti dosud nejsou dobře pochopeny. Základní otázkou je, které stavy Hilbertova prostoru vedou na klasicky interpretovatelnou geometrii.

První kapitulu diplomové práce student věnoval teoretickému úvodu, který sahá od zavedení entropie, přes důkazy teorémů o jejích vlastnostech, termodynamiku černých děr a informační paradox až po popis kvazi-částicové interpretace emergence gravitace, kterou jsme se svými kolegy navrhli. Zde Petr ukázal, že je schopen studovat velmi samostatně a do hloubky; celá kapitola je napsána velmi pedagogicky a srozumitelně a může sloužit jako úvod do problematiky i pro jiné studenty.

Ve druhé kapitole pak student popisuje výpočetní metody, zejména výpočet matice hustoty a různé metody vkládání grafů do maximálně symetrických variet. Mezi ně patří metoda multi-dimenzionálního škálování. Všechny zmíněné metody student naprosto samostatně implementoval v softwaru Mathematica a příslušný kód je uveden v dodatcích.

Ve třetí kapitole jsou tyto metody aplikovány na konkrétní případy. Zde opět Petr projevil velkou invenci v generování klasicky interpretovatelných stavů a uvádí množství vizualizací konkrétních vložení. Problém se nepovedlo zodpovědět obecně, jelikož k tomu je nutný analytický, nikoli numerický přístup. To však bude vyžadovat mnohem hlubší vhled do věci a další studium, pro které v rámci diplomové práce není prostor.

Závěr. Student se začal seznamovat se složitou problematikou emergentních geometrií. Nastudoval velké množství teorie a příslušné numerické metody, které úspěšně implementoval a aplikoval, přičemž projevil velkou samostatnost a kreativitu. Z těchto důvodů práci **doporučuji uznat** jakou diplomovou práci.

Práci:

- doporučuji
 nedoporučuji

uznat jako diplomovou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

- výborně velmi dobře dobře neprospěl

Místo, datum a podpis vedoucího:

Martin Scholtz, Praha, 28. května 2019