Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy v Praze

☐ posudek vedoucího ☒ posudek oponenta
☒ bakalářské práce ☐ diplomové práce

Autor/ka: **Juraj Vrábel**
Název práce: **Generalized Metric and Gravity**
Studijní program a obor: **Obecná fyzika**
Rok odevzdání: **2014**

Jméno a tituly vedoucího/oponenta: **Vysoký Jan, Ing.**
Pracoviště: **Katedra fyziky, FJFI ČVUT v Praze**
Kontaktní e-mail: **vysokjan@fjfi.cvut.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/oponenta:
Práce se zabývá přirozenou kombinací dvou oblastí diferenciální geometrie. První je zobecněná geometrie, zkoumající geometrii zobecněného tečného fibrovaného prostoru, jeho symetrie a přidružené struktury, jakými jsou Courantova závorka a zobecněná metrika. Druhou oblastí je Riemannovská geometrie zkoumající variety vybavené metrickým tenzorem. Tyto nalézají svou největší fyzikální aplikaci v obecné teorii relativity. Existuje způsob, jak tyto struktury obohatit o 2-formu B, takzvané Kalb-Ramondovo pole, a to právě na základě zobecněné geometrie. Ukazuje se, že toto zobecnění má svou fyzikální aplikaci v teorii strun v podobě efektivní akce pro uzavřené bozonové struny.
Zvolené téma je pro studenta třetího ročníku velmi obtížné. Pisatel se musel seznámit se s více než základy moderní diferenciální geometrie a teoretické fyziky. Tohoto se autor zhostil se ctí a z práce je vidět, že teorii dobře porozuměl. I proto není divu, že spíše než o vlastní přínos se jedná o dobře provedenou kompilaci známých výsledků. Na druhou stranu se ovšem jedná o výsledky relativně nové. Za zajímavou pokládám poslední kapitolu, která činí zajímavé závěry na základě Einsteinových pohybových rovnic.

Matematické formulace v práci jsou srozumitelné a v pořádku, až na několik následujících chyb:

- Poznámka pod čarou 4 – frame fields nemusí být ortonormální, tvoží bázi TM a ne M.
- Tvrzení 1.2.1 platí jen pro metrickou konexi.
- V tvrzení 1.2.2 je překlep – platí jen LC konexi.
- Tvrzení 3.1.3 a 3.1.4 – zde se opakovaně objevují špatná znaménka u B. Důvodem je, že zobrazení $X \to i_{X}B$ má matici –B, ne B. Z tohoto důvodu mělo být správně V_{+} definováno jako graf $X + i_{X}(g - B)$, to samé pro V_{-}. Stejně tak pro dané konvence e^{B} má matici s –B, ne s B.
- Definice 3.3.1 a věta 3.3.1 – Definice R^{+} definuje objekt ve V_{+}, zatímco v následující větě se již pracuje s jeho projekcí zpátky na TM (jinak jej nelze porovnávat s Riemannovým tenzorem Levi-Civitovy konexe).
- Tvrzení 4.2.1 – není jasné, co se myslí tenzorem „symetrickým ve všech indexech“. Pokud je symetrický zvlášť v kovariantních a zvlášť v kontravariantních, trvzení v této podobě neplatí. Platí však pro čistě kontravariantní tenzory, což pro následující aplikaci stačí. Také by se mělo zmínit, že se uvažuje metrická konexe.
- Úplně poslední věta v kapitole 4 není pravdivá. Příčinou je zavádějící značení $\|T\|^{2}$. Je nutně $\|T\|^{2} > 0$?|

Matematické chyby nejsou závažného charakteru, je ale třeba být pečlivější při formulaci některých tvrzení.

Práce je napsána anglicky. Na anglickou prvotinu se jedná o gramaticky zdařilou práci, ačkoliv se autor občas pouští do poněkud krkolomných formulací, pro dané účely zbytečně složitých. Oceňuji však snahu nepsat strohým jazykem, číst práci je tak mnohem zábavnější.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:
V práci bylo několik drobných nejasných formulací, a proto bych se na ně chtěl zeptat.

- V definici Hodgeovy duality se hovoří o orientaci. Kde přesně tato orientace vstupuje do definice?
- Sekce 2.1. Opakovaně se hovoří o „nedegenerované bilineární formě" na vektorovém fibrovaném prostoru. Co přesně se tím myslí?
- Rovnice (2.1) – z čeho plyne, že pravý dolní blok musí být –A^{T}?
- Definice 3.2.1 definuje „zdvihy" z TM do V_{+/-}, a následně příklady i projekci na V_{+} a V_{-}. Je každý element V_{+/-} zdvihem nějakého elementu TM?
- Tvrzení 3.3.2 – Je rozdíl mezi "zobecněným Ricciho tenzorem" a obyčejným Ricciho tenzorem na M (pro jistou konexi na M)?

Práci
☒ doporučuji
☐ nedoporučuji
uznat jako diplomovou/**bakalářskou**.

Navrhuji hodnocení stupněm:
☐ výborně ☒ velmi dobře ☐ dobře ☐ neprospěl/a

Místo, datum a podpis oponenta:

Praha, 4. 6. 2014 Jan Vysoký