

Bakalářská práce Víta Beneše

Formulace Einsteinových rovnic pro numerickou relativitu

Posudek oponenta

Předmětem této bakalářské práce je odvození diferenciálních rovnic obecné teorie relativity vhodných pro jejich numerické řešení. První kapitola, která zabírá téměř polovinu práce je úvod do (pseudo)riemannovské geometrie obsahující standartní definice a vztahy. Ve druhé a třetí kapitole student odvozuje reformulaci Einsteinových rovnic vhodnou pro jejich stabilní numerické řešení. Jedná se o reinterpretaci známých postupů a jde tedy o práci rešeršní.

Téma je velmi náročné. Student se ho zhostil úspěšně a splnil všechny úkoly zadání i když se nevyhnul drobným chybám či formulačním nepřesnostem.

Drobné nepřesnosti:

- Definice (1.1): Pro ekvivalenci křivek v bodě se obvykle používá platnost (1.1) pro funkce hladké jen na okolí bodu.
- Str 6: Pokud autor zdůrazňuje, že matice $\frac{\partial y}{\partial x}$ je funkcí bodu na varietě(?!), bylo by vhodné zapsat vzorec (1.12) včetně nezávislých proměnných, t.j. $\tilde{V}^j(y) = \dots$
- Str 6: Autor libovolně přechází mezi pojmy kovektor a 1-forma. Bylo by dobré zvolit jen jeden z nich. Navíc 1-formou se obvykle myslí až kovektorové pole.
- V definici (1.16) je zřejmě zaměněno $\Omega(V)$ a $\omega(V)$.
- Str 9: Není vhodné používat pojem skalární součin, neboť (1.26) nezaručuje pozitivitu, která navíc pro používanou signaturu 3+1 neplatí.
- Na pravé straně vzorce (1.40) nemá být první člen.

- Tenzor torze (1.46) není (2,0) ale (2,1).

Otázky k obhajobě:

- Str 14: "V eukleidovkém prostoru určitě platí ...". To je předpoklad?
- Str 17: Co znamená že varieta je časově orientovatelná?
- Str 17: V čem spočívá výhoda (nutnost?) interpretovat symboly $T^{p_1, \dots, q_1, \dots}$ jako obecné tenzory a ne jako jejich složky v nějaké bazi? Jak se pak počítá např. hodnota pravé strany (2.5)?
- Str 17: Je zřejmé že lze zvolit funkci \hat{t} tak, aby nadplochy (2.1) byly prostorupodobné?
- Str 18 pod (2.7): $n^a \omega_a = 1$? Jaký je rozdíl mezi n_a a ω_a ?
- Str 19: Odkud plyne (2.13)?
- Str 19 pod (2.15): Kontrakce Riemanova tenzoru R^a_{bcd} se provádí metrikou g nebo γ ?
- Str 26: Diskuse okolo tvaru γ^{ab} pod vzorcem (2.64) mi není jasná. Prosím o její rozvedení. Platí $\gamma^{ij} \gamma_{jk} = \delta^i_k$?

Po zodpovězení výše uvedených dotazů navrhuji hodnocení B - velmi dobře.

Praha 20.8.2021

L. Hlavatý