

# Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy v Praze

posudek vedoucího  posudek oponenta  
 bakalářské práce  diplomové práce

Autor: Bc. Marek Soukup  
Název práce: Možnosti prezentace základů speciální teorie relativity  
Studijní program a obor: Fyzika; učitelství fyziky-matematiky pro střední školy  
Rok odevzdání: 2015

Jméno a tituly vedoucího: doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.  
Pracoviště: katedra didaktiky fyziky MFF UK  
Kontaktní e-mail: leos.dvorak@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 oponenta:**

Autor v práci po krátkém shrnutí některých základních poznatků a vztahů speciální teorie relativity (STR) prezentuje stručnou rešerši několika knih, které se věnují úvodu do této teorie. Další, mnohem rozsáhlejší část rešerše je věnována interaktivním elektronickým „nástrojům“, přibližujícím formou animací některé jevy a děje STR. Tyto nástroje autor popisuje jak z technické, tak z uživatelské stránky a komentuje i jejich možnou použitelnost ve výuce na českých školách. Tato rešerše (zahrnující asi 40 nástrojů) může být velmi užitečná pro kohokoli, kdo chce podobné nástroje využít ve výuce. Ve zbytku druhé kapitoly autor uvádí některé miskoncepce v oblasti teorie relativity a uvažuje, jak by elektronické nástroje mohly pomoci tyto miskoncepce překonávat.

Jádrem diplomové práce Bc. Marka Soukupa ovšem bylo vytvoření šesti nových nástrojů: pěti interaktivních animací a navíc jednoduchého „relativistického kalkulátoru“. Vycházel přitom z poznatků získaných v rámci rešerše. V třetí kapitole velmi krátce zmiňuje technologie, které pro vytvoření zmíněných nástrojů použil (a důvody, které k tomu vedly), ve čtvrté kapitole se věnuje koncepci vytvořených nástrojů, až po úvahy o tom, jaké žakovské koncepce by mohly rozvíjet. V páté kapitole podrobně popisuje vytvořené interaktivní simulace: Galileiho transformaci (jež slouží k úvodu do problematiky a je samostatně využitelná i ve výuce klasické mechaniky), Skládání rychlostí (jež názorně ilustruje i Lorentzovu transformaci), Relativitu současnosti a dvě animace týkající se Dilatace času pomocí světelných hodin. Popisuje též zmíněný Relativistický kalkulátor.

Textovou část práce doplňuje stručný, ale výstižný závěr a seznam literatury čítající 27 položek. Příloha v elektronické formě obsahuje jednak zmíněné interaktivní animace a relativistický kalkulátor a navíc i návrhy čtyř pracovních listů a odpovědí na otázky a úkoly v nich zadané.

Textová část práce má 57 stran, což ale nevyovídá dostatečně o celkovém rozsahu práce. I pokud nezapočítáme dalších 15 stran pracovních listů a odpovědí na jejich úlohy, je hlavním výsledkem zmíněných šest „elektronických nástrojů“ využitelných ve výuce STR na střední škole i např. na VŠ při přípravě budoucích učitelů. Jejich tvorbě, úpravám a doladování věnoval autor skutečně velké množství času a sil a dle mého soudu je to na výsledku znát. Vyvinuté interaktivní animace budu velmi rád používat ve svých vlastních přednáškách pro budoucí učitele fyziky a myslím, že bude užitečné šířit je mezi fyzikáře na středních školách.

Rád bych na tomto místě ocenil zaujetí a vytrvalost, s níž Marek Soukup k vytváření interaktivních animací přistupoval. Naše diskuse o tom, co a jak pro uživatele zobrazovat a jak udělat animace co nejnázornější a přitom dostatečně obecné, byly dlouhé a většinou vedly k tomu, že by bylo dobré zkusit to či ono přidat, upravit, předělat. Marek ke všem těmto zásahům přistupoval trpělivě, uvážlivě, a přitom s velkou mírou samostatnosti a dobrého pochopení problematiky. Nemluvě o tom, jak zvládl programátorskou stránku celého vývoje; do této oblasti jsem coby vedoucí práce vůbec neviděl a nevstupoval, ta je celá naprosto jeho dílem.

Podobně musím ocenit, jak si Marek poradil s textem práce; dle mého soudu je psán kultivovaně a s porozuměním; podobně je k tomu i u stručných návodů k jednotlivým animacím.

Neubráním se ovšem i několika málo kritickým poznámkám. Na dodělánání práce zbylo v konečné fázi relativně málo času. Kvůli tomu jsem finální podobu práce bohužel neviděl před jejím vytištěním a odevzdáním; to se týká zejména pracovních listů a odpovědí na úlohy v nich zadané.

Některé drobnosti by dle mého názoru v textu práce bylo dobře poopravit, např. tvrzení v poslední větě na s.6: „Toto zkosení je ve shodě s existencí kontrakce délek a dilatace času, kteréžto jevy je možné z diagramů odečíst.“ (K tomu, abychom mohli z prostoročasového diagramu odečíst kontrakci délek nebo dilataci času, je třeba v diagramu vyznačit jednotky na všech osách, což

v Obr. 4 není provedeno. Zkosení samotné jasně ilustruje spíše relativitu současnosti, což v autorově textu na daném místě není uvedeno.) Jazykovou korekturu by si zasloužila anglická verze abstraktu. Musím ovšem poznamenat, že i mně při „předfinálním posouzení“ unikla chyba ve vztahu (1.7) (v prostředním členu je přehozen čítatel a jmenovatel). Podobně překlep ve jménu autora v pramenu [22] (příjmení prvního autora je Sherr, nikoli Scherr; na s.29 je přitom jméno uvedeno dobře). Další podobné drobnosti asi není nutno do tohoto posudku uvádět, sdělím je přímo autorovi.

Pokud se pracovních listů a odpovědí týká, podle mého názoru je nutno je v současné podobě považovat spíše za návrh, který bude nutno podrobně oponovat a upravit. (Sám k nim mám řadu připomínek od typografických detailů typu, že veličiny nejsou psány kurzívou, po návrhy na doplnění textu dalšími obrázky, náměty na rozšíření komentářů apod. Mé hodnocení na první stránce posudku o téměř žádných tiskových chybách a velmi dobré grafické a formální úrovni se na pracovní listy a odpovědi nevztahuje.) K potřebným úpravám pracovních listů bych rád poznamenal, že v zásadách pro vypracování práce byl původně uveden bod nechat vytvořené materiály posoudit lidmi z řad fyziků a učitelů fyziky. Vzhledem k tomu, že autor vytvořil „elektronické materiály“ (zejména interaktivní animace), které svými vlastnostmi převyšovaly původně plánovanou představu, dohodli jsme se, že posuzování a ověřování těchto materiálů do dané diplomové práce nezahrneme; za toto rozhodnutí nesu tedy odpovědnost já coby vedoucí práce. (Krátké posouzení vytvořených animací přitom proběhlo v rámci předobhajoby dané diplomové práce.) Zjevně ale oponentura a posuzování zejména pracovních listů a příslušných odpovědí bude nezbytnou další fází, než budou dané interaktivní animace nabídnuty širší učitelské veřejnosti.

Uvedenými kritickými připomínkami nechci snižovat celkové hodnocení práce Marka Soukupa. Vést jeho diplomovou práci byla radost a věřím, že jím vytvořené animace se ve výuce teorie relativity jak na SŠ tak na VŠ dobře uplatní.

### **Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:**

Plánuje autor ještě podrobit vyvinuté nástroje a vytvořené pracovní listy expertnímu posouzení učitelů ev. ověření ve výuce a následně pracovní listy upravit do finální podoby?

Ač byly interaktivní animace původně zamýšleny pro využití na PC, lze je v prohlížeči spustit i na tabletech (ověřeno na tabletu s Androidem 4.4); bez myši ovšem nefungují posuvníky např. pro nastavení rychlosti a času. Bylo by možno dané nástroje upravit tak, aby byly ovladatelné i na přístrojích s dotykovými displeji (např. na tabletech)?

### **Práci**

- doporučuji
  - ~~nedoporučuji~~
- uznat jako diplomovou

Místo, datum a podpis vedoucího:

V Praze, 17. 8. 2015