

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autorka: Martina Chamrová
Název práce: Brachistochrona v teorii a v pokusech
Studijní program a obor: Fyzika / Fyzika zaměřená na vzdělávání
Rok odevzdání: 2018

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 vedoucího:

Práce Martiny Chamrové sestává ze čtyř kapitol doplněných, kromě Úvodu a Závěru, pěti přílohami a dvěma přílohami na DVD. Na bakalářskou práci je poměrně rozsáhlá, má 82 stran, z toho 62 stran vlastního textu (bez příloh, seznamů tabulek apod.); seznam literatury čítá 13 položek.

První kapitola je stručným úvodem do problému, druhá pak prezentací několika řešení, které lze najít v literatuře. Tato část může vhodně rozšířit obzor čtenářům, kteří se dosud setkali třeba jen s metodou řešení využívající variačního počtu. Autorka zde také v zájmu přehlednosti poněkud sjednocuje značení z různých pramenů.

Třetí kapitola přináší vlastní výsledky autorky. Jednak zde porovnává časy pohybu po několika vybraných křivkách (cykloida, úsečka, několik kružnic resp. kruhových oblouků, parabola a hyperbola) získané numerickým výpočtem v několika konkrétních případech. Výsledky dávají čtenáři představu, jak moc se časy pohybu liší, tj. „o kolik lepší“ je cykloida oproti ostatním křivkám. Další část kapitoly je věnována realističtějšímu případu pohybu, kdy jde o pohyb se smykovým třením. Autorka zde uvádí přibližné řešení nalezené v literatuře. (Ukazuje se, že toto řešení má faktické chyby, nicméně dává pro pohyb se třením menší čas než cykloida.) Autorka opět porovnává časy získané numerickým řešením pro několik různých křivek; ukazuje mimo jiné, že pro pohyb se třením může být kružnice výhodnější křivkou než cykloida. V další části se pak věnuje pohybu, který není klouzáním, ale valením. Upozorňuje, že v případě bez tření a bez prokluzování je pro nejkratší čas křivkou, po níž se pohybuje střed valícího se tělesa, opět cykloida – ovšem křivka, po níž se těleso valí, už cykloidou není. Dále se věnuje energetickým ztrátám při valení s prokluzováním. (Prokluzování nutně musí nastat při skutečném pohybu, který začíná směrem svisle dolů, jak je tomu např. u cykloidy.) Poslední část třetí kapitoly porovnává numericky vypočtené časy pohybu (bez tření) po cykloidě a po přiblížení cykloidy pomocí úseček, tedy vlastně nakloněných rovin.

Čtvrtá kapitola popisuje několik provedených experimentů. Jednak jde o pokusy zjišťující energetické ztráty při valení s prokluzováním; konkrétně při valení po kružnici resp. válcové ploše. Dále jde o měření časů pro kuličku valící se po třech různých křivkách: přímce, kružnici a cykloidě a to jak v případě, že jde o pohyb ve svislé rovině, tak v případě, kdy je tato rovina nakloněna o dva různé úhly. (Při naklonění roviny jsou časy pohybu delší, což činí tuto variantu pokusu vhodnější pro sledování daného pokusu; toto by se mohlo výhodně použít např. při demonstraci tohoto pokusu.)

Přílohy pak obsahují detaily některých rovnic křivek, další grafy, časy pohybu získané numerickými výpočty na více desetinných míst, chyby měření v pokusech při měření času pohybu po daných křivkách apod. Přílohy na DVD prezentují videozáznamy a fotografie pokusů.

Rád bych zdůraznil, že téma práce si autorka našla a zvolila sama a v průběhu řešení bakalářské práce pracovala velmi aktivně. Sama například prováděla numerické výpočty časů pohybů v programu Mathematica, zajišťovala pomůcky pro pokusy a prováděla měření, jejich natáčení i analýzu. Pracovitost autorky je zřejmá již z rozsahu práce, její pečlivost pak z kvality výsledného zpracování. Celkově bych její přístup k práci (včetně reakcí na mé připomínky) rád velice ocenil. Obecně mohu konstatovat, že interakce s autorkou přinášela řadu podnětů a nápadů a bylo radostí její práci vést.

Pokud se použitelnosti dané práce týče, věřím, že bude zajímavá pro všechny čtenáře, kteří se budou chtít blíže seznámit s úlohou, která bývá na popularizační úrovni prezentována i experimenty například v science centrech. Práce navíc přináší podněty pro ty, kdo budou chtít podobné pokusy vylepšovat a precizovat.

V průběhu řešení bakalářské práce se opakovaně ukazovalo, že ač úloha o brachistochroně není nejmladší, přináší nové a nové zajímavé otázky a problémy. V tomto smyslu předložená práce samozřejmě není a nemůže být nějakým „posledním slovem“ k dané problematice. Pokud se týče pohybů v případě skutečných pokusů, práce spíše upozorňuje na to, že reálně je situace výrazně komplikovanější než v případě idealizovaných učebnicových modelů. Osobně jsem přesvědčen, že právě to, že otevírá nové problémy, na nichž bude zajímavé dále pracovat, je jedním z aspektů, které činí bakalářskou práci Martiny Chamrové cennou a přínosnou.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

K autorce nemám zásadní otázky, průběžně jsme si věci vyjasňovali při přípravě práce. Možným námětem do diskuse by mohlo být, v jakých směrech by bylo zajímavé na práci dále navazovat.

Práci

doporučuji
 ~~nedoporučuji~~
uznat jako bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně ~~velmi dobře~~ ~~dobře~~ ~~neprospěl/a~~

Místo, datum a podpis vedoucího:

V Praze, 11. 6. 2018, Leoš Dvořák