

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor: **Martin Urban**

Název práce: **Pokusy z mechaniky pro budoucí učitele fyziky**

Studijní program a obor: Fyzika, Fyzika zaměřená na vzdělávání

Rok odevzdání: 2021

Jméno a tituly oponenta: RNDr. Petr Kácovský, Ph.D.

Pracoviště: KDF MFF UK

Kontaktní e-mail: petr.kacovsky@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:

Předkládaná práce se zabývá dvěma modelovými experimenty zaměřenými na problematiku valení a valivého odporu, a to jak jejich teoretickým popisem, tak reálným provedením, proměřením a porovnáním s teorií.

V úvodní rešerši autor prochází čtyři předem zvolené prameny – časopisy MFI a Physics Education, sborníky Veletrhu nápadů učitelů fyziky a knihu demonstračních experimentů Roberta Ehrlicha [1]. Práce neodpovídá na otázku, proč a jak byly vytipovány právě tyto zdroje, každopádně výsledky rešerše jsou poměrně skromné a ochuzené například o existující články z časopisů The Physics Teacher nebo European Journal of Physics (relevantních jsou jednotky). Za zmínku by ale jistě stálo, že v roce 2013 vznikla v Brně v rámci SOČ práce *Experimentální studium valivých pohybů* [2], která má s prací bakalanta značné průsečíky (odvození zrychlení kuličky při pohybu po kolejnici, zpracování měření v Trackeru). Tato práce poté zvítězila v soutěži mladých evropských vědců a je základem článku [3] publikovaného v European Journal of Physics; vlivem zvoleného přístupu, kdy jsou rešeršovány jen předem zvolené zdroje, byla ale i tato práce „přehlédnuta“, což mě vede k jistým pochybnostem nad užitečností rešerše (byť autor přiznává, že šlo o rešerši nekompletní).

Další struktura práce je poměrně přehledná, zvážil bych jen prohození pořadí kapitol 2 a 3 – kapitola 3, která je čistě teoretická, od sebe nepřírozeně odděluje kapitoly 2 a 4, které se obě zabývají experimentální procedurou a informace v nich se někdy dublují. V kapitole 3 velmi oceňuji kvalitně a srozumitelně popsaná teoretická odvození – cenné je zejména poukázání na to, že k hledanému výsledku vedou různě pracné cesty postavené na různě náročném matematickém aparátu. Možná by se dalo věnovat více pozornosti tomu, co vlastně je a čím je ovlivněno rameno valivého odporu, ale to je skutečně detail, teorie je sepsána velmi pěkně.

Naopak v kapitole 4 vidím výraznější nedostatky, a to ve dvou ohledech. Prvním je způsob prezentace výsledků jako takových – v kapitolách 4.1 a 4.2 se na třech stranách (zejména str. 27 a 28) opakuje tentýž odstavec textu, do kterého jsou jen dosazovány různé číselné hodnoty, které by přehledněji mohla sdělit jediná tabulka. Zvolený přístup autora by snad byl akceptovatelný v seminární práci na střední škole, ale po absolvování třech semestrů fyzikálního praktika na MFF budí rozpaky.

Za druhé slabé místo považuji diskusi nepřesností, chyb a vlivů, které mohou měření ovlivňovat. Na str. 2 je uvedeno, že „...*(v kapitole 4) jsou diskutovány faktory ovlivňující měření a chyby měření*“ – to je ale velmi nadsazené tvrzení. Dopočtené údaje (ať už zrychlení nebo rameno valivého odporu) nejsou uvedeny s žádnými odhady chyb měření – nejsou odhadnuty směrodatné odchylky ani relativní chyby. Dle práce se také zdá, že žádné měření nebylo za identických parametrů natočeno a vyhodnoceno vícekrát, aby byla ověřena opakovatelnost videoanalýzy. Zcela jsou pominuty nepřesnosti pramenící ze samotné analýzy v SW Tracker – např. úhlové zkrácení scény při natáčení videa či volba kalibrační tyče. Navzdory uvedenému jsou ale hodnoty zrychlení udávány na tři platné cifry. Chápu, že autora uspokojila slušná shoda experimentu s teorií, nicméně v akademické práci bych elementární diskusi zdrojů nepřesností a jejich významnosti (alespoň intuitivně vnímané) očekával, zejména když je práce s daty mezi hlavními deklarovanými výstupy práce (bod 3 *Zásad pro vypracování*). Náznak takové diskuse najdeme pouze ve druhém odstavci na str. 30 v souvislosti s měřením vzdálenosti kolejniček, ale srovnatelných vlivů bude jistě více; navíc mi není jasné, proč zrovna měření vzdálenosti by mělo být zdrojem podstatných nepřesností.

Bod 5 *Zásad pro vypracování* nebyl podle mého názoru přímo naplněn, ale jeho splnění z větší části pokrývá splnění bodů 3 a 4. Rozsah práce je ale i tak standardní a vzhledem k nutnosti provést analýzu 18 videozáznamů muselo být autorem investované úsilí jistě netriviální.

Grafická stránka práce je dobrá, a to s několika drobnými připomínkami:

- všechny zlomky (a některé další znaky) se vykreslují neostře (zřejmě problém exportu do pdf),
- v autorových náčrtcích situací nejsou veličiny skloněným písmem,
- fotky by byly pro tištěnou podobu práce tmavé a málo kontrastní, v elektronické verzi je jejich kvalita přijatelná.

Práce prakticky neobsahuje gramatické chyby. Surová data jsou přiložena na CD, za vhodnější bych ale považoval jejich přiložení v podobě elektronické přílohy do SISu.

Práci jako celek doporučuji uznat jako práci bakalářskou, nicméně pro další práci autora bych chtěl zdůraznit, že způsob naložení s naměřenými daty považuji za nevhodný.

Literatura

- [1] Ehrlich, R. (1990). *Turning the World Inside Out and 174 Other Simple Physics Demonstrations*. New Jersey: Princeton University Press.
- [2] Vozdecký, L. (2013). *Experimentální studium valivých pohybů* [Středoškolská odborná činnost]. Vyškov: Gymnázium a Střední odborná škola zdravotnická a zemědělsko-ekonomická Vyškov.
- [3] Vozdecký, L., Bartoš, J., & Musilová J. (2014). Rolling friction – models and experiment. An undergraduate student project. *European Journal of Physics*, **35**(5), 1-16.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

- 1) Domnívám se, že vztahy (2), resp. (29) mají důležitý předpoklad, který je ve zkoumaných situacích rozhodně splněn, ale v obecném odvození by mohl být explicitně zmíněn. Mohl by autor tento předpoklad okomentovat?
- 2) V kapitole 3.1.5 se autor věnuje otázce toho, jak se vypořádat s nerovným stolem, navržený způsob je experimentálně i matematicky elegantní. V jiné části experimentů se ale pracuje s mobilní aplikací, která (dle autora korektně) měří sklon s přesností na jednotky úhlových minut. Nebylo tedy snazší použít tento sklonoměr k tomu, abychom sklon stolu přímo změřili a případně stůl podložili tak, aby byl skutečně vodorovný?
- 3) V kapitole 3.1.5 je věnována značná matematická pozornost situaci, kdy je sklon stolu rovnoběžný se směrem pohybu kuličky. Zabýval se autor také situací, kdy je tento sklon kolmý na směr pohybu, resp. kdy je lišta profilu L ukloněna více na jednu stranu a přítlačné síly na její stěny tedy nejsou stejně velké?
- 4) Vztah (12) předpokládá kinetickou energii ve tvaru kmv^2 . Bylo by možné uvést nějaké argumenty, proč právě tento tvar?

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis oponenta:

Praha, 26. 8. 2021
Petr Kácovský