

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autorka: Bc. Martina Chamrová
Název práce: Kyvadlo nejen z pohledu střední školy
Studijní program a obor: Fyzika, Učitelství fyziky - Učitelství matematiky
Rok odevzdání: 2021

Jméno a tituly vedoucího: doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.
Pracoviště: katedra didaktiky fyziky
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:

Diplomová práce Martiny Chamrové se týká objektu zdánlivě jednoduchého, dobře známého a ve výuce fyziky běžně využívaného a v učebnicích mnohokrát popsáno. Ovšem jak ukazují i práce, na něž autorka odkazuje, ne vždy je učebnicový výklad podán správně a nezkresleně. Navíc málokdy postihuje bohatství objektů, které se jako kyvadlo chovají, resp. jsou jako kyvadlo označovány. Pro učitele i studenty by proto bylo vhodné mít k dispozici přehled, který popíše různé typy kyvadel, jejich význam v historii fyziky i měření času, srozumitelně popíše jejich vlastnosti a odvodí příslušné vztahy například pro periodu a odkáže na prameny, kde najde zájemce bližší podrobnosti.

Právě takovýmto zdrojem přehledně a pochopitelně podaných informací a odvození je posuzovaná diplomová práce. Nejde zde jen o fyziku, ale i o její výuku, tedy o to, jak je dané téma pojednáno na různých úrovních českých škol a jaké možnosti reálných i simulovaných experimentů s kyvadly se užívají i na mezinárodní úrovni. Navíc autorka představuje jednoduché pomůcky, které vytvořila, a měření s nimi provedená; výsledky měření přitom srovnává s teoretickými předpověďmi.

První kapitola stručně informuje o historii kyvadel a jejich využití. Kromě řady přehledně podaných informací čtenáře odkazuje na více než třicet položek v seznamu literatury.

Druhá kapitola pak podává přehled, jak je téma kyvadlo zpracováno na různých úrovních škol, od základních až po vysoké. Čtenář zde najde například středoškolské odvození pohybu rovinného matematického kyvadla včetně upozornění na miskoncepce, které se týkají působících sil. Na vysokoškolské úrovni pak pět různých způsobů odvození periody pro malé výchylky (od odvození z 2. Newtonova zákona po Hamiltonovy rovnice) a také dostatečně podrobné odvození periody pro velké výchylky, což umožňuje také diskutovat, proč se často uvádí, že vztah pro periodu pro malé výchylky platí do amplitudy 5° . Tím teoretická odvození nekončí, je zde například odvození pohybu sférického kyvadla při malých výchylkách a ukázka stáčení roviny kyvu při větších výchylkách, což autorka provedla numerickým výpočtem v programu Mathematica a ilustrovala příslušnými grafy.

Třetí kapitola se pak věnuje demonstračním experimentům, apletům, animacím a laboratorním pracím. Jsou zde odkazy na řadu zdrojů, kde mohou učitelé hledat náměty a návody na reálné pokusy, od českých knih přes sborníky *Veletrhu nápadů učitelů fyziky* až po internetové zdroje jako servery *Institute of Physics*, *ComPADRE* a další. Další část kapitoly informuje o českých i zahraničních apletech, které mohou sloužit k virtuálním pokusům a pomoci lépe pochopit problematiku. Vlastnosti apletů jsou zde komentovány a autorka upozorňuje i na některá jejich omezení a nedostatky. Stručně jsou zmíněny i vzdálené experimenty a podrobněji pak některé laboratorní práce. O tom, jak široký rozsah zdrojů autorka v této kapitole zpracovala, svědčí i počet příslušných položek v seznamu literatury – je jich přes sto deset.

Ve čtvrté kapitole se autorka věnuje teoretickému rozboru popisu pohybu čtyř vybraných druhů kyvadel: Foucaultovu, Huygensovu (tedy cykloidálnímu), Machovu a Maxwellovu. Například podrobné odvození pohybu Foucaultova kyvadla bude užitečné pro řadu studentů a dalších zájemců, podobně tomu bude s důkazem, že perioda cykloidálního kyvadla nezávisí na výchylce.

V následující kapitole pak autorka popisuje jednoduché pomůcky, které realizují výše uvedené typy kyvadel a prezentuje výsledky pokusů a měření s těmito pomůckami. Výsledky měření jsou podrobněji uvedeny v přílohách; nahrané videozáznamy pokusů dala autorka na DVD k dispozici katedře.

Teoretická odvození prezentovaná v druhé a čtvrté kapitole vycházejí samozřejmě prakticky vždy z odvození uvedených v literatuře. Ovšem díky sjednocení značení, přehledným obrázkům, doplnění detailů odvození (aby byla pro čtenáře dostatečně jasná a neobsahovala myšlenkové skoky) a ilustraci výsledků pomocí grafů (viz např. obr. 2.6 a 2.11) nejde o prosté přebírání

výsledků z literatury, ale je zde i originální vklad autorky. Původní jsou samozřejmě vytvořené pomůcky a měření s nimi provedená.

O rozsahu celé práce nesvědčí jen celkový počet 126 stran, ale i množství uvedených zdrojů: Přes dvě stě osmdesát položek v seznamu literatury se myslím u práce z didaktiky fyziky na MFF vidí málokdy, pokud vůbec.

Práce je podle mého názoru psána srozumitelně a čtivě a oceňuji i její výslednou grafickou podobu. Ocenit bych chtěl i pracovitost diplomantky a to, že samostatně přicházela s náměty, co ještě do práce zařadit. Bylo radostí tuto práci vést.

Věřím, že práce bude přínosem pro současné i budoucí učitele fyziky, kteří budou chtít kyvadlo ať už v kterékoli jeho podobě využít ve své výuce. V práci najdou jak historické souvislosti a podrobné vysvětlení a odvození chování různých typů kyvadel, tak náměty na jednoduché pomůcky a pokusy s nimi – přičemž z prezentovaných výsledků měření získají dobrou představu, s jak velkými nepřesnostmi mohou u měření s uvedenými jednoduchými pomůckami počítat.

Samozřejmě, že ani takto rozsáhlá práce nemůže postihnout celou problematiku spojenou s kyvadly. (Jako další zajímavé problémy by šlo zmínit třeba Kapicovo kyvadlo, možné chaotické chování, např. v případě dvojkyvadla, pružné kyvadlo apod.) Prostor pro další zájemce o uvedenou problematiku je tedy ještě značný. Jsem přesvědčen, že diplomová práce Martiny Chamrové bude i pro případné další zájemce spolehlivým zdrojem základních informací a dobrým východiskem.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

Nemám žádné speciální otázky,
při vedení práce jsme si všechny otázky a připomínky s diplomantkou vyjasnili.

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího:

v Praze, 24. 7. 2021