

Posudek oponenta bakalářské práce

Název: Měření ohniskové vzdálenosti čoček

Autorka: Lucie Tvrdíková

Vedoucí BP: RNDr. Michaela Křížová, Ph.D.

Oponent BP: doc. RNDr. Jan Kříž, Ph.D.

Stručná charakteristika:

Lucie Tvrdíková se ve své bakalářské práci zabývá geometrickou optikou, zejména zobrazováním čočkami. Bakalářská práce má 58 stran a obsahuje tři logické části. První část (kapitola 1) je věnována velmi stručnému popisu historického vývoje celé optiky. Kapitoly 2 – 5 jsou již věnovány speciálně čočkám. V této části je obsažena i praktická část práce – měření ohniskové vzdálenosti čoček různými metodami. Poslední část je pak věnována výrobci speciálních optických pomůcek pro zrakově postižené lidi.

Hodnocení:

Téma předkládané práce je, podle mého názoru, vhodné pro bakalářskou práci v oboru Fyzika se zaměřením na vzdělávání, jehož je autorka studentkou. Kapitoly 1 – 4 jsou rešeršní, vlastní práci autorky je měření obsažené v kapitole 5.

Lze konstatovat, že se Lucii Tvrdíkové podařilo splnit zadání bakalářské práce. Nicméně forma, jakou jsou autorčiny výsledky prezentovány, vyžaduje velké množství komentářů a připomínek, z nichž některé uvádím níže. V práci jsou obsažena nepřesná, či dokonce fyzikálně chybná tvrzení, chyby se vyskytují i ve zpracování výsledků měření. Závěry, které Lucie Tvrdíková ze svým měření vyvozuje, nejsou dostatečně zdůvodněná.

Práce není příliš kvalitní ani po jazykové stránce, obsahuje také jisté množství formálních chyb, viz níže.

Závěr hodnocení:

Celkově konstatuji, že předložená práce ještě splňuje požadavky kladené na práce bakalářské. V případě uspokojivých reakcí studentky při obhajobě doporučuji práci k obhájení.

Připomínky a dotazy k obhajobě

1. Některé formální a jazykové nedostatky:
 - a) číslice se píší v označení veličin normálním řezem písma, nikoliv kurzívou
 - b) v tabulkách měření silně doporučuji nahradit formát „veličina [jednotka]“ formátem „veličina/jednotka“
 - c) špatné označení „podkapitol“ kapitoly 4 symboly 5.1-5.5 místo 4.1 – 4.5
 - d) autorka často v textu opakuje několikrát totéž, např. na straně 19 dvakrát píše, že F označuje předmětové ohnisko čočky, F' obrazové ohnisko a f ohniskovou vzdálenost

- e) v anglické anotaci chybí v prvním řádku předložka „of“ mezi slovy „length“ a „lenses“, na druhém řádku chybí záporka „not“, sloveso „describe“ na druhém řádku má být ve třetí osobě jednotného čísla (s „s“ na konci), v poslední větě není přísudek.
- f) některé věty nedávají z jazykového hlediska dobrý smysl, např.: „Tvary spojkek jsou dvojvypuklá, ploskovypuklá a dutovypuklá znázorněné na obr. 3.“
2. Na straně 8 se tvrdí: „Převrácenou hodnotu ohniskové vzdálenosti známe jako dioptrii.“ To není pravda! Jak nazýváme převrácenou hodnotu ohniskové vzdálenosti? Co je to tedy dioptrie? S tím souvisí i tvrzení na straně 31: „Optická mohutnost vyjadřuje zakřivení čočky“. S tímto tvrzením lze souhlasit. Jak ale na základě této jediné zmínky o optické mohutnosti určím, zda má optická soustava kladnou nebo zápornou optickou mohutnost.
 3. Na straně 19 je symbolem f označena „vzdálenost předmětového ohniska od středu čočky“ a symbolem f' „vzdálenost obrazového ohniska od středu čočky. Mohou se tyto dvě vzdálenosti lišit?
 4. V úvodu autorka slibuje odvození zobrazovací rovnice tenké čočky v kapitole 3. Očekával bych, že vyjde ze Snellova zákona, resp. z jeho aproximace pro paraxiální paprsky. Snellův zákon ale není v celé práci explicitně uveden (zmíněn je pouze v historickém úvodu). Místo toho jsou čtenáři předloženy jako platné velmi netriviální vztahy (1) a (2) na straně 23, spolu s výrazem (5) na straně 24. Z těchto třech rovnic lze skutečně zobrazovací rovnici tenké čočky velmi snadno získat, zajímavé je ale odvození zmíněných tří rovnic.
 5. Velmi bych uvítal, kdyby od třetí kapitoly byla jasně definovaná znaménková konvence. Ty lze používat různé, autorka to ale vůbec nezmiňuje.
 6. Na straně 26 se píše: „Ohnisková vzdálenost je vzdálenost mezi středem čočky a rovinou, kde se protínají všechny přímky, které čočkou projdou.“ Troufnu si tvrdit, že dvě přímky zvané rovnoběžné mohou projít čočkou a při tom se nikde neprotnou. Toto tvrzení by zcela jistě nebylo pravdivé ani po nahrazení slova „přímky“ slovem „paprsky“. Ohnisková vzdálenost je přitom v předchozím textu již definována.
 7. Trochu vytržený z kontextu mi přijde odstavec o olympiádě EUSO na straně 26. Chápal bych jeho zařazení po následujícím odstavci řešícím, na kterém stupni škol se žáci o čočkách, ohniskových vzdálenostech a zobrazovacích rovnicích učí, v případě, že by bylo jasně řečeno, pro jaké ročníky je olympiáda EUSO určena.
 8. Nelíbí se mi slovní spojení: „bereme velikost záporně“ na straně 27. A nejen proto, že velikost je z principu vždy kladná.
 9. Na straně 28 jsou definovány hlavní roviny chybně. Kdyby bylo tvrzení, které autorka uvádí pravdivé, znamenalo by to, že hlavní roviny leží pro tenkou čočku ve vzdálenosti $4f$ od středu čočky. To není pravda!
 10. U vlastního měření mám připomínky ke zpracování měření. Autorka ve všech případech provedla 10 měření s různými parametry (typicky různou předmětovou vzdáleností). Pro každé měření vypočetla ohniskovou vzdálenost a následné zpracování spočívalo ve výpočtu aritmetického průměru ohniskových vzdáleností a určení směrodatné odchylky. Tedy metodami pro zpracování přímo měřené veličiny hodnotila veličinu vypočtenou. Toto by bylo oprávněné v případě, že by ohnisková vzdálenost byla určena ve všech případech s přibližně stejnou přesností danou metodou a měřidly. Oprávněné to je jistě u metody přímé a Besselovy, ale určitě ne u

měření pomocí zvětšení. V jednotlivých měřeních se totiž relativní chyba měření zvětšení (daná přesností měřidel) řádově mění! Minimálně v tomto případě bych doporučoval určit ohniskovou vzdálenost vhodnou lineární regresí. Zajímavé je, že při použití délkového měřidla s nejmenším dílkem stupnice 1 mm získává Lucie Tvrdíková ohniskovou vzdálenost s přesností na desetiny milimetru. Z tohoto pohledu bych doporučoval do chyby měření zahrnout i chybu měřidla, která ve zpracování uvažována nebyla.

11. V tabulce 2 na straně 37 je chybně vypočten aritmetický průměr i směrodatná odchylka. Při správném výpočtu by autorka dospěla ke stejnému výsledku jako v případě přímé metody.
12. Považuji za redundantní v bakalářské práci na několik řádků vysvětlovat, jak se počítá aritmetický průměr.
13. Jak vysvětlíte, že při měření ohniskové vzdálenosti stejné čočky různými metodami získáte jiný výsledek (např. u přímé metody a metody pomocí zvětšení)? Intervaly dané směrodatnou odchylkou jsou disjunktní!
14. Proč byla při měření ohniskové vzdálenosti laserem provedena jenom tři měření? Jakékoliv statistické zpracování pro tři měření ztrácí smysl.
15. Komentovat přesnost měření různými metodami na základě prezentovaných výsledků není možné, vzhledem k bodu 13 výše. Spíše se autorka měla zamyslet nad tím, zda nějaká odchylka nebyla určena chybně nebo zda nějaké měření nebylo zatíženo systematickou chybou.