



Přírodovědecká  
fakulta

Univerzita Palackého  
v Olomouci

Katedra experimentální fyziky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého  
tř. 17. listopadu 1192/12, CZ-771 46 Olomouc  
tel.: 585 634 103 fax: 585 634 002 (sekretariát děkana PŘF UP)  
e-mail: lukas.richterek@upol.cz

Oponentský posudek na disertační práci

## Elektřina a magnetismus vlastníma rukama a hlavou

Autor: Mgr. Věra Koudelková

Škola: Univerzita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta, katedra didaktiky fyziky

Studijní program a obor: Fyzika, Didaktika fyziky a obecné otázky fyziky

Vedoucí práce: doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

Předložená disertační práce se zabývá jasně a dobře vymezenou problematikou - porozuměním učivu a zejména základním představám (konceptům) z tematického celku elektřina a magnetismus na úrovni střední školy, popř. v úvodním vysokoškolském kurzu fyziky. Zvolené téma odpovídá moderním trendům v oblasti didaktiky fyziky (resp. physics education), navazuje na relevantní zahraniční výzkumy a přispívá k rozvoji v oblasti fyzikálního vzdělávání. Z celkových 215 stran práce zahrnuje 123 stran textu včetně seznamu literatury a čtyři přílohy, obsahující diskutovaný konceptuální test, metodické materiály, pracovní listy k laboratorním pracím a vybrané publikované články. Za velmi cennou považuji skutečnost, že autorka čerpá nejen z teoretických prací, ale také adekvátně reflektuje vlastní pedagogické zkušenosti. Práce tak má i potenciál praktického využití a inspirace pro výuku na školách.

Dva hlavní cíle práce se navzájem prolínají, doplňují a vytvářejí tak místy volnější, ale smysluplný a vcelku konzistentní celek. Jedná se o zmapování žákovských miskoncepí spojených s výše uvedenou oblastí učiva a přípravu i ověření materiálů, které mohou napomoci identifikované chybné představy překonat. Zkušenosti s využitím připravených materiálů ve výuce i na akcích dalšího vzdělávání učitelů fyziky jsou v práci popsány a komentovány, vyznívají vesměs velmi pozitivně. Téma miskoncepí patří k tradičním, ale stále se rozvíjejícím, důraz na vlastní experimentální činnost žáků pak odpovídá aktuální poptávce po aktivizujících metodách výuky ve školní praxi. I když autorka souvislost s inquiry-based learning explicitně nezdůrazňuje, připravené metodické materiály dokládají, že jsou jí tyto postupy a metody přirozeně blízké a má s nimi poměrně bohaté zkušenosti.

Seznam literatury zahrnuje 89 položek a práce je tak zasazena do odpovídajícího kontextu a souvislostí. První tři kapitoly práce se věnují problematice miskoncepí a jejich identifikace pomocí vhodně sestaveného konceptuálního testu. Autorka přehledně shrnuje a srovnává podobné zahraniční testy, vybírá typické chybné či problematické představy žáků a studentů a postupně navrhuje nový konceptuální test z elektřiny a magnetismu, který více vyhovuje pojetí a zpracování tématu ve výuce na středních školách v ČR. Postupný vývoj testu a jeho úpravy v závislosti na výsledcích testování pak dokumentuje příloha A. Domnívám se, že finální podoba testu je vhodným nástrojem, jenž lze využít nejen na SŠ, ale i v úvodních vysokoškolských kurzech (i v kurzech fyziky pro studenty nefyzikálních oborů, např. pro studenty chemie a biologie). Zvolené spektrum otázek, jež přirozeně nemůže téma pokrýt zcela, lze označit za dostatečně reprezentativní. Statistický vzorek (při pilotování použito 400 testů, k ověření první verze 481 a vyhodnocení finální verze celkem 915 testů) je zcela postačující pro účely disertační práce a základní zmapování situace u nás (která se ostatně podle výsledků zásadně neliší od zjištěných miskoncepí v zahraničních pramenech), určitě by bylo ale vhodné v testování pokračovat; především zkrácená verze testu s možností zdůvodnění výběru odpovědi, která dává možnost lépe nahlédnout do způsobu uvažování studentů, byla prozatím ozkoušena na jedné třídě s počtem 22 žáků. Většinou studentů byl test zadán dvakrát (jako „pretest“ a „postest“), což umožnilo vyhodnotit posun ve znalostech (parametr „gain“ standardně zavedený

na s. 4 a 29). Otázky výsledného testu jsou pak analyzovány z hlediska obtížnosti a citlivosti, jejichž hodnoty jsou uspokojivé. Zbývající dvě kapitoly popisují experimenty a metodické materiály uvedené v přílohách B a C. Ukazuje se, že s jejich pomocí bylo dosaženo posunu ve znalostech studentů a i více než 150 učitelé z praxe byly hodnoceny a přijaty velmi pozitivně. Práce tak skutečně může posloužit jako solidní základ k dalšímu výzkumu, který autorka avizuje v závěru práce (s. 110).

Získané výsledky jsou v obou oblastech originální a přínosné. Problematika konceptuálních testů je v kontextu výuky fyziky u nás poměrně málo rozpracována (snad s výjimkou využití známého testu FCI (Hestenes et al., 1992), jenž se ale týká pohybových zákonů v mechanice). Získaný přehled základních miskoncepčí z elektřiny a magnetismu dokládá autorčinu schopnost tvůrčí syntézy citovaných pramenů a vytyčuje obtížné oblasti učiva jak pro učitele, tak i z hlediska přípravy vhodných doplňujících materiálů a námětů pro výuku. Tímto směrem se vydává sama autorka a jak podle příslušných částí práce, tak podle ohlasů a evaluace byla i tato část úspěšně naplněna. Pokud mohu posoudit, metodické materiály zahrnují jak náměty inspirované literaturou nebo účastí na konferencích (což je v práci na příslušných místech vždy korektně uvedeno), tak i řadu námětů vlastních, popř. vzniklých ve spolupráci se školitelem. Oceňuji, že řada z nich je nejen volně dostupná na internetu, ale je už nyní součástí širších projektů (viz např. Sbírka fyzikálních pokusů dostupná on-line na <http://fyzikalnipokusy.cz>). Jako celek je práce pro učitele fyziky, zejména na SŠ, bezpochyby přínosným a inspirativním materiálem.

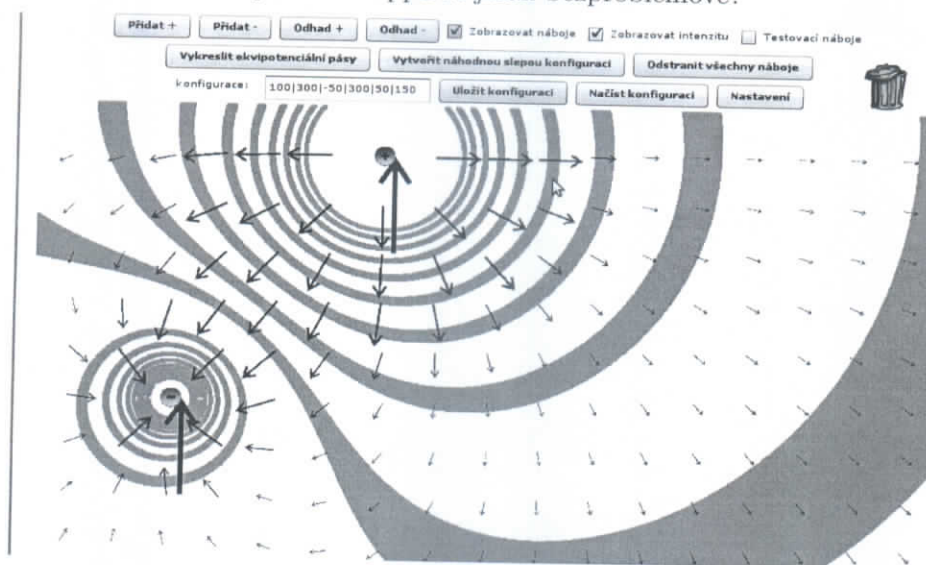
Mimo samotnou disertační práci bych rád ocenil široké spektrum vzdělávacích a popularizačních aktivit, jimž se autorka systematicky věnuje; jejich dokladem je i seznam vlastních publikací a příspěvků z konferencí, který čítá celkem 20 položek z let 2008-2016. Z časopiseckých publikací lze vyzdvihnout článek v impaktovaném časopise zahrnutý v databázi Web of Science™ (Koudelková a Dvořák, 2015) a ve velmi kvalitním recenzovaném časopise vydávaném Institute of Physics Publishing (Koudelková, 2016).

Po formální stránce je disertace zpracována vcelku pečlivě, našel jsem jen pár typografických prohřešků a nepřesností (např. na s. 162 najdeme jak „Van de Graffův“ tak „van de Graaffův“ generátor, na s. 196 by u nadpisů „laboratorní práce“ a „úvod“ byla vhodná velká písmena, podobně začátek věty u bodu 1) na s. 197). Příloha C1 také na rozdíl od zbytku práce používá patkové písmo. Poznámky typu „Experiment nesmí provádět student se srdeční vadou!“ (s. 179) by zřejmě bylo vhodné v textu zvýraznit polotučným písmem nebo kurzívou (tak jako v některých dalších materiálech v příloze). Autorka používá v práci odpovídající terminologii a pokud se uchyluje k volnějším vyjádření (např. „laborky“ na s. 212), je připojeno i odpovídající zdůvodnění; nejdůležitější pojmy jsou pak přímo vymezeny v úvodu práce. Čtenář ocení i množství ilustrací a fotografií, které text názorně doplňují.

K diskusi u obhajoby navrhuji následující témata:

- Na s. 7 je uvedeno, že test BEMA je dostupný na vyžádání. Nabízí se obecnější otázka, zda autorka kontaktovala některého autora zahraničních testů a případně s ním konzultovala (slovně nebo např. emailem) výsledky svého testování u podobných, upravených nebo dokonce převzatých otázek?
- Na s. 20 je komentována odpověď na otázku ohledně určení směru vektoru magnetické indukce z magnetické síly působící na pohybující se elektron v testu CSEM (Maloney et al., 2001); i ve formulaci podobných otázek v různých variantách testu KTEM na s. 131, 141, 149 zůstává dotaz na směr vektoru magnetické indukce. Jak potom rozumět komentáři na s. 20, že „... uvedlo cca 30 % v posttestu, že síla působí ve směru zatáčení nebo proti směru zatáčení“?
- Bylo by možné doplnit k finální verzi testu KTEM i míru spolehlivosti/reliability testu - viz např. (Chráška, 1999; Maloney et al., 2001)?
- Z jakého důvodu byla z původní otázky testu CSEM (s. 130, otázka 17) ve variantách testu KTEM (s. 139 a 147, otázka 10) vynechána možnost neekvidistantního rozložení ekvipotenciálních ploch, která by mohla být zajímavým distraktorem?

- I když applet popsáný na s. 172–175 není vlastním ani podstatným výstupem autorčiny práce, bylo by vhodné popsat význam parametrů u jednotlivých konfigurací. Při zkoušení appletu jsem ve dvou různých prohlížečích narazil na zobrazení, které není korektní (viz obrázek s velkými šipkami u nábojů „navíc“). I když nemohu vyloučit problém na straně nastavení svého počítače, jsou obecně zkušenosti s použitím appletu jinak bezproblémové?



*Předložená disertační práce Mgr. Věry Koudelkové podle mého názoru splňuje všechna požadovaná kritéria a prokazuje schopnost samostatné tvůrčí práce autorky v oblasti didaktiky fyziky. Doporučuji proto její přijetí k obhajobě a na základě úspěšné obhajoby udělení titulu Ph.D.*

[Redacted signature]

V Olomouci 26. července 2016

Mgr. Lukáš Richterek, Ph.D.

## Použité prameny

- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The Physics Teacher*, 30(3), 141. DOI:10.1119/1.2343497.
- Chráška, M. (1999). *Didaktické testy. Příručka pro učitele a studenty učitelství*. Brno: Paido.
- Koudelková, V., & Dvořák, L. (2015). High school students' misconceptions in electricity and magnetism and some experiments that can help students to reduce them. *Nuovo Cimento C-Colloquia and Communications in Physics*, 38(3), 101. DOI:10.1393/ncc/i2015-15101-7.
- Koudelková, V. (2016). How to simply demonstrate diamagnetic levitation with pencil lead. *Physics Education*, 51(1), 14001. DOI:10.1088/0031-9120/51/1/014001.
- Maloney, D. P., O'Kuma, T. L., Hieggelke, C. J., & Heuvelen, A. V. (2001). Surveying students' conceptual knowledge of electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 69(S1), S12–S23. DOI:10.1119/1.1371296.

