

# Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího       posudek oponenta  
 bakalářské práce       diplomové práce

Autor: **Tomáš Popek**

Název práce: **Sady pro demonstrační experimenty ve středoškolské výuce fyziky mikrosvěta**

Studijní program a obor: Fyzika, Učitelství fyziky – Učitelství matematiky

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 vývojem čtyř přenosných experimentálních sad, které mají přibližovat některé koncepty kvantové mechaniky – tunelový jev, Planckův vyzařovací zákon a fotoefekt. Soupravy jsou navrženy pro demonstrační a s jednou výjimkou i žákovské provedení na úrovni střední školy a jsou doplněny o autorem vytvořené materiály, které usnadňují jejich použití – jde jak o podpůrné texty pro učitele, tak o pracovní listy pro žáky.

Práce je uvedena kvalitní a poměrně rozsáhlou rešerší aktivit, které jsou aktuálně učitelům více či méně dostupné v knižních či časopiseckých publikacích nebo volně na internetu. Autor pracuje s relevantními zdroji a z toho, jak v rešerši popisuje jejich přednosti a limity, je patrné, že se s nimi seznámil pečlivě a podrobně. Vzhledem k tomu, že rešerši tvoří devět stran souvislého textu, uvítal bych v ní pro přehlednost nějakou jasnější strukturu (například oddělení tuzemských a zahraničních zdrojů, nadpis ukazující přechod od knižních k časopiseckým publikacím apod.).

Následuje stručný text věnovaný čtyřem navrženým experimentům (vždy v délce přibližně dvě strany na experiment), kde autor popisuje uspořádání experimentu, související fyzikální teorii a argumenty, proč byl daný experiment vybrán. Těžištěm práce jsou pak materiály vytvořené pro učitele a studenty, které jsou přiloženy v přílohách. Jde o kvalitně zpracované texty, kde se projevuje autorova zkušenost s výukou na střední škole a cit pro věci, které mohou žákům dělat potíže. Považuji materiály v přílohách za velmi dobře připravené a nemám k nim zásadních výhrad; drobnější komentáře uvádím v závěru tohoto posudku. Dalším vylepšením práce mohlo být dodání autorského řešení pracovních listů pro studenty, aby měli učitelé, kteří s nimi budou pracovat, představu např. o typických naměřených hodnotách apod.

Práci uzavírá část věnovaná popisu expertního posouzení, kterým připravené materiály prošly namísto plánovaného pilotování se žáky (zrušeného v důsledku pandemie COVID-19). K této části si dovoluji vyslovit několik poznámek:

- Pokud tomu dobře rozumím, bylo učitelům, kteří pracovní listy testovali, položeno celkem šest otázek, přičemž první tři z nich se týkaly přímo jejich profesního působení – není mi ale jasné, zda/jak autor s těmito informacemi dále pracoval.
- Ve třetí otázce se autor ptá, jaký důraz klade učitel na „fyziku mikrosvěta“ – zatímco ve zbytku práce je ale toto sousloví vždy doplněno tím, že jde hlavně o kvantovou fyziku, zde tento dodatek chybí a je tedy otázka, zda učitelské odpovědi nemohou zahrnovat pouze částicovou fyziku (která se na úrovni SŠ kvantovými jevy nezabývá).
- Druhá trojice otázek se soustředila na samotné materiály k experimentálním sadám, ale není jasné, na jaké škále na ně učitelé odpovídali – z tabulky 4.1 se zdá, že na škále ano-ne-nevím. Odhaduji, že informace získaná na základě těchto tří otázek od čtyř respondentů bude spíše plytká a v případě záporných odpovědí (respondent 3) může vypovídat spíše o postoji učitele k danému tématu/aktivitě, nejen o kvalitě autorem odvedené práce.
- Dohady o tom, na jaké škále učitelé odpovídali, by rozptýlilo, kdyby se v příloze práce objevil „nástroj“, kterým dotazování probíhalo (malý dotazníček, prosba mailem apod.).
- Považoval bych při expertním posouzení za vhodnější požádat učitele o otevřené návrhy na zlepšení a konkrétní připomínky ke stávajícímu textu – jak autor v práci píše, učitelé některé takové návrhy stejně sami vnesli, ačkoliv na ně nebyli tázáni.

Text práce i jejích příloh je psán jasně a srozumitelně, s minimem překlepů a pouze sporadickými chybami v interpunkci. Práce je kvalitně strukturovaná a obsahem i formou splňuje požadavky kladené na diplomovou práci na MFF UK, proto ji doporučuji jako diplomovou práci uzнат.

Níže uvádím drobnější komentáře k materiálům přiloženým v přílohách:

*Akustická analogie STM, pracovní list pro žáky:*

- Velmi se mi líbí využití chytrých telefonů v tomto experimentu, i když za cenu ovládnutí tří různých aplikací (autor k nim vytvořil praktické návody).
- Str. 4, úkol 4d (ale nejen ten) – pokud je očekáváno, že žáci napíší do volných polí odpovědi, je z mé zkušenosti vhodné klást méně otázek najednou. Zde jsou v rychlém sledu položeny tři a je dost možné, že žáci budou některé z nich ignorovat.
- Str. 5, úkol 6a – předpokládám, že zde cíleně není řečeno, zda se „hlava“ STM pohybovala v přísmce nebo v ploše.
- Obávám se, že bílý šum bude neznámý nejen pro většinu studentů, ale i pro mnohé učitele – stálo by za vysvětlení, o co jde.
- Připomínka k zařazení tohoto experimentu: Požadavky, které jsou kladeny na žáky (a materiál je vyjmenovává a předpokládá) jsou poměrně vysoké a lze očekávat, že je naplní výhradně žáci s rozvinutým zájmem o fyziku, kteří tento předmět dobře ovládají. Je pak otázka, zda tito žáci, fyzikálně poměrně zdatní, mohou z takto navržené jednoduché analogie ještě dále benefitovat, zda jim ještě něco nového přináší.

*Fotoelektrický jev s plechovkami, pracovní list pro žáky:*

- Str. 2, bod e: Opakovat se zřejmě mají kroky c a d.
- Str. 2, body f a g: Podle mě není příliš srozumitelné, zda mají žáci před použitím každého nového zdroje osvětlení nejdříve plechovku znovu nabít. Dávalo by mi to smysl, protože hodnotit rychlost vybíjení je tak asi jednodušší.
- To, že UVC lampička se má dávat blíž k plechovce, měření poněkud znevěrohodňuje – i přesto, že autor ukáže, jaký vliv má samotné elektrické pole lampičky, je lákavé udělat závěr, že se plechovka vybíjí po osvětlení UVC prostě proto, že je zdroj záření blízko. Nejde o výtku autorovi, spíše o konstatování, že toto se může dít.

*Tunelový jev, pracovní list pro žáky:*

- V obr. 2 a 3 by bylo vhodnější očíslovat jednotlivé komponenty, aby se na ně text nemusel odkazovat „souřadnicemi“ typu vlevo, uprostřed, vpravo dole atd.

**Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:**

- 1) Jaké konkrétní návrhy a podněty vnesli učitelé, kteří pracovní listy posuzovali? Práce jen říká „na základě mnoha dalších dílčích komentářů byly doplňkové texty upraveny“.
- 2) Vztahují se na bezpečnost práce s UVC lampičkou nějaká konkrétní omezení? Např. při práci s laserem jsou vymezeny hustotou výkonu laseru, ale v praxi to znamená, že by sami studenti neměli do ruky dostat laser o výkonu příliš větším než 1 mW.
- 3) Jakou formou se vytvořené materiály a zejména samotné experimentální sady dostanou do rukou učitelů, jak budou zapropagovány, aby mohly sloužit ve výuce?

- 4) Ačkoliv pilotování v reálné výuce bylo kvůli pandemii zrušeno, pro budoucnost vzniklých materiálů je stále aktuální, bylo by vhodné, aby i po obhájení práce proběhlo. Mají vedoucí či autor práce takový záměr?

**Práci**

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou.

**Navrhuji hodnocení stupněm:**

výborně  velmi dobře  dobře  neprospěl/a

Místo, datum a podpis oponenta:

Praha, 10. 6. 2021  
Petr Kácovský