

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor: **Tomáš Kopřiva**

Název práce: **Aktivity pro výuku termiky na různých stupních škol**

Studijní program a obor: Fyzika, Fyzika zaměřená na vzdělávání

Rok odevzdání: 2020

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 rozvíjí myšlenku zpracovat několik vybraných experimentálních aktivit z termiky souběžně na úrovni prvního stupně ZŠ, druhého stupně ZŠ i a na úrovni SŠ. Konkrétně byly vybrány čtyři aktivity (teplotní roztažnost, konstrukce teploměru, difuze a tepelná kapacita), přičemž na úrovni druhého stupně ZŠ a na úrovni SŠ k nim byly vytvořeny pracovní listy pro žáky a jejich vzorové řešení pro učitele.

Práce je uvedena velmi krátkým abstraktem v rozsahu cca 40 slov (doporučeno 80-200 slov), který je poněkud zavádějící: Je zde uvedeno, že práce „se zaměřuje na ukázání vývoje žákovského chápání různých konceptů z termiky“, což vytváří dojem, že mezi žáky probíhal výzkum na toto téma – pokud tomu ale dobře rozumím, autor převzal přístupy k jednotlivým konceptům z učebnic (reference [8] až [11]) a neověřoval, zda a jak jim žáci rozumí. Soudím, že abstrakt práce by si zasloužil více pozornosti.

Úvodní kapitola se po výčtu cílů práce začíná věnovat RVP ZV/G/SOV a sumarizuje očekávané výstupy, které se tematicky vztahují k vytvořeným aktivitám. Následují tři stěžejní části práce – podkapitola popisující dále zkoumané koncepty termiky, popis čtyř vytvořených experimentálních aktivit a pracovní listy k těmto aktivitám (v přílohách).

Právě materiály vzniklé přímo pro využití žáky/učiteli jsou nejpřínosnější částí práce. Bylo by samozřejmě nyní na místě vyzkoušet, jak na ně žáci reagují, ale materiály působí srozumitelně a aktivity se zdají být časově zvládnutelné. Velmi kvalitní jsou videa, která popsané experimenty zachycují a mj. také ukazují preciznost a promyšlenost, se kterou je autor navrhl a zrealizoval – jednoznačně doporučuji jejich zveřejnění.

Podkapitoly 2.2 až 2.5 jsou popisem toho, o čem každá z aktivit je, jaké vyžaduje pomůcky, jaký má průběh a jaké se k ní váží „upozornění a rady“ (které bych spíše očekával ve verzi pracovního listu pro učitele). Uvedené jsou také očekávané cíle výuky, formulované jako činnosti, které by žák měl během aktivity provést. Nejrozsáhlejší částí všech těchto podkapitol je návrh, jak pojmut teoretický úvod k aktivitě, a to na třech různých úrovních (1. st. ZŠ, 2. st. ZŠ, SŠ). Domnívám se, že tato část textu strádá tím, že není jasné, pro koho je určena, zda pro učitele, či pro žáky. Jde o jakýsi rámec, který by měl ovládat například neaprobovaný fyzikář, o němž je v úvodu práce řeč? Nebo jde o rámec toho, co učit žáky? Či dokonce o návrh doslovného znění, tj. „co žákům říkat“?

Tento neduh se ještě výrazněji projevuje v podkapitole 2.1, která zavádí základní koncepty termiky, o kterých je dále řeč. Není ale opět jasné, komu jsou návrhy těchto zavedení určeny. Úvod práce si dává za cíl „představit vybraný koncept způsobem srozumitelným učitelům fyziky, neaprobovaným učitelům fyziky i žákům“. Obávám se ale, že toho lze stěží dosáhnout jedním univerzálním textem – texty směřované na žáka a texty směřované na učitele (byť neaprobovaného) jsou ze své podstaty odlišné, mají jiný cíl. To, že tato část práce si není jistá adresátem, se projevuje i formulačně a obsahově – například v části 2.1.3. je na SŠ úrovni uvedeno, jak se jmenují jednotlivá skupenství – to může být vodítko pro učitele, jak výklad této části zahájit (třeba opakovaním pojmů), rozhodně ale není třeba toto středoškolákům sdělovat, velmi dobře to vědí. Ve stejné kapitole se přitom na úrovni 2. stupně pracuje s pojmy *interakce* a *fázový přechod*, kterým by základoškoláci nejspíš nerozuměli – zřejmě se zde cílí spíše na učitele.

Tím, že není jasné, na koho texty ve 2.1 cílí, se obtížně hodnotí, zda je míra použitého fyzikálního zjednodušení adekvátní nebo ne; úroveň 1. stupně ZŠ si vzhledem k nedostatku zkušeností ze své strany vůbec netroufám posoudit. Zjevná je autentičnost textů, kde autor používá často vhodná přirovnání a zjevně se snaží, aby čtenář věci porozuměl. Domnívám se ale, že některá vyjádření

jsou v této snaze zavádějící či přímo chybná a mohou v žácích utvrzovat některé dobře popsané miskoncepce – níže uvádím příklady takových formulací:

- Úroveň SŠ, str. 10, ř. 4: „Při vedení si předávají molekuly teplo srážkami.“ (Použití slova „energie“ je korektnější, stejně srozumitelné a nevyvolává dojem tepla coby energie uskladněné v částicích.)
- Úroveň SŠ, str. 31, poslední odstavec: „Teplo se v látce nerozloží rovnoměrně okamžitě, ale trvá nějakou chvíli, než teplo přesune z jednoho místa na druhé“.
- Úroveň SŠ, str. 10, ř. 7: „Při proudění pronikají molekuly s vyšší teplotou mezi molekuly s nižší teplotou.“ (Podporuje představu, že jedné částici lze připsat teplotu.)
- Úroveň 1. st. ZŠ, str. 10, ř. 21: „Ukazuje se ale, že nejen voda má tyto tři formy (= skupenství). Ve skutečnosti všechno má tyto tři formy a otázkou je pouze to, jak moc musíme chladit a zahřívat.“ (Žáci by se možná sami zeptali na kapalné dřevo nebo kapalný papír.)

Uvedené nedostatky nesnižují dříve uvedené kvality práce, spíše vyvolávají otázku, nakolik je právě kapitola 2.1 v práci potřebná, když její roli částečně plní – alespoň pro 2. stupeň a SŠ – teorie uvedená v pracovních listech.

Z hlediska jazykového je práce psána srozumitelně pouze s drobnými gramatickými přešlapy (např. str. 1, ř. 1 – Česká Republika), průběžně se opakují nedostatky v interpunkci. Pokud by měly být pracovní listy publikovány pro potřeby učitelů a žáků, doporučil bych kromě jejich reálného otestování ve výuce také jejich důkladnou gramatickou revizi a výraznější grafické rozčlenění (barevně, fontem...) – obávám se, že v současné podobě téměř jednolitý text s unifikovaným formátováním by byl jen málokterý žák ochoten instrukce číst.

Práce s tištěnými i elektronickými zdroji je vzhledem k zaměření práce adekvátní, cíle vymezené zásadami pro vypracování práce byly autorem naplněny.

Následuje výčet jednotlivostí, které si dle mého názoru zaslouží komentář:

- V textu se průběžně mluví o molekulách, obecněji by bylo vhodnější pracovat s pojmem „částice“.
- Str. 6, ř. 5: Skutečně je součástí práce CD?
- Str. 7, ř. 3: Měl bych obavu, zda formulace „tyto kuličky (=atomy) se neustále pohybují, poletují kolem nás“ nevede k mylné představě, že z atomů je složen pouze vzduch, plyn.
- Str. 9, ř. 3: Na úrovni druhého stupně by se dalo hovořit i o kelvinech.
- Str. 9, 4. řádek zdola: Symboly t , T v převodním vztahu mezi Celsiovou a termodynamickou stupnicí by měly být ve složených závorkách, pracuje se s číselnými hodnotami teplot.
- Str. 13, obrázek: Graf platí pro silové působení dvou částic, v mřížce je situace složitější.
- Str. 13, poslední odstavec: Popsané děje by bylo výhodné přímo znázornit do obr. 2.4.
- Str. 14, ř. 5: Platí pro krystalické látky.
- Str. 18, ř. 7: Uveden nesprávný vztah pro výpočet objemu válce.
- Str. 18, část „průběh“: Vzhledem k velkým působícím silám mě překvapuje, že je přepážka v Tyndallově přístroji plastová...?
- Str. 23, ř. 5: Infračervené teploměry a termokamery nevyužívají k měření teploty zmíněný Wienův posunovací zákon, ale Stefanův-Boltzmannův zákon.

- Str. 24, část „průběh“: Je skutečně jedinou zamýšlenou činností žáků pozorovat změnu odporu?
- Str. 30: V nadpisu se objevuje sousloví fázové přechody, ale reálně se tomuto konceptu aktivita nevěnuje – sice zde dochází k tání, ale žáci ho nijak nezkoumají.
- Str. 30, ř. 6-7: Zřejmě přepis ve formulaci.
- Str. 38, předposlední řádek: Nepochází stále dominantně k ochlazení vzduchu uvnitř od stěn nádoby, tj. vlastně od okolního vzduchu? Vliv studené hladiny nejspíš nebude zásadní.
- Str. 51, ř. 1: Spíše jde o závislost odporu na teplotě.
- Str. 63, vysvětlení k závěru: Jaká „velká energie“ je myšlena?
- Str. 69, vysvětlení k závěru: Autor naznačuje, že v případě použití materiálů s různou tepelnou vodivostí je pokus méně přesný. Domnívám se, že tento vliv je ještě mnohem silnější – s materiálem o nízké tepelné vodivosti pokus vůbec nelze provést, prochladí se pouze vrstva materiálu, která je v kontaktu s ledem, a dále tepelná výměna mezi ledem a materiálem prakticky nepokračuje. Mělo by zde být explicitně uvedeno, že pokus je rozumně použitelný pouze s kovy, a to ideálně s těmi o odobné tepelné vodivosti.
- Obecně: Tam, kde je to možné, by bylo vhodné zapojit žáky více než jen vyplňováním pracovního listu. Mohou např. telefonem nafotit/natočit průběh difuze a přidat ho k pracovnímu listu, podobně lze postupovat i u experimentu s tepelnou kapacitou.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

- 1) Pro koho jsou primárně určeny texty v kapitole 2.1 a teoretické úvody v kapitolách 2.2-2.5, jakým způsobem autor navrhuje, aby se s nimi pracovalo?
- 2) Vzhledem k tomu, že se práce odvolává i na neaprobované učitele, překvapil mě výběr experimentů vyžadujících ne zcela běžné, jednoduché pomůcky – např. tři stejně velké krychle z různých kovů či dokonce Tyndallův přístroj. Jakým způsobem byly obecně experimenty vybírány?
- 3) Coby učitel bych možná více než sterilně působící „cíle výuky“ v každé aktivitě ocenil návrhy otázek, které mohou žákům klást, jak je navést k vhodným úvahám. Neuvažuje autor o tom, že by aktivity v případě jejich publikování takovýmto způsobem doplnil?
- 4) Byl experiment s tepelnou kapacitou vyzkoušen i s jiným než kovovým materiálem? Domnívám se, že prakticky libovolný jiný běžný materiál způsobí jeho neprůkaznost.
- 5) V závěru práce autor uvádí, že byly zapracovány poznámky učitelů z praxe – změny jakého typu byly na základě těchto poznámek konkrétně provedeny?

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis oponenta: Praha, 21. 6. 2020