

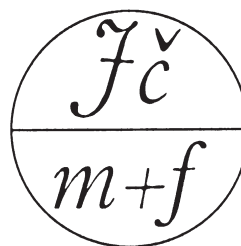
Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 5

Výuka fyziky v kontextu potřeb současné společnosti

sborník z konference



ZÁPADOČESKÁ
UNIVERZITA
V PLZNI



vydala Západočeská univerzita v Plzni
ISBN 978-80-261-0030-0

ÚVOD

Vážené kolegyně, vážení kolegové, vážení přátelé fyziky, dostáváte do rukou sborník z tradiční konference Moderní trendy ve vyučování fyziky. Tento, již pátý ročník, který proběhl ve dnech 14.–16. dubna 2011 v plzeňském hotelu Angelo, můžeme považovat po všech stránkách za velmi úspěšný. Z organizačních důvodů jsme byli nuceni opustit šumavské Srní a využít plzeňských možností – hotel Angelo a Plzeňský Prazdroj. Soudě podle reakcí účastníků se domníváme, že účastníci konference byli spokojeni, a tak pořadatelé – oddělení fyziky katedry matematiky, fyziky a technické výchovy FPE ZČU v Plzni (v předchozích letech katedra obecné fyziky) – potvrdili pověst spolehlivého hostitele.

Jednání konference probíhalo zčásti v plénu a zčásti v sekcích jako v uplynulých letech. Hlavním tématem bylo Vyučování fyziky v kontextu potřeb současné společnosti a toto téma přilákalo do Plzně téměř 100 účastníků z celé republiky i z blízkého okolí.

Největší pozornost účastníků vzbudily příspěvky doc. RNDr. Jiřího Dolejšího, CSc. a doc. RNDr. Leoše Dvořáka, CSc., které se zamýšlely nad minulostí, přítomností a budoucností didaktiky fyziky jako vědecké disciplíny. K tomu, aby byla didaktika fyziky vnímána i ostatními jako věda, nevede cesta přes nářky nad nespravedlností, s jakou se k té naší vědě chovají ti ostatní, ale přes tvrdou vědeckou práci každého z nás a přes skutečně vědecky náročný přístup, a to vůči sobě i ostatním.

Konferenci ozdobilo vystoupení prof. Jana-Petera Meyna z univerzity v Erlangenu (SRN), který na příkladu problematiky entropie ukázal důsledné zpracování fyzikální problematiky a její převedení do podoby školské fyziky, aniž by došlo ke ztrátě poutavosti tématu.

Nelze zapomenout jak na další diskusní příspěvky, tak i na účastníky, kteří se zapojili do diskusí v průběhu přestávek či společenského večera. Všem účastníkům konference děkujeme, že přijali pozvání a do Plzně přijeli a svým aktivním přístupem přispěli ke zdaru konference.

V současných složitých podmínkách nelze tak velkou konat bez podpory významných institucí a partnerů. Naše poděkování patří Západočeské univerzitě v Plzni, jmenovitě paní rektorce doc. PaedDr. Iloně Mauritzové, Ph.D. a děkance Fakulty pedagogické doc. PaedDr. Janě Coufalové, CSc. Ke zdaru jednání dále přispěly Krajský úřad Plzeňského kraje, pedagogická sekce Jednoty českých matematiků a fyziků, plzeňská pobočka JČMF, Nakladatelství Fraus, Česká nukleární společnost, Didaktik Rohatec u Hodonína a v maximální možné míře vyšly našim požadavkům vstříc Hotel Angelo, Společenské centrum Secese v Plzeňském Prazdroji a AZ Catering – Restaurace Na Spilce. Ještě jednou děkujeme a těšíme se na další spolupráci.

Velká účast, aktivní přístup k jednání a spokojenost účastníků jsou pro nás závazkem do budoucna a věříme, že Moderní trendy 6 připravované na duben 2013 nezklamou po žádné stránce. Těšíme se na shledanou v dubnu 2013 na Šumavě.

V Plzni dne 31. 8. 2011

RNDr. Miroslav Randa, Ph.D.,
vedoucí oddělení fyziky
katedry matematiky, fyziky a technické výchovy,
předseda organizačního výboru konference

OBSAH:

Příspěvky

Svět energie	7
Daniel AICHINGER: Měření rychlosti zvuku využívající jevu hřebenového filtru.....	11
Renáta BEDNÁROVÁ, Ondřej DUFEK: Interaktivní tabule ve výuce fyziky	20
Václav BLAŽEK: Středoškolská fyzika a matematika v ohrožení?	26
Pavel BÖHM: Rychlé experimenty s Vernierem – obvody s cívkou.....	29
Hana BRET FELDOVÁ: Výchova a vzdělávání žáků se specifickými vývojovými poruchami učení ve fyzice.....	33
Jana ČESÁKOVÁ, Michaela KRÍŽOVÁ: Hrajeme si i hlavou aneb netradiční fyzika i pro nejmenší.....	37
Jiří DOLEJŠÍ: Není školská fyzika trochu moc daleko od současné fyziky?	41
Leoš DVOŘÁK: Několik otázek české didaktice fyziky	47
Irena DVOŘÁKOVÁ: Vědecké myšlení žáků – jak ho lze rozvíjet a testovat	61
Václav HAVEL: Množina lorentzových transformací jako jednoparametrická Lieova grupa ...	67
Eva HEJNOVÁ, Růžena KOLÁŘOVÁ: Rozvoj Přírodovědné gramotnosti žáků pomocí interaktivní tabule.....	73
Peter HOCKICKO: Motivácia k fyzikálnemu poznávaniu využitím videoanalýzy.....	78
Oľga HOLÁ: Fyzika a chémia dnes a zajtra	84
Rita CHALUPNÍKOVÁ: Metody CLIL ve výuce fyziky.....	89
Jakub JERMÁŘ: Rychlé experimenty s Vernierem – stavová rovnice ideálního plynu.....	93
Ota KÉHAR: Využití katalogů astronomických objektů ve výuce.....	97
Martina KEKULE: Jak hodnotí absolventi studium učitelství fyziky na MFF UK?	102
Markéta KLIMENTOVÁ, Miroslav TOBYŠKA: Využití mikrořadiče Zilog z8 ve výuce	109
Václav KOHOUT: Mezipředmětové výukové téma Barvy kolem nás a jeho prezentace pomocí nástroje FlexiAutor.....	113
Jana KONČELOVÁ: Využití hlasovacích zařízení ve výuce	121
Martin KONEČNÝ, Juraj DIAN: Porézní křemík a cesta k senzorům chemických látek (elektronické nosy).....	126
Věra KOUDELKOVÁ, Leoš DVOŘÁK: Netradiční experimenty z elektřiny a magnetismu (nejen) pro střední školu	137
Radim KUSÁK: Programy pro symbolické výpočty ve výuce fyziky.....	143
František LUSTIG: Školní experimenty umocněné technologiemi vzdálených a virtuálních laboratoří	147
Pavel MASOPUST: Řešení jednoduchých diferenciálních rovnic v Excelu	154
Jan MATYSKA, Josef HORÁLEK: Mikroprocesor PIC a jeho využití.....	158
Václav MEŠKAN: Divergentní fyzikální úlohy – některé náměty a hodnocení	163

Petr NEZAVDAL: Akustika ano, či ne?	171
Petr NOVÁK, Josef TRNA: Analýza experimentů metodou videostudie v hodinách fyziky na ZŠ	174
Jan OBDRŽÁLEK: Nové definice základních fyzikálních jednotek	181
Pavel OLŠOVSKÝ, Erika MECHLOVÁ: Průřezové téma environmentální výchova ve fyzice na základní škole	186
Josef PETŘÍK: Nekonvenční využití spektrálního analyzátoru k ověření platnosti Fletcher-Munsonových křivek a Weber-Fechnerova akustického zákona	196
Jan PLZÁK: Fyzika v science fiction a fantasy literatuře aneb Využití fantasy a sci-fi literatury či filmu ve výuce fyziky	201
Jitka PROKŠOVÁ: Fenomenologické koeficienty, druhý termodynamický zákon a moderní termodynamika	206
Lenka PRUSÍKOVÁ: Projekt v rámci astronomie aneb postavte si planety sluneční soustavy ..	211
Karel RAUNER: Řešení pohybových rovnic na střední škole?	215
Renata SPUSTOVÁ, Libor KONÍČEK, Erika MECHLOVÁ: Výzkum prekonceptů u žáků základní školy v termice	220
Marie SNĚTINOVÁ, Zdeňka KOUPILOVÁ, Dana MANDÍKOVÁ: Novinky v elektronické sbírce řešených úloh z fyziky	228
Jiří TESAŘ: Inovovaná řada učebnic fyziky pro ZŠ a mezipředmětové vztahy	233
Martin TOMÁŠ: Méně obvyklé dielektrické materiály ve výuce	240
Ivana VACULOVÁ, Milan KUBIASKO: Projektová výuka v přírodovědných předmětech	246
Irena VLACHYNSKÁ: Projektový den na téma magnetismus	252
Ivo VOLF: Výuka fyziky jako postupné vytváření a užívání modelů	258
Kateřina VONDŘEJCOVÁ: A k čemu nám to jako je?	269
Bohumil VYBÍRAL: Experimentální úloha ve fyzikální olympiádě	272
Vojtěch ŽÁK: V čem je sbírka „Fyzikální úlohy pro SŠ“ nová?	282
Seznam účastníků	287



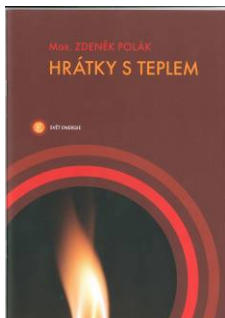
SVĚT ENERGIE VZDĚLÁVACÍ PROGRAM ENERGETICKÉ SPOLEČNOSTI ČEZ

Již 18 let nabízí ČEZ, a. s., školám v České republice rozsáhlý vzdělávací program, jehož cílem je jak osvěta a zvýšení informovanosti o energetice a všem, co s ní souvisí, tak povzbuzení zájmu mladé generace o studium energetiky a budoucí zaměstnání v ní.

Aktuální nabídku programu najdete na www.cez.cz/vzdelavaciprogram

Součástí programu jsou

Vzdělávací tiskoviny – Člověk na svém místě (rady k výběru povolání), Bezpečně s elektřinou, fólie pro dataprojektor s tématy Klasické energetiky, jaderné energetiky a obnovitelných zdrojů, návody na pokusy s elektřinou, magnetismem, transformátory, zákony v jaderné fyzice atd., metodické materiály pro výuku fyziky, plakáty a mnoho dalších materiálů.



Videofilmy na DVD.

Počítačové programy a internetové aplikace – Duháček v lese (přírodověda), Miniencyklopedie elektřiny, Miniencyklopedie jaderné energetiky, simulace Jaderný reaktor na vašem PC, elektronická verze Encyklopedie energie, virtuální realita Temelína, atd.

Besedy a přednášky.

Semináře pro studenty i učitele.

Soutěže pro talentované studenty – Cena ČEZ, Cena Nadace ČEZ, soutěž středoškoláků.

Exkurze do informačních center i do provozů elektráren.

Dozimetrická souprava Gamabeta pro pokusy s ionizujícím zářením.

Jednotlivé výukové materiály a akce můžete objednávat on-line na web stránce

www.cez.cz/vzdelavaciprogram.

Studentský časopis 3pól

Elektronický časopis popularizující vědu a techniku s důrazem na energetiku. Vychází od roku 2001, k dispozici jsou všechna archivní čísla, od r. 2008 elektronicky.

Najdete jej na www.tretipol.cz.



Semináře pro učitele SVĚT ENERGIE

Zveme učitele z celé ČR na celodenní semináře o vzdělávacím programu Svět energie. Seminář představí moderní metody výuky přímo související s materiály určenými (nejen) pro výuku fyziky a energetiky. Veškeré aktivity spojené s výukou jsou plně v souladu s požadavky Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání, a gymnaziální vzdělávání. Zajišťujeme skupinovou práci se zvoleným výukovým materiálem, ochutnáte konkrétní metodiku výuky s tématem Svět energie - zaměřením pro oblasti fyziky, chemie či environmentální výchovy, následuje diskuse o aplikovaných metodických postupech.

Kapacita kurzu je 20 účastníků. Semináře mají akreditaci MŠMT, uznávají se jako další vzdělávání pedagogických pracovníků.

V případě zájmu pište na e-mailovou adresu darina.boumova@amic.cz nebo volejte na tel.: 234 124 112, 724 966 035.

Další informace na www.cez.cz/vzdelavaciprogram



Exkurze

Navštivte se studenty naše informační centra. Podrobnosti o nich najdete na www.cez.cz, objednat se můžete elektronicky nebo telefonem:

- **Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé Stráně** – 585438100, 602322244
- **Jaderná elektrárna Temelín** – 381102639
- **Jaderná elektrárna Dukovany** – 561105519
- **Přečerpávací vodní elektrárna Dalešice** – 561105519
- **Vodní elektrárna Lipno** – 380746621, 606445798, 607673651
- **Vodní elektrárna Štěchovice** – 602107453, 603769197, 608308759
- **Informační centrum Obnovitelné zdroje Hradec Králové** – 492110160, 725781564
- **Malá vodní elektárna Vydra a Čeňkova pila** – 376599237, 840840840
- **Uhelná elektrárna Ledvice** – 411102313



Besedy pro studenty

ENERGIE – BUDOUCNOST LIDSTVA

Pro střední školy nabízíme otevřené **besedy o energetice**. Na besedách přednášejí pedagogové z VŠ, nezávislí odborníci na energetiku a operátoři a fyzici jaderných reaktorů z Temelína a Dukovan. Beseda trvá 2 vyučovací hodiny a skládá se z výkladu, promítání filmů a diskuse se zodpovídáním otázek posluchačů. Obsahuje globální pohled na energetiku v současném světě, nutnost uvědomění si hodnoty energie a důležitosti jejího dostatku, představí stručně všechny typy zdrojů energetického mixu. Je doprovázená promítáním atraktivní prezentace fotografií, grafů a kreseb. Obsah

úvodního výkladu a prezentace faktografických údajů jsou dílem kolektivu předních českých odborníků v oblasti fyziky a energetiky z ČVUT, Státního úřadu pro jadernou bezpečnost a energetické společnosti ČEZ.

Objednání:

Telefonicky na 261 213 978, 261 214 221 nebo 211042681, faxem na 261 214 249 nebo 211042006, mailem na info@jlmpraha.cz (Agentura JLM pro ČEZ besedy administruje).

V objednávce uveďte název a adresu školy, požadovaný termín, čas zahájení besedy, počet besed (zpravidla organizujeme v jednom dnu dvě besedy na jedné škole), jméno a spojení na kontaktní osobu ve škole. Obratem se s Vámi spojíme.

POZVÁNKA DO KLUBU SVĚTA ENERGIE

Vážení pedagogové,

vzdělávací program energetické skupiny ČEZ pro Vás připravil speciální příležitost pro setkávání – **Klub Světa energie**.

Nabízíme Vám

- přednostní informování o novinkách a chystaných akcích
- zasílání elektronického klubového informačního listu
- semináře a setkávání s odborníky na pedagogiku, fyziku a energetiku
- nabídku exkluzivních exkurzí do energetických provozů a na vědecká pracoviště
- slevy na placené materiály ze vzdělávacího programu ČEZ
- spolupráci na vytváření moderních učebních materiálů

Uvítáme všechny pedagogy všech stupňů škol, které zajímá fyzika a energetika, chtějí se setkávat mezi sebou a s osobnostmi z oboru, chtějí získat pro sebe a své žáky atraktivní materiály a informace a podívat se na zajímavá místa.

Přihlašujte se, prosím, na mail: marie.dufkova@cez.cz.

Uveďte adresu své školy a mail, na který si přejete posílat informace.

Těšíme se na Vás!

S úctou

Energetická Skupina ČEZ
Vzdělávací program Svět energie

www.cez.cz/vzdelavaciprogram

MĚŘENÍ RYCHLOSTI ZVUKU VYUŽÍVAJÍCÍ JEVU HŘEBENOVÉHO FILTRU

Daniel AICHINGER

Abstrakt

Príspevok venovaný nepriímym metodám mĚření rychlosti zvuku se zamĚřuje na experimentální úlohy blízké praktickým aplikacím fyzikální akustiky ve zvukové technice, u kterých rychlost zvuku jako parametr prostředí hraje významnou roli. Zde představené reálné experimenty umožňují v širokém rozsahu měnit nastavení aparatury, odezvu systému bezprostředně kontrolovat sluchem, měřit příslušné akustické veličiny a výsledky měření přehledně zobrazovat. Žáci a studenti tak mohou ve výuce na základě přímé zkušenosti rozvíjet schopnost fyzikálního odhadu a problémového myšlení.

MEASURING THE SPEED OF SOUND USING THE COMB FILTER EFFECT

Abstract

This paper is devoted to measuring the speed of sound with indirect methods. It does concentrate on experiments near to real life applications in the sound and recording techniques, where the speed of sound does play an important role. Experiments described below do enable students to examine different set-ups, modify parameters and to hear and visualize the results. This should help the students to get the feel for the examined effects and to solve problem situations in acoustics more effectively.

Úvod

Rychlost šíření zvukového vlnění v prostředí je v akustice velmi významnou veličinou. Pro plynné prostředí je možné ji teoreticky odvodit z rovnice ideálního plynu [2, 4]. V reálných podmínkách ve vzduchu pak rychlost zvuku závisí na teplotě, vlhkosti vzduchu a atmosférickém tlaku. Nejvýznamnější je přitom závislost na teplotě. Závislost na tlaku je totiž i pro reálné plyny zcela zanedbatelná. Proto je možné pro rychlost zvuku ve vzduchu používat přibližný vztah

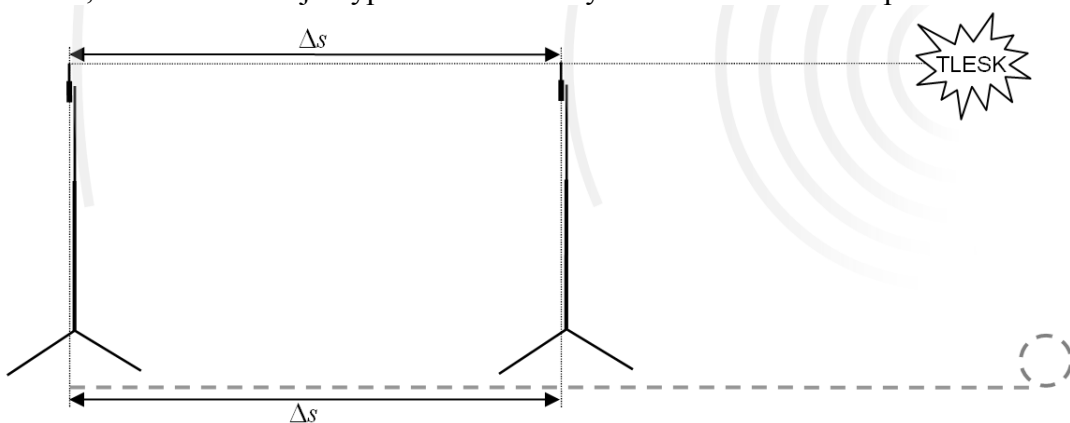
$$v_{\text{zvuku}} = 331,3 + 0,6 \cdot t, \quad (1)$$

kde hodnota rychlosti zvuku z výpočtu pro ideální plyn o teplotě 0°C je 331,3 m/s a t je teplota vzduchu ve stupních Celsia. Změna teploty o 1°C tedy znamená zvýšení rychlosti zvuku ve vzduchu zhruba o 60 cm/s.

Experimenty pro ověření rychlosti zvuku ve vzduchu popsané v dalším textu byly navrženy jako experimenty řízené a vyhodnocované počítačem. Jsou vhodné jak jako demonstrační experimenty, tak jako žákovské experimenty, resp. úlohy do praktika. Potřebné vybavení zahrnuje zvukovou kartu se dvěma vestavěnými mikrofonními zesilovači, měřicí nebo nástrojové malomembránové kondenzátorové mikrofony, software pro práci se zvukem (např. Steinberg Wavelab, Adobe Audition), reproduktor se zesilovačem, stabilní mikrofonní stojany a spolehlivou signálovou kabeláž. Pro úpravu akustiky místnosti je vhodné použít mobilní panely z akusticky pohltivých pěnových materiálů (např. polyuretanu nebo melaminové pěny).

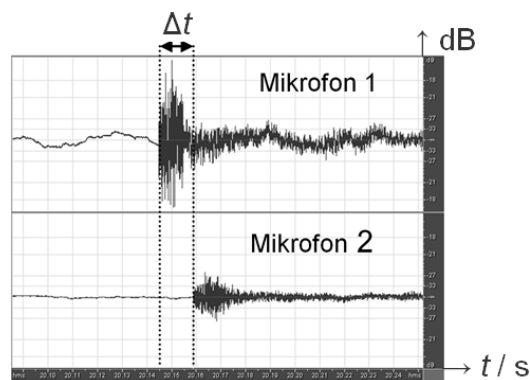
Experimentální ověření hodnoty rychlosti zvuku ve vzduchu přímou metodou

Při snímání jednoho zdroje zvuku dvěma různě vzdálenými mikrofony je každý ze signálů zaznamenáván s časovým posunem odpovídajícím vzdálenosti konkrétního mikrofону od zdroje zvuku. Analýzou časového průběhu zaznamenaných mikrofonních signálů je pro tranzientní zvuky a ostré náběhy možné určit časový posun mezi oběma stopami záznamu a známe-li polohu zdroje zvuku a polohu membrán mikrofónů v prostoru, lze z těchto údajů vypočítat hodnotu rychlosti šíření zvuku v prostředí.



Obr. 1: Schéma umístění mikrofónů a zdroje zvuku pro měření přímou metodou

Z hlediska geometrie úlohy je nejjednodušší umístění obou mikrofónů a zdroje zvuku na jedné přímce v uspořádání podle obrázku 1. Pak naměřená vzdálenost mikrofonních kapslí mezi sebou odpovídá dráhovému rozdílu Δs , který musí urazit čelo zvukové vlny v homogenním izotropním prostředí mezi mikrofonními membránami za hledaný čas Δt .



Obr. 2: Časový průběh mikrofonních signálů (nahore bližší, dole vzdálenější mikrofón)

Jako měřicí impuls se osvědčilo několikrát opakované rychlé a silné tlesknutí zaznamenávané při vysokém vzorkovacím kmitočtu (96 kHz nebo 192 kHz) pro různé Δs v rozsahu 3 až 5 metrů. V grafu časového průběhu akustického tlaku (obrázek 2) je pak dobře patrný časový okamžik, kdy čelo zvukové vlny vyvolalo výchylku na bližším mikrofónu a kdy na mikrofónu vzdálenějším. Z rozdílu těchto časů se určí časový rozdíl Δt , optimálně jako střední hodnota časových rozdílů pro více tlesknutí. Rychlost zvuku ve vzduchu v_{zvuku} pro rozdíl vzdálenosti mikrofónů od zdroje Δs a odpovídající časový posun Δt (resp. pro střední hodnoty) lze snadno vypočítat ze vzorce

$$v_{\text{zvuku}} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (2)$$

Experimentální ověření hodnoty rychlosti zvuku ve vzduchu nepřímou metodou interference mikrofonních signálů

Časové zpoždění vede u harmonických signálů k posunu fáze. To se projeví při rozdílu vzdáleností mikrofonů od zdroje srovnatelném s vlnovou délkou nahrávaných zvuků. Součet fázově posunutých harmonických signálů způsobuje interferenci a to platí samozřejmě i obecně pro fázově posunuté frekvenční složky dvou časově posunutých širokopásmových signálů. Situace je schématicky znázorněna na obrázku 3. U déletrvajících tonálních signálů proměnné frekvence je tento jev slyšitelný jako kolísání amplitudy v závislosti na frekvenci, u širokopásmových signálů pak jako nepříjemné zabarvení zvuku. Protože výsledný interferenční „obraz“ součtového signálu ve spektrálním oboru svým tvarem připomíná hřeben, dostal tento jev střídavě vyzdvihující a potlačující určitá frekvenční pásma název jev hřebenového filtru.

Pro **konstruktivní interferenci** harmonických signálů platí podmínka vzniku interferenčního maxima, že směřované signály musí být ve fázi. Redukujeme úlohu na jeden rozměr (zdroj zvuku a mikrofony na přímce) a zanedbáme odrazy od stěn místnosti. Při daném rozdílu vzdálenosti membrán mikrofonů od zdroje d pak platí, že pokud je d rovno celistvým násobkům vlnové délky λ , nastane konstruktivní interference, tedy $d = k_{\max} \cdot \lambda$, kde k_{\max} je kladné celé číslo určující řád maxima.

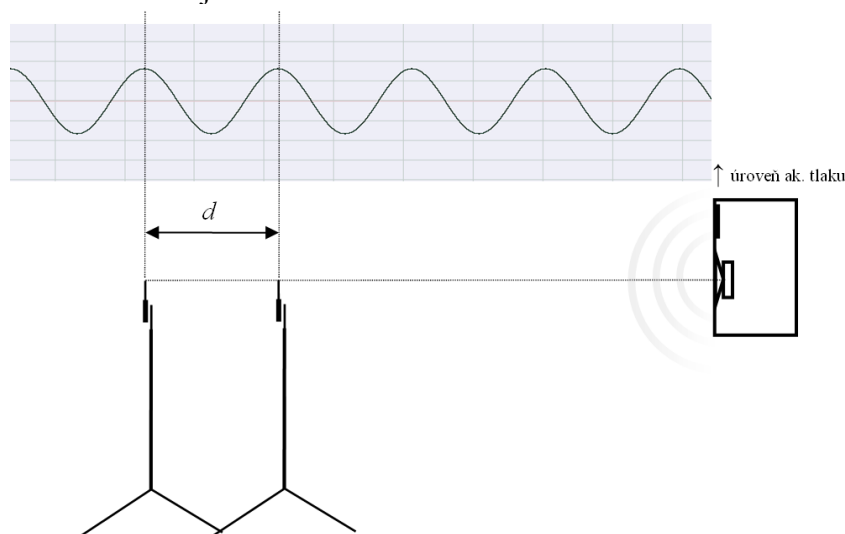
Destruktivní interference naopak nastává při splnění podmínky, že vzdálenost mezi membránami mikrofonů d odpovídá lichým násobkům půlvln, tedy

$$d = (2k_{\min} - 1) \cdot \frac{\lambda}{2}, \quad (3)$$

kde k_{\min} je kladné celé číslo určující řád minima. Označíme-li frekvenci buzení f a rychlost šíření vlnění v prostředí c , pak po dosazení ze vztahu $\lambda = \frac{c}{f}$ a úpravě platí pro frekvence buzení f , při nichž dojde k destruktivní interferenci vlnění, vztah

$$f_{k_{\min}} = \frac{(2k_{\min} - 1) \cdot c}{2d}, \quad (4)$$

kde k_{\min} je pořadí interferenčního minima na frekvenční ose počítáno ve směru rostoucí frekvence a $f_{k_{\min}}$ je v tomto smyslu k -tá frekvence na frekvenční ose, pro kterou se interferenční minimum objeví.

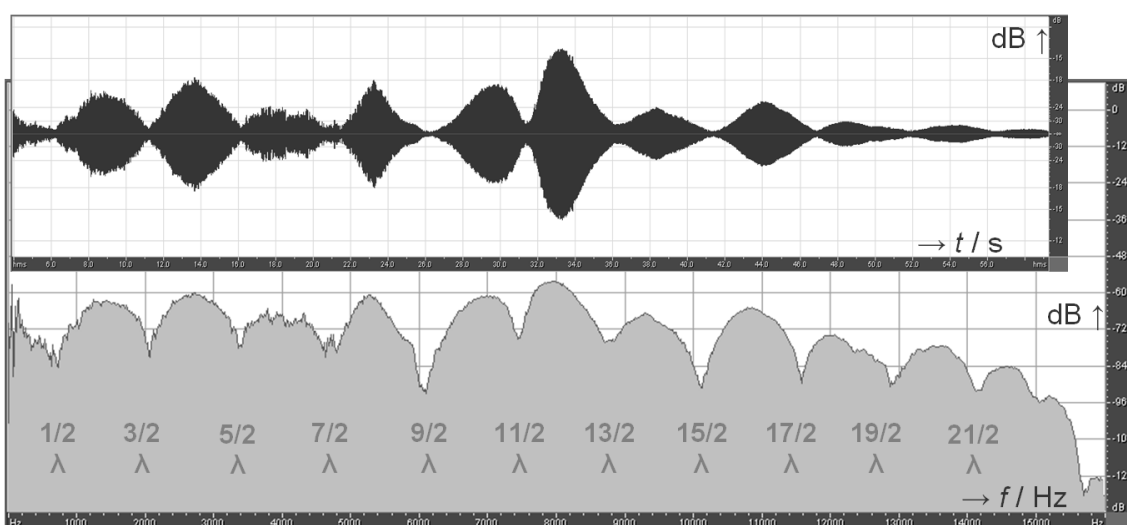


Obr. 3: Schéma umístění zdroje zvuku a mikrofonů pro vznik jevu hřebenového filtru

V experimentu řízeném a zpracovávaném počítačem lze jak měřicí signál, tak záznam odezvy systému ovládat synchronně v přehledném víceštepém zobrazení softwarového editoru. Pro názornost používám jako měřicí stopu nejprve tón proměnné frekvence od 100 Hz do 16 kHz s lineárním nárůstem frekvence (linear sweep) a dále šum s konstantní hustotou akustické energie v celém přenášeném pásmu, takzvaný bílý šum, který je ve své podstatě časovou posloupnost náhodných čísel s gaussovskou distribucí výchylky. Pro požadované pásmo postačí vzorkování 32 kHz, protože na frekvencích nad 16 kHz už nastává situace, kdy vlnová délka je srovnatelná s velikostí membrán mikrofónů a je už znatelný pokles, resp. silné zvlnění, frekvenční charakteristiky reproduktoru. Platí, že čím bude měřicí signál trvat déle, tím přesnější bude výsledek. Doporučuji proto používat signály proměnné frekvence s délkou minimálně 60 sekund, pro bílý šum pak raději alespoň 120 sekund.

U většiny běžně dostupných reproduktorů a studiových monitorů se jedná o vícepásmové konstrukce s několika vzájemně interferujícími měniči. Je nutné používat vždy pouze jeden zdroj zvuku a ostatní měniče reprosoustavy (nejčastěji ty výškové) i bassreflexové porty vhodným způsobem zvukotěsně zakrýt. Pro omezení vlivu frekvenčně závislého dozvuku místnosti je vhodné umístit vedle mikrofónů absorpční panely a omezit tak nejvýznamnější prvotní odrazy od blízkých stěn a podlahy.

Jev hřebenového filtru nastává při mixáži stop nahraných oběma mikrofóny. Na obrázku 4 je vizualizován časový průběh součtového signálu v případě buzení systému tónem proměnné frekvence při vzdálenosti mezi mikrofóny $d = 0,25$ m. Spektrální analýza součtového signálu (obrázek 4 dole) odhalí typický interferenční obraz s ostrými minimy a plochými maximy. Pokud provádíme průměrování spekter signálu za celou dobu trvání, splňuje výše specifikovaný tón proměnné frekvence podmínky pro stacionární širokopásmový signál. Širokopásmový šum splňuje dané požadavky implicitně. Proto je možné analyzovat i výsledný interferenční signál prostředky dlouhodobé analýzy. Pomocí spektrální analýzy s 32 768 spektrálními čarami je při šířce pásma 16 kHz rozlišení ve frekvenci lepší než 0,5 Hz. Při zpracování výsledků měření v Excelu metodou nejmenších čtverců se tak při dostatečném počtu opakování pro různé vzdálenosti mikrofónů lze dostat na nejistotu měření menší než 0,5 m/s.



Obr. 4: Časový průběh (nahore) a spektrum (dole) součtového signálu obou mikrofónů

Experimentální ověření hodnoty rychlosti zvuku ve vzduchu nepřímou metodou analýzy stojatého vlnění v trubicích

V pružném prostředí uzavřeném v dutinách nebo trubicích, na jejichž vnitřním povrchu se vlnění odráží, dochází ke vzniku stojatých vln. Frekvence buzení, při kterých se stojatá vlna vytvoří, závisí na rozměrech dutiny a rychlosti šíření vlnění v médiu vyplňující dutinu. Vybudit stojaté vlnění je možné buď harmonickým signálem s touto frekvencí, nebo širokopásmovým signálem, který tuto frekvenci obsahuje. Na tomto principu funguje i jednoduchý pokus z volné ruky s mušlí nebo hrnkem přiloženými k uchu, kdy se mušle chová jako dutinový rezonátor buzený okolními zvuky a ruchy.

Nejjednodušší je pracovat s jednoduchými geometrickými útvary, jakými jsou koule nebo válec s výškou několikanásobně přesahující průměr podstavy. Díky symetrii je tak možné volit výhodně souřadnicový systém a redukovat obecně trojrozměrnou geometrii úlohy na jednu dimenzi. Z pohledu náročnosti výroby jsou pro experiment nejvhodnější dlouhé trubice kruhového průřezu vyrobené z tuhého akusticky nepohltivého materiálu jako neměkčeného PVC, akrylátu nebo polykarbonátu.

Následující detailní popis se věnuje jednostranně uzavřeným trubicím. Charakter vlnění v trubici se při její dostatečné délce blíží podélné rovinné vlně. Z vnějšího prostředí proniká do trubice otevřeným koncem budící signál a odráží se opakovaně na uzavřeném i otevřeném konci vzduchového sloupce v trubici. Na uzavřeném konci pro akustickou výchylku (resp. i pro akustickou rychlost) platí, že zde dochází k odrazu vlnění s opačnou fází, zatímco na otevřeném konci dochází k odrazu podélného vlnění se stejnou fází. Při splnění interferenční podmínky, kdy na délku jednostranně otevřené trubice připadá lichý počet čtvrtvln vlnění vyvolaného budícím signálem, dochází v trubici ke vzniku podélného stojatého vlnění. Systém je ve stavu rezonance. Na uzavřeném konci trubice se vytvoří uzel výchylky a na otevřeném konci kmitná výchylky (viz obrázek 3 nahoře). Velikost akustické výchylky, respektive akustické rychlosti, je však u podélného vlnění v plynech obtížně měřitelná. Všesměrové měřicí mikrofony jsou svojí konstrukcí snímače akustického tlaku. Pro průběh akustického tlaku platí, že je vůči průběhu akustické rychlosti fázově posunutý o čtvrtinu vlnové délky. V místech kmiten akustické rychlosti jsou tedy uzly akustického tlaku a naopak v místech uzlů akustické rychlosti jsou kmitny akustického tlaku. Na obrázku 4 nahoře je průběh akustické rychlosti zakreslen čárkovaně, průběh akustického tlaku plnou čarou. Dále je znázorněn jen průběh akustického tlaku a to ve stupních šedi – nejtmaší místo je kmitna, nejsvětější místo uzel akustického tlaku podélného stojatého vlnění.

Pro vznik podélného stojatého vlnění v jednostranně uzavřené trubici platí vztah

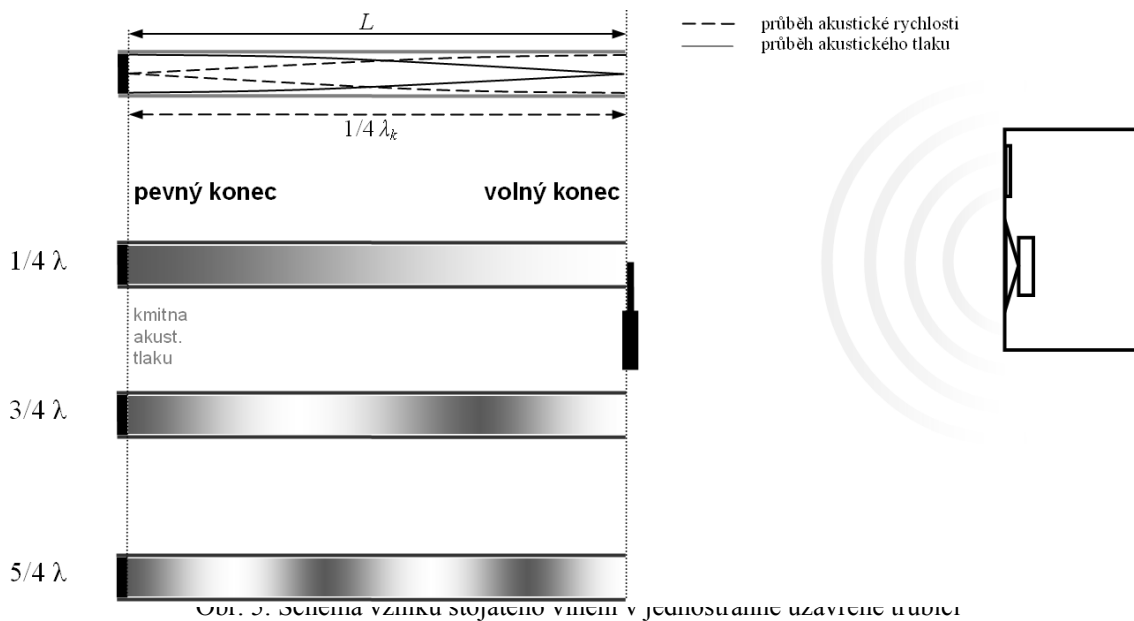
$$L = (2k - 1) \cdot \frac{\lambda_k}{4}, \quad (5)$$

kde L je délka vzduchového sloupce v trubici, k je nezáporné celé číslo, takže závorka $(2k - 1)$ dává liché celé číslo označující počet čtvrtvln, které se vejdu na vnitřní délku trubice L , a λ_k je příslušná vlnová délka stojatého vlnění. Při dosazení za λ_k ze vztahu

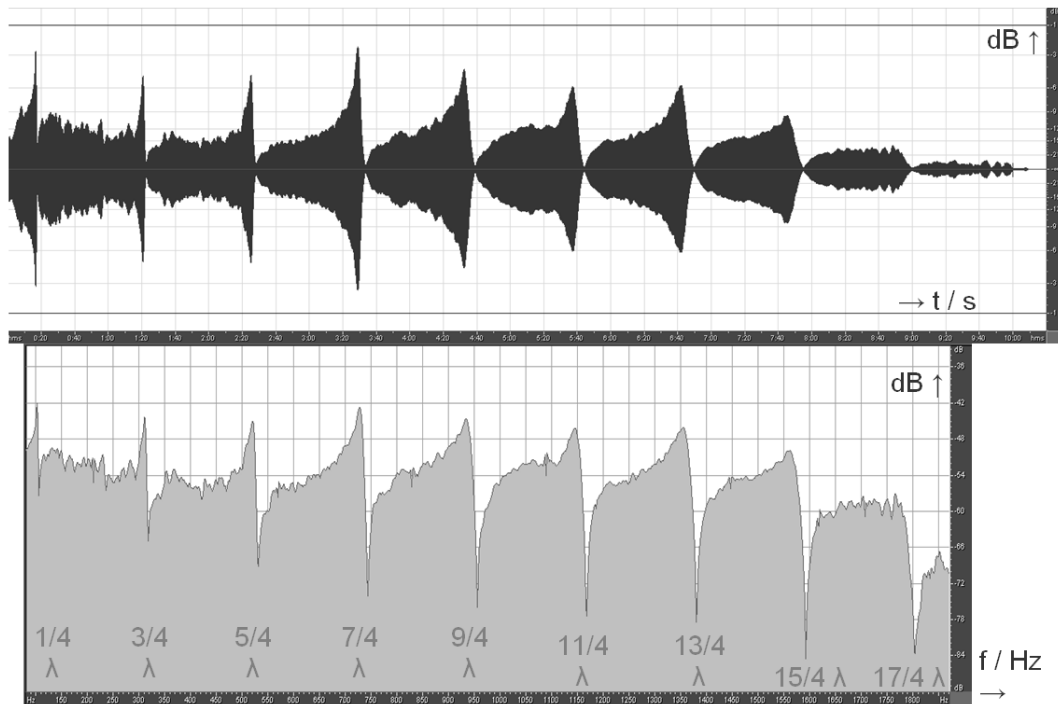
$\lambda_k = \frac{c}{f_k}$, kde f_k je frekvence buzení, která v prostředí vyvolá zvukové vlnění o vlnové

délce λ_k a c je rychlost šíření zvukového vlnění v prostředí, má vztah podobu

$$L = (2k - 1) \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{c}{f_k} . \quad (6)$$



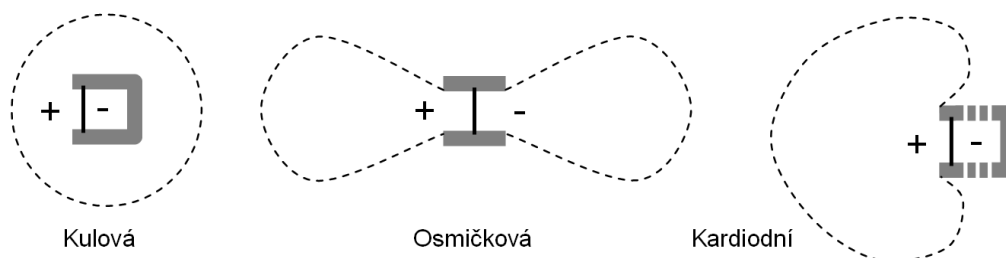
Pro vybudění podélného stojatého vlnění v trubcích lze opět použít jak čistý tón s lineárním nárůstem frekvence při konstantní úrovni akustického tlaku, tak širokopásmový bílý šum s konstantní hodnotou spektrální hustoty akustické energie v přenášeném pásmu. Zúžením vyhodnocovaného frekvenčního pásma na předpokládanou oblast lze dosáhnout vyšší přesnosti v určování rezonančních frekvencí. Proto používám vzorkování 4 kHz nebo 6 kHz s příslušnou šířkou pásma. Je však nutné pamatovat na to, že čím méně vzorků signálu za sekundu zaznamenáváme, tím delší musí použitý měřicí signál být, abychom získali dostatek dat pro časové průměrování spekter. Jako kompromis se osvědčila délka měření 600 sekund. Demonstrační experiment s nižší přesností výsledku lze však s úspěchem provést i za 120 sekund.



Obr. 6: Časový průběh (nahore) a spektrum (dole) odezvy jednostranně uzavřené trubice 0,8 m

Pokud tón proměnné frekvence zkoumáme s časovým rozlišením odpovídajícím celé jeho délce, jeví se jako širokopásmový signál. V tomto případě je oprávněné volit maximální možnou délku bloku a průměrování spekter přes celou délku signálu. Pro vzorkovací kmitočet 4 kHz a 32 768 spektrálních čar tak může být přesnost v určení frekvence větší než 0,1 Hz.

Na obrázku 6 je příklad vyhodnocení měření pro jednostranně uzavřenou trubici délky 80 cm. Při buzení tónem proměnné frekvence jsou už v časovém průběhu odezvy trubice (nahore) dobře vidět hledaná minima akustického tlaku. Z grafu spektrální analýzy je pak možné přímo odečíst frekvence těchto lokálních minim (obrázek 5 dole). Nežádoucí ostrá lokální maxima se objevují pravděpodobně jako důsledek stojatého vlnění mezi membránou mikrofonu a dnem trubice, dnem trubice a membránou reproduktoru, v důsledku nesymetrie směrové charakteristiky mikrofonní kapsle i kvůli možným příčným modům kmitání membrány mikrofonu. Měřicí mikrofon (zde Beyerdynamic MM1) umístěný poblíž hrdla trubice se navíc v experimentu nachází v reaktivním poli stojatého vlnění a je obtížné odhadnout, nakolik zůstávají platné parametry optimalizované a udávané pro volné akustické pole.



Obr. 7: Základní směrové charakteristiky mikrofonů

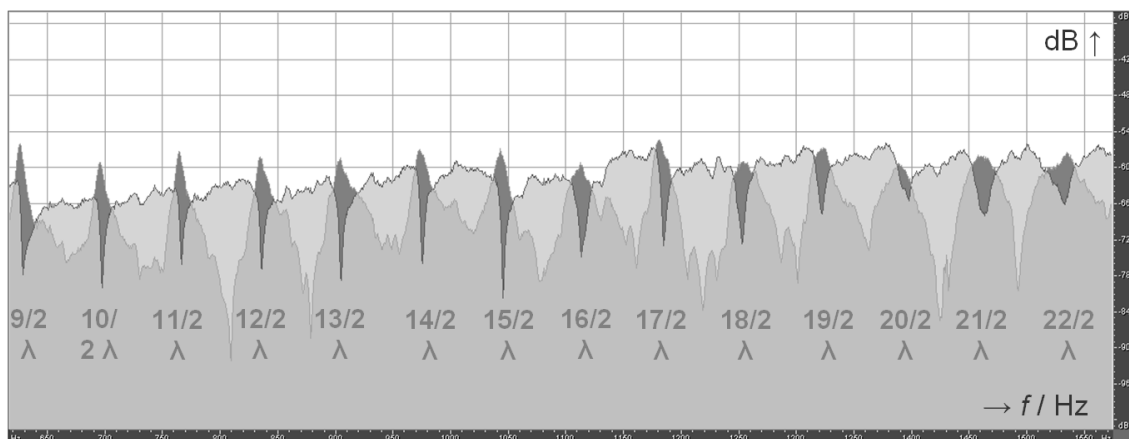
Jak již bylo zmíněno, hraje v experimentu důležitou roli směrová charakteristika použitého mikrofonu. Měřicí mikrofony s kulovou směrovou charakteristikou (obrázek 7 vlevo) snímají velikost akustického tlaku bez ohledu na to, z jakého směru na mikrofonní kapsli zvukové vlny dopadají. Membrána oboustranně otevřené kapsle s osmičkovou směrovou charakteristikou (obrázek 7 uprostřed) je naopak rozkmitávána rozdílem tlaku působícího na opačných stranách membrány v otevřené kapsli. Protože zvukové vlny dopadající kolmo na osu otevřené kapsle se na membráně setkají v protifázi, klesá u této konstrukce mimo osu prudce citlivost mikrofonu. Vokální a nástrojové mikrofony mají většinou částečně otevřené kapsle s kardioidní směrovou charakteristikou, která je sice symetrická podle osy mikrofonní kapsle, ale vůči rovině membrány je nesymetrická (obrázek 7). Jedná se v podstatě o superpozici kulové a osmičkové směrové charakteristiky, nebo technicky řečeno o superpozici směrových charakteristik skalární a gradientní sondy akustického tlaku.

V dalším experimentu byl pro ověření vhodnosti různých typů mikrofonů k měření akustických veličin místo jednoho měřicího mikrofonu použit pár směrových nástrojových mikrofonů (Shure KSM 109). Vhodným natočením mikrofonu vůči akustickému poli lze využít vlastností kardioidní směrové charakteristiky a podle úhlu, který svírá osa kapsle s normálem vlnoplochy, jedním mikrofonem snímat relativní změny velikosti akustického tlaku a druhý použít jako snímač relativní změny gradientu akustického tlaku. Gradient akustického tlaku je maximální v kmitnách akustické rychlosti, což umožňuje v tomto případě místo obtížně měřitelné akustické rychlosti sledovat právě relativní změny gradientu akustického tlaku.

Výsledkem experimentu pro dva navzájem kolmo umístěné mikrofony s kardioidní směrovou charakteristikou je graf na obrázku 8. Zde byla použita oboustranně otevřená trubice délky $L = 2,5$ m. U oboustranně otevřených trubic má ve stavu rezonance systému stojatá vlna na obou otevřených koncích uzly akustického tlaku a kmitny akustické rychlosti. Na délku trubice L pak ve stavu rezonance systém připadají celočíselné násobky poloviny vlnové délky vlnění vybuzeného kmitáním s frekvencí f .

$$L = k \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{c}{f_k} \quad (7)$$

Oba mikrofony byly umístěny v těsné blízkosti jednoho z otevřených konců trubice tak, že kolmo k ose trubice nasměrovaný mikrofon snímal změny akustického tlaku (světlejší histogram na obr. 8 v popředí) a druhý s osou kapsle rovnoběžnou s osou trubice snímal relativní změnu gradientu akustického tlaku (tmavší histogram na obr. 8 v pozadí). Zdrojem buzení byl bílý šum s šířkou pásma 2 kHz. V grafu na obrázku 8 je dobře vidět, že pro rezonační frekvence minimum velikosti akustického tlaku odpovídají maxima gradientu akustického tlaku. Pro zpracování měření dává však stále o něco spolehlivější výsledky vyhodnocování průběhu velikosti akustického tlaku.



Obr. 8: Spektrální analýza signálů absolutního a gradientního snímače (výřez 600 – 1600 Hz)

U oboustranně otevřené trubice s délkou 2,5 m je pro médium vzduch výsledkem 28 frekvencí lokálních minim v grafu závislosti hustoty akustické energie na frekvenci určených s přesností na desetinu Hz. Graf na obrázku 8 ukazuje pouze centrální část spektra od 600 do 1600 Hz. Při zpracování měření se dobře osvědčil postup zpřesňování základní rezonanční frekvence pomocí frekvencí vyšších harmonických. To lze snadno provést v Excelu metodou nejmenších čtverců, a po kontrolním grafickém znázornění z rovnice regrese získat dostatečně přesnou hodnotu základní rezonanční frekvence pro určení rychlosti zvuku s nejistotou výsledku v řádu desetin metrů za sekundu. Nejvíce limitující pro přesnost měření je tak určení vzdálenosti mezi uzly akustického tlaku. Prvotní předpoklad byl, že pro oboustranně otevřenou trubici je vzdálenost uzlů rovna délce vzduchového sloupce v trubici. Nejde jen o to změřit délku dutiny – to lze laserovým měřičem délek provést s přesností na setiny milimetru – ale spíše o to kvalifikovaně odhadnout, zda se uzel akustického tlaku vytvoří přesně v rovině řezu nebo jestli, a případně o kolik, bude posunutý mimo něj. Podle toho by měly být korigovány naměřené hodnoty pro určení vlnové délky. Ze zkušenosti vyplývá, že hledaná korekce je v řádu několika milimetrů. Její určení je však velmi obtížné, protože závisí nejen na délce trubice a jejím průměru, ale i na takových zdánlivých maličkostech jako například tvaru zaoblení hrany řezu.

Literatura

1. JIŘÍČEK, O. *Úvod do akustiky*. Vydavatelství ČVUT, Praha, 2002
2. LERCH, R. – SESSLER - G. WOLF; D. *Technische Akustik: Grundlagen und Anwendungen*. Springer Verlag; 2009
3. RAUNER, K. - PROKŠOVÁ, J. - HAVEL, V.. *Fyzikální praktikum II: magnetismus, kmity a vlnění, optika, atomová a jaderná fyzika*. Plzeň, 1999
4. SENGPIEL, E. *Forum für Mikrofonaufnahmetechnik und Tonstudioteknik: Calculation of the Speed of Sound c in Air and the effective Temperature* [online]. Sengspielaudio Berlin, poslední revize 2011-04-01 [cit.2011-04-14]. <<http://www.sengspielaudio.com/calculator-speedsound.htm>>
5. SENGPIEL, E. *Forum für Mikrofonaufnahmetechnik und Tonstudioteknik: Speed of sound - temperature matters, not air pressure* [online]. Sengspielaudio Berlin, poslední revize 2009-07-30 [cit.2011-04-14]. < <http://www.sengspielaudio.com/SpeedOfSoundPressure.pdf>>

Kontaktní adresa

Mgr. Daniel Aichinger
Západočeská univerzita v Plzni, Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy
Klatovská 51, CZ 306 14 Plzeň
Telefon: +420 377 636 326
E-mail: dann@kmt.zcu.cz

INTERAKTIVNÍ TABULE VE VÝUCE FYZIKY

Renáta BEDNÁROVÁ, Ondřej DUFEK

Abstrakt

Příspěvek pojednává o využití interaktivní tabule ve výuce fyziky. Na základě výzkumné sondy jsou shrnuty výhody a nevýhody používání tabule ve školách. Jsou uvedeny základní informace o interaktivních učebnicích nakladatelství Fraus a výukového materiálu tvořeného nakladatelstvím Prometheus. Dále jsou uvedeny ukázky výukového materiálu, tvořeného autory textu, s podrobným návodem k jejich tvorbě.

INTERAKTIV WHITEBOARD IN PHYSICS

Abstract

This paper deals with the use of interactive whiteboards in teaching physics. Based on research probes are summarized advantages and disadvantages of using signs in schools. They are given basic information about publishing Fraus interactive textbooks and teaching materials formed publisher of Prometheus. The following are examples of educational materials, consisting of authors of the text, with detailed instructions for their creation.

Úvod

Vedle experimentů a různorodých pomůcek slouží k efektivní výuce fyziky také tabule. Tento prostředek slouží ve výuce fyziky k názornému zaznačení pokusů, zakreslování schémat elektrických obvodů, znázornění grafů, ale též k početnímu vyjádření např. Ohmova zákona, rychlosti a mnoha dalšího. Černá křídlová tabule bývá na mnoha školách již nahrazována bílou tabulí (whiteboard). A to jak z důvodu zdravotního (křídlová tabule je nadměrně prašná), tak z důvodu inovativního (bílá tabule je modernější a udržet ji beze stop je snadnější, tudíž i poznámky na ní bývají přehledné a lépe viditelné). I bílá tabule začíná být postupně nahrazována pokrokovou interaktivní tabulí. Její pořízení je pro školy nákladné (vyjma interaktivní tabule je potřeba datový projektor), proto bývá obvykle na celou školu pouze jedna jediná interaktivní tabule.

Interaktivní tabule

Interaktivní tabule je periferní zařízení počítače provázané s dataprojektorem. Na interaktivní plochu je datovým projektorem promítán obraz z počítače. Samotnou tabuli lze ovládat podle typu tabule prstem nebo speciálním fixem, popř. lze tabuli ovládat vhodnými nástroji v počítači (myš, touchpad).

Učitelé se na vyučování připravují dopředu a od ručně psaných příprav a časem žlutnoucích papírů ustupují a veškerá jejich příprava je převážně elektronická. Je snadnější záznamy ukládat, rozšiřovat či upravovat. Elektronická příprava je prvním krokem k využívání interaktivní tabule ve výuce, tak je možné klasické frontální vyučování oživit interaktivními cvičeními. Vhodné je zařadit i moderní výukové metody (skupinová výuka, problémové úlohy). Během her a interaktivních prezentací

předvedou žáci své vědomosti a dovednosti. Učitel tak má ihned zpětnou vazbu, která je nutná k efektivní výuce. Pokud je učitel dostatečně kreativní při tvorbě materiálů, je jeho výuka pestrá, originální a tudíž i motivující.

Interaktivní tabuli lze využívat navíc jako promítací plátno, klasickou tabuli nebo kombinaci obojího. Učitelé mohou využít buď interaktivní učebnici, nebo zrealizovat vlastní náměty (tvorba křížovek, doplňovaček, a jiných motivačních úkolů). Lze zapojit žáka aktivitami typu: „zobraz, nakresli, dopiš, doplň, ...“. Výuka prostřednictvím interaktivní tabule je atraktivnější, aktivnější a efektivnější. Nevýhodou je její finanční náročnost, zajištění učebny, v níž je tabule umístěna, časová náročnost (příprava učitelů, prvotní manipulace s fixem a tabulí samotnou).

Využití interaktivní tabule je ve školách již zcela běžné. Samotní učitelé, kteří interaktivní tabuli používají v praxi, vidí její přínos především na prvním stupni základní školy anebo při výuce cizích jazyků. Následující řádky zachycují názory vyučujících, které byly uvedeny ve výzkumné sondě (30 respondentů – vyučující fyziky). Jak můžeme v níže uvedeném textu vidět, jsou názory na interaktivní tabuli velmi rozdílné. Cílem při jejím využití ve výuce je vyzdvihnout její pozitiva a pokusit se, je-li to možné odstraňovat negativa.

Výhody

- Vede významným způsobem ke zvýšení motivace a zájmu žáků o probíranou učební látku. Výuka je pro žáky atraktivnější. Žáci jsou aktivnější a samotná výuka je tudíž efektivnější.
- Umožňuje měnit formy vyučování podle momentálních potřeb žáků.
- Je vhodná pro tvorbu interaktivních prezentací, her či projektů.
- Usnadňuje učení žákům se speciálními potřebami a specifickými poruchami.
- Pomáhá oživit výuku prostřednictvím multimédií, zajímavých obrázků, odkazů na web a interaktivních materiálů. Usnadňuje vyhledávání.
- Učební látka vyučovaná prostřednictvím interaktivní tabule je názornější. Možnost ukázat spoustu obrázků, grafů,...
- Opakovatelnost.
- Není třeba tisknout zadání při písemných pracích. Lze ukázat i druhý list s řešením.
- Přehlednost.
- Prostřednictvím videí a názorných animací či interaktivních odkazů v interaktivních učebnicích lze ukázat pokusy, které nejsou na škole běžně proveditelné.
- Vhodné při realizaci projektů.
- Při využití interaktivních učebnic podpora mezipředmětových vazeb.
- Respektování didaktických principů.

Nevýhody

- Časová náročnost, jak na přípravu učitele na vyučovací hodinu (tvorba pracovních listů, výukových materiálů), tak v samotné vyučovací hodině. Přínos pro výuku není vždy úměrný času, který ve vyučovací hodině zabere použití i-tabule.
- Počáteční manipulace se speciálním perem a samotnou tabulí.

- Čím starší jsou žáci, tím je interaktivní tabule méně důležitá pro jejich motivaci a produktivitu.
- Časem tabule žákům zevšední.
- Probraný obsah učiva je menší.
- Nedostatek materiálů.
- Problém s přesouváním do učebny s interaktivní tabulí.
- S tabulí může pracovat pouze jeden žák, proto ostatní zpasivní. Často vnese neklid do třídy.
- Finanční náročnost.

Interaktivní učebnice

Výuka prostřednictvím interaktivní tabule je pro žáky zajímavá a pomáhá poskytovat informace zajímavým způsobem a dosáhnout tím vyšších vyučovacích cílů. Interaktivní tabuli lze využít vhodně v jakékoli fázi výuky. Jejím využitím lze v žácích probudit chuť k dalšímu bádání, vhodně ověřit jejich praktické dovednosti získané během odborného výkladu, nebo žáky rozptýlit vhodnou vědomostní hrou, kvízem apod.

Tvorbou interaktivních učebnic se zabývá nejedno nakladatelství. Níže jsou uvedeny základní informace o nejpoužívanější učebnici nakladatelství Fraus a výukového materiálu od Promethea.

Nakladatelství Prometheus klasické interaktivní učebnice nevydávají, ale jsou vydána CD k výuce fyziky doplňující řadu učebnic R. Kolářová a kol. Jsou to multimediální materiály pro výuku fyziky na ZŠ s možností využití na interaktivní tabuli. Výukové materiály jsou univerzální, tudíž je mohou využít i učitelé, kteří vyučují podle jiných učebnic. (str. 20, katalog Prometheus).

Dalším nakladatelstvím, které se této problematice věnuje, a zřejmě nejintenzivněji, je Fraus. Z krátké výzkumné sondy, která byla provedena, bylo zjištěno, že využívání interaktivních učebnic není až tak časté. Usuzujeme, že v mnoha školách je to kvůli pořizovací ceně. Přesto si dovolíme tvrdit, že využití těchto učebnic při vyučování může být přínosné.

V učebnicích nakladatelství Fraus lze využít její základní interaktivitu (zvětšování nebo posouvání textu nebo obrázků, atd.), odkazy na webové vyhledávače, vyhledávání slov (mimo snadnějšího vyhledávání umožňuje tato funkce propojení učiva), použití interaktivních materiálů (obrázky, animace, videa) nebo odkazy na ostatní vyučovací předměty (podpora mezipředmětových vazeb, což vyžaduje Rámcový vzdělávací program). Součástí této interaktivní učebnice je odkaz na interaktivní pracovní sešit, který obsahuje spoustu zajímavých úloh, přichystaných cvičení, křížovek, doplňovaček, atd. Aplikace interaktivní učebnice je s ohledem na časovou přípravu nejméně náročná.

Výukový materiál

Níže je uveden výukový materiál využitelný především při diagnostické fázi vyučovací hodiny fyziky. K ukázkám je popsán postup při tvorbě materiálu v daných programech.

1) Test

První ukázka byla tvořena v programu MS PowerPoint (dále jen PP), který všichni učitelé znají a umí v něm pracovat. Jsou uvedeny tři snímky, další úkony jsou

analogické. První snímek (obr. 1) je otázka se čtyřmi návrhy na odpověď. Ty jsou aktivní a po kliknutí na správnou odpověď (obr. 2) nebo špatnou odpověď (obdobný obrázek) nás hypertextové pole odkáže na příslušný snímek.



Obr. 1: První snímek – otázka



Obr. 2: Správná odpověď

Snímky jsou tvořeny jako klasická prezentace. Pokud chceme, aby šlo na pole kliknout (aby bylo aktivní), musíme postupovat následovně: Necháme si rámeček, který nám znázorňuje textové pole aktivní, klikneme na pravé tlačítko myši a v nabídce zvolíme *hypertextový odkaz*. Na levé straně je nabídka *místo v dokumentu* a zde zvolíme *vybrat snímek* (zvolíme snímek, který se má po kliknutí zobrazit). V rámečku *zobrazený text* (nahore) si napíšeme název textového pole. U dalších otázek pokračujeme podobným způsobem. Analogie probíhá u odkazů na webové stránky, existující soubory nebo na e-mailové adresy.

2) Veličiny a jejich jednotky

Následující cvičení bylo vytvořeno v programu SMART Notebook (dále jen SN), který se svou pracovní plochou hlavními nástroji a záložkami podobá programů MS Office (např. PowerPoint, Word, Excel atd.). Program byl vytvořen firmou SMART k vytváření elektronických materiálů k prezentacím a výuce. SN slouží jako obdoba klasického PowerPointu, lze využít šablon k vytváření výukových materiálů. Ovládací lišta nabízí kromě klasických ovládacích prvků (uložit, zpět, spustit prezentaci, ...) navíc aktivace kamery dokumentů, výběr pera a gumy. Můžeme zde vybírat z velkého množství interaktivních šablon. Zvolíme vhodnou šablonu. Do kolonek v levém sloupci jsme postupně napsali dané veličiny, do kolonek v pravém sloupci jsme k veličinám napsali příslušné jednotky. Následně se vše musí uložit. Při každém spuštění se automaticky jednotlivé kolonky promíchají. Po přiřazení daných veličin ke správným jednotkám celé cvičení automaticky vyhodnotíme (obr. 3).

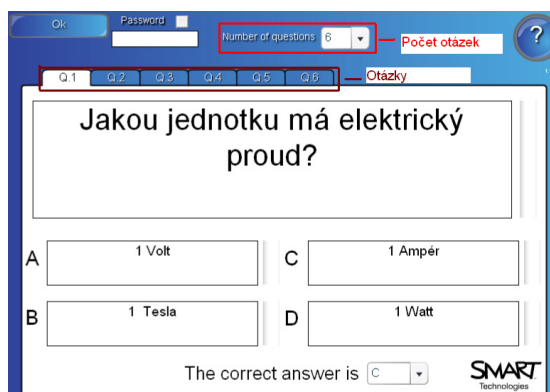


Word	Description
rychlost	metr za sekundu
teplota	metr
delka	stupeň Celsia
objem	litr
hmotnost	kilogram
elektrický ...	Ampér
síla	Newton
čas	sekunda

Obr. 3: Veličiny a jejich jednotky

3) Test – elektrický proud

Při zpracování jsme opět využili programu SMART Notebook. Byla vybrána šablona vhodná pro přípravu testu. Při editaci si můžeme zvolit počet testových otázek (obr. 4). Otázky jsou ve formě záložek seřazeny nad hlavním rámečkem, do kterého vepisujeme testové otázky (obr. 4). V dolní části pracovní plochy jsou čtyři rámečky, do kterých vepíšeme čtyři odpovědi, přičemž jen jedna odpověď je správná. Správnou odpověď musíme označit. Po editaci všech otázek a odpovědí musíme cvičení uložit. Pokud na otázku odpovíme správně, můžeme přejít na další otázku, pokud špatně, tak odpovídáme znovu. Po ukončení testu program vše sám vyhodnotí.



Obr. 4: Editace otázek

Závěr

Využití interaktivní tabule má jak klady, tak zápory, proto její zařazení do výuky nemusí být až tak snadné. Tvorba výukových materiálů zabere spoustu času, nemluvě o tom, že je potřeba mít neustále nové nápady. Toto negativum způsobuje, že se moderní technologická pomůcka ve výuce používá velmi zřídka. Poskytnutý výukový materiál a návod na jeho tvorbu může sloužit jako inspirace pro zajímavější formu výuky fyziky.

Literatura

1. DOSTÁL, J. *Interaktivní tabule ve výuce. Journal of Technology and Information Education* (on-line). 2009, Olomouc - EU, Univerzita Palackého, Ročník 1, Číslo 3, s. 11 - 16. ISSN 1803-537X (print). ISSN 1803-6805 (on-line).

2. *AV Media komunikace obrazem* [online]. 2007 [cit. 2011-02-14]. SMART Notebook. Dostupné z WWW: <http://www.avmedia.cz/obsah-a-zdroje/smart-notebook.html>.
3. *Katalog Prometheus : Učebnice - matematika fyzika*. Praha : Prometheus, 2010. 56 s. Dostupné z WWW: <www.prometheus-nakl.cz>.
4. *Interaktivní učebnice : uživatelská příručka*. Plzeň : Fraus, 2009. 11 s. Dostupné z WWW: <www.interaktivni-vyuka.cz>.

Kontaktní adresa

Mgr. Renáta Bednářová

PdF MU Brno

Poříčí 7, 60300

E-mail: renata.bednarova@gmail.com

STŘEDOŠKOLSKÁ FYZIKA A MATEMATIKA V OHROŽENÍ?

Václav BLAŽEK

Není žádným tajemstvím, že fyzika a matematika zaujímají nejnižší příčky oblíbenosti mezi středoškoláky. Pro nezanedbatelný počet uchazečů o vysokoškolské studium hrají tyto předměty významnou roli při rozhodování o studiu. Dodejme, že roli negativního výběru. Premiér nové koaliční vlády, sám vystudovaný fyzik, tvrdě narazil při besedě s gymnazisty, když se zmínil o myšlence povinné maturity z matematiky. Obávám se, že je pouze otázkou času, kdy se této negativní emoce chopí dostatečně bezskrupulózní politik či strana hledající způsob, jak oslovit nejmladší generaci voličů, a postaví na ní svoji volební kampaň. Čas od času přicházejí reformátoři, kteří se shlédli v modelu americké střední školy, a navrhuji zařadit matematiku pouze mezi volitelné předměty a fyziku včlenit spolu s chemií a biologií pod jedinou značku – ‘science’, která by byla též pouze volitelná. Riziko silového protlačení jakékoliv, i sebehloupější reformy nelze nikdy vyloučit. Stačí, aby byly splněny podmínky pro tzv. ‘politické rozhodnutí’, čili: "máme dost hlasů, abychom nemuseli nic vysvětlovat". Stále tu však jsou opravné prostředky v podobě následujících voleb. Alespoň pokud zůstane zachován evropský demokratický standard. Budou však oběti, které zaplatí daň neuváženým experimentům svou nedostatečnou vzdělaností, např. ještě větší finanční negramotností.

Je tu však ještě jedno nebezpečí. K tomu, aby se projevilo, není třeba ani cynického populismu, ani brutálního přehlasování. Stačí nedělat vůbec nic. Mám na mysli vzdělávání budoucích učitelů fyziky a matematiky. To se odehrává převážně na pedagogických fakultách českých univerzit (UK v Praze, MU v Brně, UP v Olomouci, Ostravská univerzita, Slezská univerzita v Opavě, Západočeská univerzita v Plzni, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem a Univerzita Hradec Králové), ale též na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy, přírodovědeckých fakultách Masarykovy univerzity v Brně, Univerzity Palackého v Olomouci, Jihočeské univerzity, Ostravské univerzity, Fakultě aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni a Humanitně-přírodovědné a pedagogické fakultě Technické univerzity v Liberci. Úroveň výuky, přístup nových idejí, metod a objevů garantují tak jako v jiných oborech docenti a profesori. Jejich aktivní zapojení do provozu kateder připravujících učitele fyziky a matematiky je přirozenou podmínkou při akreditacích a reakreditacích. Až potud není v zásadě rozdíl proti jiným disciplínám. A vše se zdá být v pořádku. Při detailnějším pohledu však zarazí jedna skutečnost. Na českých univerzitách se už řadu let nikdo nehabilitoval ani z didaktiky fyziky, ani z didaktiky matematiky. Např. na pražské MFF uplynulo od poslední habilitace z didaktiky matematiky více než 20 let, nejmladšímu docentovi didaktiky matematiky na MFF je 72 let! Jinde to snad není tak dramatické, nicméně ve výsledku stejné. Pokoušel jsem se zjistit důvody této situace, která nebyla nikdy otevřeně artikulována. Opatrným vyptáváním se ve více vědeckých radách se lze dozvědět, že didaktika fyziky a didaktika matematiky nejsou pokládány za dostatečně vědecké disciplíny. Zde je třeba upozornit, jak je tomu na západ od našich hranic, včetně USA. Konkrétně např. didaktika fyziky je vnímána jako svébytná disciplína, má své odborné, zpravidla recenzované časopisy (např. v USA to byly a jsou časopisy: *American Journal of Physics* (American Association of Physics Teachers),

Physics Teacher (American Association of Physics Teachers), *Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching*, *Science Education New* (American Association for the Advancement of Science). V SRN byly a jsou pro potřeby didaktiky fyziky vydávány tyto časopisy: *Leybold' Welle*, *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, *Praxis der Naturwissenschaften*, *Zeitschrift für Naturlehre und Naturkunde* aj. UNESCO vydává mezinárodní časopisy o přírodovědném vyučování, např. *Science Teacher* (National Science Teachers Association), *Science et l'enseignement des sciences* aj.), mezinárodní konference, kterých se účastní domácí i zahraniční odborníci včetně českých. Nejinak je tomu i v Čechách, ale z neznámých důvodů to nestačí.

Vzhledem k výše popsáným okolnostem lze snadno spočítat, že v časovém horizontu kratším než vzdáleném ztratí postupně příslušné katedry i ty kompetence, které jim ještě zbývají. Jinými slovy, podle akreditačních pravidel, která dosud platí, to v konečném důsledku bude představovat konec přípravy budoucích učitelů fyziky a matematiky. Jsou-li výše uvedené implikace pravdivé, je třeba na takovou situaci reagovat. Nabízí se několik scénářů.

Nejradikálnější řešení lze označit za vulgárně tržní: není-li mezi středoškoláky poptávka po fyzice a matematice, nevyučujeme tyto disciplíny. Pak nebudou zapotřebí ani jejich učitelé, a tím pádem ani vysokoškolští pedagogové připravující učitele matematiky a fyziky. Případný nedostatek odborníků v těchto oborech vzdělaných se vyřeší jejich dovozem. Pokud bychom chtěli následovat USA, které takovýto lov mozků vskutku provozují, je nutno se ptát, kde bychom lovíli? Díky lukrativním podmínkám, jež mohou americké univerzity a firmy nabídnout, získávají špičkové odborníky z celého světa. Ani se neodvažují odhadovat, s jakou nabídkou by přišly domácí instituce a koho by jí oslovily.

Další řešení předpokládá eliminovat Akreditační komisi a její podmínky, počínaje tou, že garanty úrovně oboru jsou docenti a profesori. První přirozenou otázkou je, co by ji mělo nahradit. Pokud by to byl sbor zasloužilých (rozumějme vysloužilých) politiků a manažerů, které by měly ještě navíc financovat samy univerzity (!!!), jak naznačuje poslední rezortní ministr, vyslali bychom české univerzitní školství na bezpečnou jednosměrnou cestu do pekel, rychlejší, než si umíme připustit. Ostatně, plzeňská Právnická fakulta posloužila jako unikátní laboratoř vývoje, který probíhal na objednávku VIP-klientů a mimo dohled Akreditační komise. Poněkud starší, nicméně stále hodný připomenutí, je precedens z 50. let, kdy byli do vedení velkých podniků i jiných institucí jmenováni dělničtí ředitelé a další manažeři z řad zasloužilých straníků bez odborných kompetencí. Podle stranického klíče se obsazují významné posty ve státní správě i nyní. Veřejné vysoké školy jsou jedním z posledních ostrůvků pozitivní deviace ve společenském prostoru, které zatím odolávaly snahám politických stran rozdělit si kontrolu nad nimi. Ve chvíli, kdy si nechají vnutit diktát lumpenmanažeriátu (podle vzoru lumpenproletariátu), stávají se loutkami v rukou stranických sekretariátů a lobbistů, kteří už přesměrují finanční toky od vědy ve svůj prospěch (tento proces již pocítila Akademie věd, máme zde tedy precedens ověřený praxí).

Třetí řešení je nejméně revoluční. Předpokládá zachovat jak matematiku a fyziku na středních školách, tak jejich didaktiky v univerzitních kurikulech, a v neposlední řadě i Akreditační komisi a její podmínky, které představují jeden z mála nástrojů udržující vysokoškolské studium na úrovni, která optimisticky řečeno příliš rychle neklesá, a je tedy alespoň na dohled evropského standardu. V těchto mantinelech je třeba se vši

vážností obnovit habilitační řízení na poli didaktiky matematiky a fyziky na českých univerzitách. Jako nezbytnou součást legitimizace obou disciplín vidím uznání učebnic – nejpřirozenějších tvůrčích výstupů těch matematiků a fyziků, kteří se specializují na didaktiku – za regulérní, uznávané publikace. Přiznejme konečně i učebnicím, samozřejmě jen těm kvalitním, že přinášejí přidanou hodnotu, minimálně ve tvůrčím zpracování faktů, zákonů, pravidel, v jejich logickém uspořádání a interpretaci, výběru příkladů, jejich řešení apod. A jak poznáme dobré učebnice? Zde reaguje hlas lidu nejméně třikrát. První jsou zpravidla vysokoškolští pedagogové. Z jejich řad se nejčastěji rekrutují tvůrci učebnic, ale též jejich recenzenti. Druhou, početnější skupinou jsou ti pedagogové, kteří podle učebnic učí. Třetí, nejpočetnější, představují pak žáci a studenti (a zprostředkovaně i jejich rodiče) na všech úrovních, kterým jsou učebnice určeny, aby s jejich pomocí příslušnému oboru či jeho výseku porozuměli. A v neposlední řadě tu figuruje ještě hlas čtvrtý, hlas trhu. Učebnice představují zajímavou komerční nabídku. V situaci, kdy si na trhu konkuruje více titulů, je z čeho vybírat a tržní výsledky mají nadměrnou tvrdou vypovídací hodnotu.

Zatím to byli vždy politici, kdo svými nezodpovědnými a nekompetentními experimenty poškozovali a dlužno dodat, stále poškozuji českou vědu i vzdělávací systém. Abych byl konkrétní, uvedu příklady alespoň z nedávné doby. Končící ministryně školství zanechala univerzitám dědictví v podobě plánu odebrat 5 % financí na vzdělávání bakalářů, 10 % u studia magisterského a 20 % u studia doktorského. Nový rezortní ministr bezelstně přiznává, že ho univerzity nezajímají. A jeho vládní kolega fakticky zařadil vysokoškolské pedagogy rovnou mezi úředníky, **jak vyplývá z rozhodnutí, že desetiprocentní "úřednická" redukce platů se nedotkne pedagogů od mateřských po střední školy, ale na vysokoškolské pedagogy se vztahuje.** Že by tušil, jak mnoho energie nám vysávají nezadržitelně bující administrativní povinnosti? Nicméně za tichý, ale důsledný bojkot habilitačních a jmenovacích řízení na poli didaktiky fyziky a didaktiky matematiky politici překvapivě odpovědni nejsou, představuje pouze vnitřní iniciativu univerzit, a je tedy jen na akademické obci, zda tento iracionálně rigidní postoj nepřehodnotí.

Výše popsané scénáře se mohou odehrát v horizontu příštího desetiletí. Je tu však jedna čerstvá aktualita, která může ovlivnit situaci už během blízké budoucnosti. Jeden z prvních kroků nové koaliční vlády poté, kdy si rozdělila ministerstva, bylo rozhodnutí o zavedení školného na českých veřejných vysokých školách. Kdo se domnívá, že tento krok zvýší zájem o studium fyziky a matematiky, necht' se přihlásí.

Kontaktní adresa:

*Prof. RNDr. Václav Blažek, CSc.
Filozofická fakulta Masarykovy univerzity
Arna Nováka 1
602 00 Brno
Email: blazek@phil.muni.cz*

RYCHLÉ EXPERIMENTY S VERNIEREM – OBVODY S CÍVKOU

Pavel BÖHM

Abstrakt

Pomocí počítačem podporovaného experimentu lze zefektivnit jinak zdlouhavé měření a také vizualizovat rychlé děje, které pro člověka jinak nejsou patrné. Pomocí školního experimentálního systému Vernier lze rychle proměřit závislost magnetického pole cívky na velikosti procházejícího proudu a také zjistit fázový posun napětí a proudu při různých frekvencích.

QUICK EXPERIMENTS WITH VERNIER – CIRCUITS WITH A COIL

Abstract

Computer-aided experiments help us to perform experiments effectively and quickly and to visualize acquired data as well. Vernier experimental system was used for measuring the $B(I)$ dependence (magnetic field vs. electric current) and for measuring current-voltage shift in a coil with various frequencies.

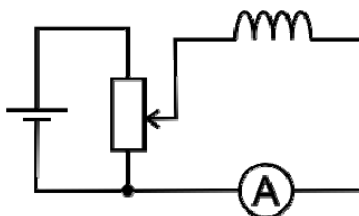
Použité vybavení

Pomocí počítačem podporovaného experimentu lze zefektivnit jinak zdlouhavé měření a také vizualizovat rychlé děje, které pro člověka jinak nejsou patrné.

Pro účely tohoto článku byl použit školní experimentální systém Vernier a pro snadnou orientaci jsou u příslušných senzorů uvedeny kódy dle www.vernier.cz. Pokud někdo používá jiný měřicí systém (například ISES), je třeba za příslušná čidla dosadit ekvivalenty daného systému.

Závislost magnetické indukce cívky na procházejícím proudu

Podle schématu na obrázku 1 sestavíme pomocí reostatu dělič napětí připojený k ploché baterii tak, abychom mohli na cívku přivádět napětí od 0 V to 6 V. Připojíme současně ampérmetr (DCP-BTA) a teslametr (MG-BTA) buď k přenosnému dataloggeru LabQuest, nebo k počítači pomocí takzvaného rozhraní (například LabQuest Mini či Go!Link). K propojení s počítačem lze použít též LabQuest, pokud chceme data například vizualizovat celé třídě na velkém monitoru či projekčním plátně a nejde primárně o mobilitu měřicího pracoviště.



Obr. 1: Schéma zapojení obvodu s plochou baterií, reostatem, cívkou a ampérmetrem (není zde vyznačen teslametr)

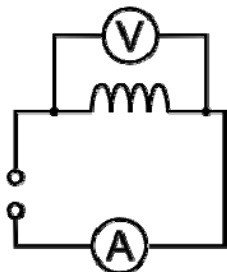
Nastavíme měření tak, aby byly hodnoty magnetické indukce a proudu zaznamenávány stokrát za sekundu. Pak již stačí umístit teslametr doprostřed cívky, spustit měření a plynule změnit polohu jezdece z jedné krajní polohy do druhé.

Tímto způsobem během několika sekund provedeme stovky měření magnetického pole cívky při různých velikostech proudu. Stačí pak nastavit graf tak, aby ukazoval na jedné ose magnetickou indukci a na druhé ose proud. Závislost je na pohled lineární, můžeme též nechat proložit přímkou.

Co dalšího mohou žáci zkoumat? Například jak závisí magnetické pole na počtu závitů nebo na vzdálenosti od cívky, jestli se změní, když do cívky něco vložíme, jestli lze zatočit... Žáci mohou samostatně tvořit různé hypotézy a experimentálně je potvrzovat či vyvracet.

Napětí a proud v cívce při různých frekvencích střídavého proudu

Zapojíme cívku ke generátoru funkcí, k cívce připojíme voltmetr (DVP-BTA) a ampérmetr (DCP-BTA).

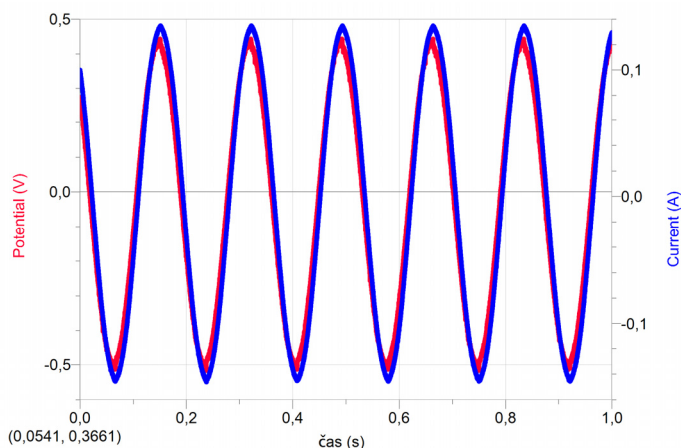


Obr. 2: Schéma zapojení obvodu (cívka, voltmetr, ampérmetr a generátor funkcí)

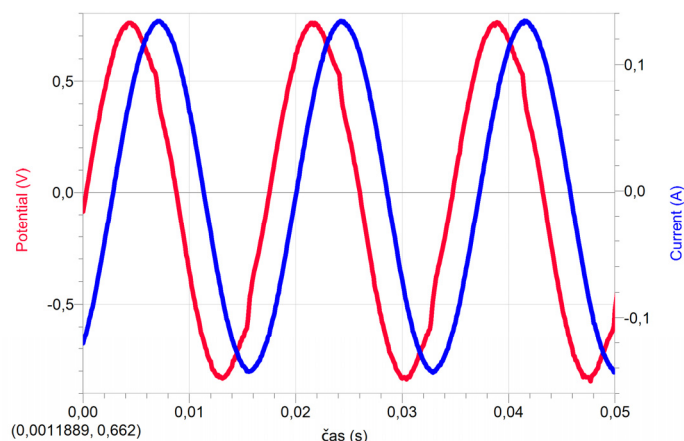
Nastavíme frekvenci měření na 10 kHz a změříme postupně napětí při několika různých frekvencích zdroje napětí (5 Hz, 50 Hz, 500 Hz).

Máme-li program Vernier Logger Pro (je třeba zakoupit), můžeme zobrazovat elegantně proud i napětí do jednoho grafu s tím, že každá veličina má svou vlastní osu. Pokud používáme Vernier Logger Lite, který je zdarma, nelze mít v jednom grafu dvě osy, tudíž by zobrazení nebylo tak přehledné. Je proto lepší zobrazit si v tomto případě raději dva grafy pod sebe.

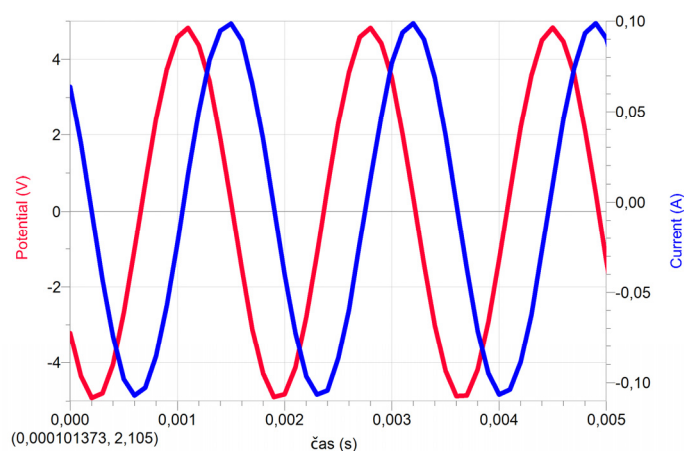
Při frekvenci 5 Hz se téměř neprojevuje indukčnost cívky a fázový posun je nulový. Při frekvenci 50 Hz je již fázový posun asi 45° . A při frekvenci 500 Hz se indukčnost projevuje výrazně, fázový posun je téměř 90° .



Obr. 3: Frekvence zdroje 5 Hz, fázové posunutí prakticky nulové



Obr. 4: Frekvence zdroje 50 Hz, fázové posunutí zhruba 45°



Obr. 5: Frekvence zdroje 500 Hz, fázové posunutí téměř 90°

Žáci následně mohou na základě naměřených hodnot namodelovat tuto reálnou cívku ideální cívku a ideálním rezistorem a poté předpovědět chování pro jiné frekvence, třeba 200 Hz nebo 30 Hz.

Závěr

Počítačem podporované měření se školním experimentálním systémem Vernier či jinými podobnými systémy umožňuje rychlé a názorné demonstrace na doplnění výuky, ale také samostatné badatelské aktivity žáků. Experimentování obvykle výrazně urychluje, usnadňuje a zpřehledňuje.

Žáci se tak přirozenou cestou mohou učit pracovat s grafy a osvojovat si základy vědecké práce, zejména měření, tvorbu a ověřování (či vyvracení) hypotéz a prezentaci výsledků.

Více o použitých čidlech a rozhraních na stránkách www.vernier.cz v [1-6]. Další experimenty s Vernierem jsou v [7].

Literatura

1. Vernier CZ – ampérmetr [online]. 2011 [cit. 2011-05-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/DCP-BTA>>

2. Vernier CZ – voltmetr [online]. 2011 [cit. 2011-05-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/DVP-BTA>>
3. Vernier CZ – čidlo magnetického pole (teslametr) [online]. 2011 [cit. 2011-05-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/MG-BTA>>
4. Vernier CZ – rozhraní LabQuest [online]. 2011 [cit. 2011-05-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/LABQ>>
5. Vernier CZ – rozhraní pro připojení senzorů k počítači přes USB [online]. 2011 [cit. 2011-05-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/GO-LINK>>
6. Vernier CZ – LabQuest Mini [online]. 2011 [cit. 2011-05-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/LQ-MINI>>
7. Vernier CZ – experimenty [online]. 2011 [cit. 2011-05-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.vernier.cz/experimenty>>

Kontaktní adresa

*Mgr. Pavel Böhm
KDF MFF UK v Praze
V Holešovických 2, 180 00 Praha 8
Telefon: +420 221 912 430
E-mail: pavel.bohm@mff.cuni.cz*

VÝCHOVA A VZDĚLÁVÁNÍ ŽÁKŮ SE SPECIFICKÝMI VÝVOJOVÝMI PORUCHAMI UČENÍ VE FYZICE

Hana BRETFFELDOVÁ

Abstrakt

V příspěvku jsou popsány projevy nejrozšířenějších specifických vývojových poruch učení (SVPU) ve vzdělávacím oboru fyzika, přístup k žákům se SVPU a specifika jejich vzdělávání, rizikové oblasti učiva a metody práce vhodné k upevnování vědomostí a získávání dovedností. Zvláštní pozornost je věnována projektovému vyučování, jeho vlivu na sebepojetí žáků a využití při získávání všech kompetencí. Prezentace je součástí projektu SGS-2010-076 – Efektivita projektové metody ve vyučování matematiky, fyziky a informatiky.

TRAINING AND EDUCATION OF PUPILS WITH SPECIFIC LEARNING DISABILITIES IN PHYSICS

Abstract

The paper describes the most common manifestations of specific learning disorders in the educational field of physics, access to pupils with specific learning disabilities and the specifics of their training, risk areas in the curricula, and working methods appropriate to consolidate knowledge and skills. Particular attention is paid to project teaching, its impact on pupils' self-conception and the use of acquisition of all competencies. Presentation is part of project SGS-2010-076 – Effectivity of project method at Math, Physics and IT lessons.

Statistika MŠMT školního roku 2009/2010 uvádí, že 9% žáků (tj. 72.000) základních škol, víceletých gymnázií a konzervatoří bylo uznáno zdravotně postiženými a znevýhodněnými. Více než polovina z nich (51, 6%) je vzdělávána ve speciálních třídách či školách, ostatní jsou integrováni v běžných základních školách. Mezi žáky se speciálními vzdělávacími potřebami jsou zařazeni žáci se somatickým, smyslovým, mentálním postižením, autismem, žáci se specifickými vývojovými poruchami učení a chování, žáci se sociálním znevýhodněním a žáci mimořádně nadaní. Toto spektrum je tak široké a různorodé v konkrétním přístupu k jednotlivým kategoriím, že se budu věnovat pouze specifickým vývojovým poruchám učení. Slovo vývojové je v názvu proto, že se objevují až na určitém stupni vývoje dítěte. Zpravidla je to rodič nebo učitel MŠ či ZŠ, který první pozoruje u dítěte deficit vizuální, fonologický, deficit v procesu automatizace, oblasti řeči a jazyka, paměti, vnímání časového sledu či ve vnímání prostoru. Pokud tomu tak je, rodiče navštíví (většinou na doporučení školy) pedagogicko-psychologickou poradnu (PPP), kde se dítě podrobí speciálně pedagogickému, a často také psychologickému vyšetření. Dříve často i v PPP panoval názor, že poruchy učení lze diagnostikovat až během školní docházky, nyní se testují i děti předškolního věku. Může se ale také stát, že porucha se projeví až v pozdějším věku (v souvislosti se zvyšujícími se nároky v jednotlivých oblastech), protože žák do té doby kompenzoval některý z výše uvedených deficitů svou inteligencí, někdy až v době středoškolského studia.

Definice specifických vývojových poruch učení se od sebe liší podle různých profesí a autorů – klasická definice dyslexie byla přijata Světovou neurologickou federací na konferenci 4. 4. 1968 v Dallasu. „Specifická vývojová dyslexie je porucha projevující se neschopností naučit se čísti, přestože se dítěti dostává běžného výukového vedení, má přiměřenou inteligenci a sociokulturní příležitost.“¹

Vzhledem k tomu, že přibližně u 4% žáků jsou diagnostikovány poruchy učení, setká se s nimi v běžné třídě každý učitel. Specifické vývojové poruchy učení, které budou naši práci učitelů fyziky nejvíce ovlivňovat, jsou dyslexie (porucha rychlosti, správnosti a techniky čtení a porozumění čtenému textu), dysgrafie (porucha psaní), dyskalkulie (související s určitou úrovní matematických dovedností, manipulace s čísly, číselné operace, matematické představy, geometrie) a dyspraxie (s problémy v osvojování, plánování a provádění volných pohybů). Často se setkáme také s poruchou pravopisu (dysortografií), která žákům znesnadňuje zápis výkladu a porozumění novým pojmům. Velmi často se poruchy učení vyskytují v různé kombinaci, a proto je třeba přistupovat k takovému žákovi o to uvážlivěji.

Diagnostikování určité poruchy učení nesmí znamenat nadměrně tolerantní přístup (vyžadovaný některými rodiči s představou, že příčiny neúspěchu jsou vysvětleny a žák nemusí nic dělat, protože za ně nemůže) ani formální používání metod tolerantního přístupu (tj. průběžné hodnocení jako všech ostatních spolužáků, neposkytování žádné speciální péče a na konci hodnoceného období zlepšení známky). Oba tyto přístupy totiž vedou ke zhoršení postavení žáka v třídním kolektivu a nepomohou mu při hledání postupů učení, kterými by zvládl nároky požadované školou.

Nedivme se rodičům, že se jim uleví, pokud je diagnostikována nějaká porucha učení a potvrzena normální inteligence jejich dítěte. V tuto chvíli je třeba pro individuální integraci dítěte sestavit individuální vzdělávací program žáka (IVP), ve kterém budou popsány metody práce a reedukace v jednotlivých vzdělávacích oborech, používané kompenzační pomůcky, speciálně pedagogická a psychologická péče, spolupráce se zákonnými zástupci a podíl žáka a rodiny na řešení problémů. IVP by neměl být „formálním papírem“ sepsaným učiteli na začátku školního roku, ale dokumentem, který je závazný pro všechny zúčastněné strany a pomáhá kompenzaci specifických vývojových poruch učení daného žáka. Pokud budeme s rodinou průběžně pracovat (např. setkávat se v pravidelných intervalech i v době, kdy zdánlivě nejsou žádné akutní problémy k řešení), budeme vůči sobě vstřícnější a všichni ochotnější hledat cesty k dosažení úspěchů v deficitní oblasti a sdělovat si potřebné informace. Žáky musíme společně s rodinou vést k tomu, že překážky se dají překonat a problém vyřešit, pokud budeme všichni společně pracovat. Součástí tohoto plánu je i budování správného sebehodnocení a sebepojetí dítěte (aby se necítilo méněcenné, ale na druhé straně, aby nepřeceňovalo nekriticky své možnosti a schopnosti) a pečlivý výběr typu dalšího vzdělávání.

Každý z nás má jiný styl učení, každý máme jiný přístup k ukládání informací a získávání potřebných dovedností. Fyzika jako vyučovací předmět má obrovskou výhodu, protože nabízí podněty vizuální, sluchové i haptické. Jako jeden z mála předmětů umožňuje žákům, aby byli přímými účastníky popisovaného jevu, často si ho mohou i sami vyzkoušet. I když se vždy všechno nemusí perfektně povést, pocit účasti na experimentu a objevování je velmi důležitý a vede k pochybování, vytváření hypotéz a ověřování úvah.

Při práci se žáky se specifickými vývojovými poruchami učení je třeba dbát na přehlednost, strukturovanost výkladu (a také zápisu), kontrolu pochopení významu slov,

pracovního postupu a záznamu výkladu (někdy nesprávně zapsané pojmy zcela změni smysl). Budu se tedy zabývat rizikovými oblastmi učiva fyziky pro žáky s jednotlivými specifickými vývojovými poruchami učení.

To, že žákům poskytneme text přiměřené velikosti písma (bezpatkové, velikost 14), který nebude zbytečně rozsáhlý, je pro většinu učitelů samozřejmostí. Při přípravě frontálních pokusů je vhodné doplnit pokyny k jednotlivým úkolům krátkými schémata (nákresy), do kterých si žáci během společné četby textu doplňují měřené veličiny (vždy s jednotkou!) a vést žáky k formulování předpokládaných závěrů. Během měření veličin je třeba kontrolovat správný zápis čísla (může dojít k přehození číslic, nesprávnému postavení desetinné čárky, neodhalení řádové chyby), vzhledem k problémům s odhadem hodnot veličiny (zejména u dyskalkuliků) musíme věnovat velkou pozornost kontrole rozsahu měřidla před vlastním měřením.

Ve fyzice často používáme vektorové veličiny a jejich znázornění pomocí orientované úsečky. Zde vyvstává u některých žáků se SVPU problém s pravolevou a prostorovou orientací. Proto musíme hned v počátku věnovat velkou pozornost určení měřítka zobrazení, jeho dodržování a orientace podle zadání, začít nákresy menších hodnot, domluvit společnou úpravu, výklad doplnit praktickou ukázkou (např. při skládání sil, přetahování, odtlačování předmětů, využitím siloměru s různým počtem závaží apod.).

U většiny žáků se SVPU se setkáváme s deficitem v paměťové oblasti. Proto je třeba průběžně opakovat veličiny, značky a jednotky. Úspěšnou metodou je například využívání kartiček, kde mohou žáci začít od známých veličin a vyřazovací metodou se dopouštějí menšího počtu chyb, než když si mají vzpomenout na přesně určené trojice. Pokud je jednotka pojmenovaná po významném fyzikovi, snažíme se spojit jméno s historickou osobností a jejími významnými objevy a vynálezy. Zde je vhodné např. nechat žáky zpracovat referáty a vytvořit z nich portfolio, které je jim běžně přístupné.

V závěrech PPP je velmi často doporučení, abychom nechávali žáky pracovat s tabulkami – tomu je však třeba je naučit, popř. pomoci jim vytvářet si vlastní tabulky a přehledy. Ty žáci zpočátku potřebují zejména při převodech jednotek, kde je třeba rozvíjet sluchovou i zrakovou perцепci, nacvičit přesný zápis jednotek a jejich předpon, rozdílný posun počtu desetinných míst v případě jednotek délkových, plošných, prostorových. Zvláště problémové jsou jednotky času (šedesátková soustava), převod jednotek rychlosti a hustoty (zde představa převodu úzce souvisí s reálnou představou žáka o velikosti m^3 a cm^3). Často se zde projevují problémy s pravolevou orientací a přesností, s posunem desetinné čárky, který je přesně stanoven při dané předponě jednotky (decimetr, centimetr, milimetr a podobně decilitr, centilitr, mililitr, ...). Tato oblast patří mezi nejobtížnější a prolíná celým vzdělávacím oborem i dalšími (matematika, chemie, zeměpis, ale i dějepis, výtvarná výchova, pracovní činnosti či výchova ke zdraví).

Na všechny dříve zmiňované oblasti navazuje řešení početních či problémových úloh. Zde je třeba pomocí značek vypsát veličiny (které jsou zadány slovně nebo číslem s jednotkou), nalézt vhodný vzorec, provést jeho úpravu, zde se projevují problémy s pravolevou orientací, dosazení veličin, provedení početních operací (tady může dojít zejména u dyskalkuliků k záměně – nejčastěji násobení a dělení), odhadu výsledku výpočtu, formulaci závěru a aplikaci teoretických znalostí na události, se kterými se žáci setkávají v běžném životě.

Vzhledem k deficitu, který žáci pociťují ve dříve zmiňovaných oblastech, velmi rádi pracují ve skupinách. Pokud jsou od dětství vychováni k tomu, že vždy existuje řešení

situace a práci je třeba za všech okolností dokončit, stávají se významnými členy týmu, jsou kladně hodnoceni svými vrstevníky a roste i jejich sebevědomí. Velmi oblíbeným je mezi těmito žáky také projektové vyučování, které umožňuje dlouhodobě zpracovávat určité téma, přistupovat k němu z různých hledisek, připravit si části práce doma a potom společně nalezené informace kompletovat. Dokáží přitom využívat různé zdroje – odbornou literaturu, denní tisk a v poslední době i ve velké míře internet. Výhodou je možnost využití textového editoru s opravováním chyb, který dokáže zlepšit grafickou i gramatickou úroveň práce. Pro některé žáky je tato forma výstupu oblíbenější než ústní prezentace před větším fórem. Žáci se SVPU na projektovém vyučování velmi oceňují zejména pracovní pohodu, dlouhodobost, spolupráci, možnost uplatňovat své nápady (i když bezpodmínečně nepožadují jejich realizaci), pocit soudržnosti a odpovědnosti za odvedenou práci. Při této formě práce dochází k mnohdy překvapivému poznání spolužáků i sama sebe.

Zvláštní formou projektového vyučování jsou tzv. „meziročníkové hodiny“ – kde spolupracují žáci napříč věkovými skupinami, což je obvyklé v alternativních školách, ale nepříliš časté na běžných základních školách. Tento způsob práce vyžaduje velké nasazení ze strany učitelů, precizní přípravu nejen po stránce odborné, ale i znalosti o psychologických specifikách žáků, výběr témat, která zvládnou (a zaujmou) obě věkové skupiny. Lze přitom úspěšně využívat mezipředmětové vztahy, budovat spolupráci napříč třídami, vytvářet jednotlivé kompetence. Nedílnou součástí je prezentace výsledků práce jednotlivých skupin a závěrečné hodnocení (zaměřené například na klima skupiny a spokojenost s odvedenou prací). Žáci různých věkových skupin jsou tímto způsobem práce motivováni k podání velmi vysokých výkonů.

Literatura

1. ZELINKOVÁ, O.: Poruchy učení. Portál, Praha 2003. ISBN 80-7178-800-7
2. ŽÁČKOVÁ, H., JUCOVIČOVÁ, D.: Metody hodnocení a tolerance dětí s SPU. Pod Spravedlností, Praha.

Kontaktní adresa

Hana Bretfeldová, PhDr.

Zd. Štěpánka 340, Most, 434 01

Tel.: +420 476 706 164

Email: zsdysmost@volny.cz; hana.bretfeldova@zsdysmost.cz

HRAJME SI I HLAVOU ANEB NETRADIČNÍ FYZIKA I PRO NEJMENŠÍ

Jana ČESÁKOVÁ, Michaela KRÍŽOVÁ

Abstrakt

Hrajme si i hlavou je akce, kterou pravidelně pořádá katedra fyziky PřF UHK pro studenty všech stupňů škol a zájemce z řad široké veřejnosti. Na akci je kromě zajímavých přednášek připraveno velké množství pokusů, které si účastníci zkusí na vlastní kůži. Díky nim pak mohou najít odpovědi na jednoduché otázky týkající se světa kolem nás. A protože těch mají děti i jejich učitelé mnoho a odpovědi se nehledají snadno, zkusíme se na ně v tomto příspěvku zaměřit.

„USE YOUR BRAIN TO PLAY“ OR INNOVATIVE PHYSICS FOR SMALLEST CHILDREN

Abstract

“Use your brain to play” is an event that is regularly organized by Department of physics, Faculty of science, University of Hradec Králové. This event is addressed to pupils from all types of schools and all people interested in. There are many interesting lectures prepared as well as experiments that everyone can carry out by oneself personally. Due to them one can consequently find answers to easy questions about world around us. Since children and their teachers have many of such questions and it is often not easy to answer them, we will try to focus on them in this paper.

Jedno jezuitské pořekadlo říká : “Dejte mi dítě, než je mu sedm a bude mé navždy“. Toto pořekadlo vyjadřuje hluboký postřeh, že zkušenost, kterou dítě učiní do sedmi let, je nesmírně důležitá. Protože co je dobře a správně založeno v malých dětech, také v nich pravděpodobně zůstane [1].

Jednou z charakteristik období předškolního věku (3 - 6 let), což může dokázat každý rodič nebo učitel v mateřské škole, je i období otázek PROČ. Proč fouká vítr? Proč je v noci tma? Proč svítí slunce? Proč je v zimě zima? Proč je nebe modré? Proč je země kulatá? ... To jsou jen nejčastější otázky, ale děti zajímá mnoho pro nás nepředstavitelných věcí. Odpovědi na ně nejsou vždy úplně jednoduché, možná také právě proto, že často zabrousí do všeobecně nepopulární fyziky.

Na tyto otázky však rodiče, a také bohužel mnohdy učitelé, neumějí odpovědět. Přesto podobné otázky zřejmě mnoho lidí fascinují. Můžeme to usuzovat podle současné nabídky knižních titulů - z nichž jsme vybrali např. Proč se špagety nedají přelomit na dvě části? (Mark Benecke), Jak?: Vše, na co chcete znát odpověď (Kathy Wollardová), Proč?: Vše, na co chcete znát odpověď (Kathy Wollardová), Proč krokodýli mají sex jen za bouřky - a jiné záhady každodenního života (Harder Bernd); Proč pračka žere ponožky a jiné záhady každodenního života (Bernd Harder); Jak zpívá velryba? (Peter-Matthias Gaede, Jens Rehländer); Proč se svět točí? (Johnsonová Jinny) a kolektivy autorů sepsaly knihy Co? Proč? Jak? Co ještě nevíte o přírodě, Už vím proč a jak - Moje první zvědavé otázky nebo Řekni mi proč? - Kniha otázek a odpovědí atd.

S otázkami, na které děti nedostaly dostačující odpověď a jejichž důležitost bychom neměli podceňovat, protože si podle nich děti vytváří představu o fungování světa kolem sebe, mohou přijít i na první stupeň základní školy. Proto by učitelé mateřských škol i prvního stupně základní školy měli mít samozřejmě určitý fyzikální základ. Na podobné knihy se totiž nedá moc spolehnout. Často totiž obsahují chyby, nebo jsou neodborně přeloženy. V obou případech mohou situaci pro dítě zhoršit. Děti většinu otázek začínají slůvkem „proč“. Důležité je ale vést je k tomu, aby se často ptali i slovíčky „jak“ a „jakým způsobem“.

Než přijde dítě do školy, má už vytvořenou řadu svých vlastních představ o tom, jak funguje svět kolem nás. Člověk si takové intuitivní představy (tzv. prekoncepce nebo prekoncepty) vytváří již od raného dětství na základě bezprostředního vnímání okolního světa. Tyto představy ale bývají často v rozporu s vědeckými poznatky, znesnadňují jejich správné pochopení a mohou vést k povrchnímu, formálnímu a zkrácenému osvojování fyzikálních pojmů. Prekoncepce (jsou-li mylné, mohou se nazývat i miskoncepce) se mohou vyvíjet (např. představa o Zemi). U dětí je dokonce tento vývoj představ o světě často podobný s vývojem konkrétního pojmu v historii. Jsou však i prekoncepce, které mohou od dětství setrvat až do dospělosti a žádný zásadní význam u nich nepozorujeme. Nemá na ně vliv ani školní výuka, což i částečně vypovídá o efektivitě našeho školství a určitého odtržení školské fyziky od skutečného světa - tematicky i metodicky. Buď se s daným tématem osoby nikdy nesetkají, nebo se na chvíli naučí, jak se věci mají, ale nedojde k důkladnému pochopení, a tak se jedinec časem vrátí k původní představě. Většinou zřejmě nedochází k propojení teoretických pojmů s praxí a fyzika postrádá užší návaznost na svět kolem nás. Podobně je školská fyzika odtržená od současné vědy, moderních poznatků a možností v podobě multimediálních prostředků.

Poslední výzkumy také ukazují, že problémy mají studenti i žáci především s vnímáním souvislostí, řešením problémů, chápáním příčin a důsledků a v neposlední řadě i s funkčním pochopením jevů. A to i u jednoduchých problémů! Aby si děti i dospělí mohli něco vyzkoušet na vlastní kůži a vlastníma rukama, zrodilo se v posledních letech mnoho projektů a akcí, které se snaží o popularizaci vědy a její přiblížení široké veřejnosti. Jednou z nich je i akce pořádaná na Univerzitě Hradec Králové. Katedra fyziky již několik let připravuje akci *Hrajme si i hlavou*. Naše zkušenosti ukázaly, že i jednoduché pokusy zajímají dospělé, vysokoškoláky, středoškoláky, žáky základních škol, ale i děti předškolního věku. A z jejich dotazů (a odpovědí mnohých doprovázejících rodičů a učitelů) jsme zjistili, že bychom měli jejich rodičům se představám a zájmu o vědu a pokusy pomoci.

Proto na *Hrajme si i hlavou* nezapomínáme ani na ty nejmenší (jak je vidět např. z obrázků na stránkách akce www.hrajme-si-i-hlavou.cz). Děti mohou vyzkoušet výrobu různých funkčních fyzikálních „hraček“ z běžně dostupných materiálů nebo i z odpadků. Staví mosty, věže a zajímavé stavby z víček od PET lahví. Zkouší vymýšlet co nejpropracovanější dráhy pro kuličky, dominový efekt a mnoho dalšího. Mohli si ale vyzkoušet i spoustu pokusů, jejichž vysvětlení bylo složitější. Doufáme, že o to větší zájem o fyziku jsme v nich vzbudili.

Často se však objevovaly i zajímavé dotazy, kterými byly zaskočeny i paní učitelky. Proto jsme se rozhodli, že zpracujeme odpovědi na otázky a doplníme je názorným experimentem tam, kde je to jen trochu možné. Otázky sbíráme pomocí paní učitelek z mateřských škol, z rodičovských zkušeností a publikací pro děti. Vytváříme z nich materiál, který bude sloužit jako doplněk při výuce oborů učitelství pro mateřské školy

a učitelství pro první stupeň základních škol. Řada na první pohled jednoduchých otázek v sobě totiž skrývá složitější odpověď. Pojďme si zodpovědět tři otázky tak, aby jim porozuměly i děti (tedy bez složitých fyzikálních pojmů).

Dětské otázky a jejich jednoduchá vysvětlení:

- **Proč občas prásknou dveře, i když do nich nikdo nestrčí?**

Vysvětlení: Ač se to může zdát divné, může za to vzduch. Vzduch je velice zajímavá hmota. Jeho přítomnost si často vůbec neuvědomujeme, protože ho nevidíme. Pokud vznikne průvan, již proudění vzduchu cítíme i vidíme (třeba na záclonách). Průvan je takový domácí vítr. Když bude rychle proudit kolem dveří, bude díky tomu na dveře méně tlačit. Víc bude tlačit vzduch za dveřmi, který je tam před průvanem „schovaný“ a proto neproudí tak rychle. Ten tedy bude do dveří tlačit natolik, až se můžou s velkou ránou zabouchnout.

Pokus: Předměty se díky proudícímu vzduchu pohybují. Jak se o tom přesvědčit? Vezměte si dva kancelářské papíry A4 (nebo balónky či fólie). Podržte je před obličejem ve vzdálenosti několika centimetrů. Nefoukáte-li mezi papíry, tlačí na ně vzduch ze všech stran stejně, a tak se nehýbou. Fouknete-li mezi ně, místo toho, abyste je „rozfoukli“, papíry se k sobě přiblíží. Stejně tak se zavřou dveře, proudí-li mezi nimi průvan.

Zajímavost: Průvan může sloužit i škodit. Pokud sedíme dlouho v místě, ve kterém vzniká i slabý průvan díky škvírám v oknu nebo pod dveřmi, může to mít na nás neblahé zdravotní následky (nastydnutí, prochladnutí zad apod.). Nebýt však průvanu, který vzniká v komíně, zadusili bychom se zplodinami, které vznikají při hoření. Rozdílné tlaky vzduchu pod křídlem a nad křídlem letadla nám také umožňují letání.

Jak hřeje peřina?

Vysvětlení: Peřina, teplý svetr nebo kožich, které používáme, aby nám nebyla zima, nejsou skutečnými zdroji tepla, jako např. oheň nebo Slunce. Ve skutečnosti brání tomu, aby do okolního prostředí unikalo teplo z našeho těla. Funguje to stejně i na udržení chladu. Pokud tedy pod peřinu dáme studený předmět, vydrží pod ní déle studený.

Pokus: Dejte do dvou skleniček stejný kousek zmrzliny. Jednu skleničku nechte na stole, druhou zabalte do peřiny nebo kožichu. Až zmrzlina venku roztaje, podívejte se, jak je na tom zmrzlina zabalená v peřině.

Důkaz, že peřina nehřeje, je ještě jeden. Máte-li studené nohy a vlezete si pod peřinu, nohy se vám jen tak nezahřejí. Teplo cítíte až od více prohřátých partií těla.

Zajímavost: Babičky občas vyprávějí o tom, že když byly ještě malé, jejich maminky jim do peřin dávaly nahřáté kameny nebo žehličky, aby jim bylo pěkně teploučko.

Proč komár nepřestane bzučet, blíží-li se k nám, abychom o něm nevěděli?

Vysvětlení: Komára slyšíme, když nám létá kolem ucha. Když ale rozsvítíme, obvykle si někde sedne a přestane být slyšet. Nemůže bzučení nijak "vypnout", protože nemá hlasivky jako lidé. Bzukot, který slyšíme, vzniká díky tomu, že komár velmi rychle kmitá křídly.

Pokus: Na bubínek nasype zrníčka máku. Když na bubínek zabubnujete, vidíte, jak zrníčka máku odskakují, i když se vám zdá, že se membrána na bubínku nehýbe. Stejně

tak jako zrníčka máku se odrážejí i molekuly vzduchu, které bubínek „odpinkne“ i do našeho ucha. V uchu máme také takový malinkatý bubínek. Podle toho, jak na něj molekuly naráží, rozeznáváme různé zvuky.

Zajímavost: Zvuk se šíří vzduchem i vodou, ale mnohem lépe se šíří pevnými látkami. Proto indiáni na „divokém západě“ v USA přikládali uši na koleje, aby slyšeli, zda už se blíží vlak.

Závěr

Děti získávají během života poznatky nejen od učitelů, rodičů, z učebnic nebo internetu, ale hlavně tím, že od narození pozorují a osahávají si své okolí. Předvídají, co se bude dít, a okolí jim na to určitým způsobem odpovídá. Dětské hloubání nad chodem světa bychom měli podporovat. Měli bychom dětem zodpovídat (samozřejmě úměrně jejich věku) všechny všetečné otázky a motivovat je k pokusům a praktické zkušenosti. Protože, jak říká mnohokrát citované čínské přísloví, *"Řekni mi a já zapomenu, ukaž mi a já si zapamatuji, nech mne to udělat a já pochopím."* Rozhodně bychom neměli říkat... *"na to jsi ještě malý"...* „to se budeš učit ve škole“...a podobně. Odpověď... *"nevím, ale pojď, najdeme to spolu v nějaké chytré knize"...* dítě povzbudí. Důležitý je i poznatek, že nikdo neví všechno, můžeme to přiznat a odpověď vyhledat. Buďme jako rodiče i učitelé dobrými vzory chování, které děti přebírají, aby se v budoucnu rády učily něco nového a zajímavého.

Literatura

1. BRIERLEY, John. *7 prvních let života rozhoduje*. 1. vydání. Praha: Portál, 1996. 111 s. ISBN 80-7178-109-6.

Kontaktní adresa

PhDr. Jana Česáková

RNDr. Michaela Křížová, Ph.D.

UNIVERZITA HRADEC KRÁLOVÉ, Přírodovědecká fakulta, Katedra fyziky

Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové

Telefon: +420 49 333 1117

E-mail: jana.cesakova@uhk.cz

NENÍ ŠKOLSKÁ FYZIKA TROCHU MOC DALEKO OD SOUČASNÉ FYZIKY?

Jiří DOLEJŠÍ

Abstrakt

Autor, který se považuje za amatérského didaktika, se pokouší formulovat svá kritéria, podle kterých by mohl hodnotit, jak dobře funguje výuka fyziky jako služba společnosti. Shledává pak, že nefunguje úplně ideálně, a pokouší se vyslovit argumenty, že styk školské fyziky a současné odborné fyziky může být velmi přínosný.

ISN'T THE SCHOOL PHYSICS A BIT TOO FAR FROM THE CURRENT PHYSICS?

Abstract

Author, who considers himself to be an amateur in didactics of physics, tries to formulate criteria for evaluation of the physics teaching as a service to the society. He finds that the performance of physics teaching is far from satisfactory and argues that the contact of „school physics“ with current research may be very helpful.

Pozice autora

Tento příspěvek není výsledkem didaktického výzkumu, neboť takovou činností se nezabývám. Píšu ho z pohledu fyzika, který se od dob studií v sedmdesátých letech podílel na organizaci fyzikální olympiády, tj. zblízka sledoval interakci talentovaných žáků a kantorů; který se zhruba od poloviny devadesátých let podílí na přípravě budoucích učitelů fyziky na MFF UK a výsledky této činnosti někdy s potěšením a někdy se smutkem sleduje při státních zkouškách; který se skvělými spoluautory vytvořil sadu učebnic pro základní školu [1]; který pořádal pro budoucí i již působící učitele vícero zahraničních poznávacích zájezdů, seminářů a dalších vzdělávacích akcí, a při nich reakce učitelů bedlivě sledoval, jednou ilustrační zprávou je článek [2]; který sledoval a raději příliš nezasahoval do výuky fyziky, které byly vystaveny jeho děti; který pro studenty, učitele i veřejnost po celou svou dosavadní kariéru popularizuje především svůj obor – jadernou a částicovou fyziku.

Mnohé z těchto činností lze snad označit za amatérskou didaktiku, tedy za amatérské snahy studovat a rozvíjet umění vyučovací ve fyzice. V každém případě se cítím být členem komunity, která se stará o výuku fyziky. Níže vyslovované názory pramení ze zmíněných specifických zkušeností, umím pro ně nacházet další argumenty (ale také protiargumenty), ale žádné jednoznačné potvrzení. Proto také od čtenáře neočekávám, že bude mé názory považovat za absolutní pravdu, ale spíše doufám, že o nich bude trochu přemýšlet a uvědomovat si své postoje. V mnohém se opakují, viz koláž [3].

Co je úlohou didaktiky fyziky?

V mém pohledu je **didaktika něco mezi službou** společnosti, která očekává, že se lidským mláďatům dostane vzdělání odpovídající civilizačnímu prostředí a tradicím,

a vědou, neboť se často provozuje v akademickém prostředí, kde se pěstování vědy jaksi samozřejmě očekává. Pohled na didaktiku fyziky jako vědy s přirozenými otázkami jako *Užitečnost? Kvalita výstupů? Publikace a ohlas?* přenechávám jiným (Leoš Dvořák na této konferenci). Vnímání didaktiky (a výuky fyziky) jako služby nese riziko trochu přezíravého pohledu na učitele a didaktiky – vždyť jde jen o to, vybavit učitele nezbytnou dávkou základních vědomostí a technikou, jak tyto vědomosti předávat dětem (a možná ještě jak zvládnout jejich rostoucí agresivitu). Takové riziko je aktuální, viz [4]. Na druhé straně vnímání didaktiky jako služby v sobě může nést (žádoucí) pokoru, neboť přirozeně vede k otázce, jak dobře sloužíme.

Jak dobře výukou fyziky sloužíme společnosti?

Ježto se zdráhám považovat oficiální školské dokumenty jako např. RVP za definici toho, co přesně od nás společnost vlastně chce, pokusím se ze svého subjektivního pohledu formulovat, co by výuka fyziky především přinášet měla, a pak se ptát, jak dobře to dělá. Myslím si, že by výuka fyziky měla:
předávat našim mláďatům civilizační hodnoty (promiňte mi toto patetické označení);
dobře hospodařit se zvědavostí, stimulovat ji a rozvíjet;
připravovat (budoucí) profesionály.

Pokusím se trochu podrobněji okomentovat, co pod jednotlivými úkoly vidím a jak se je podle mého názoru daří výukou ovlivněnou didaktickou nadstavbou plnit. **Předáváním civilizačních hodnot** ve výuce fyziky myslím například výchovu k racionálnímu pohledu na svět, kde za blesk nemůže nějaké božstvo, ale elektřina generovaná procesy v atmosféře, kde doba pádu kamínku do studny se dá změřit a z naměřeného času spočítat hloubka studny k hladině, kde rychlost auta na silnici nehodnotí řidič či policista jen podle svého pocitu, ale podle údaje tachometru, GPS nebo radaru. Obávám se, že tento úkol se trochu ztrácí za newspeakem současným pedagogických dokumentů i některých učebnic.

Dovolte mi vyslovit a nepatrně ilustrovat svůj názor, že výuka fyziky neplní zmíněný úkol úplně nejlépe. Už na základní škole se zavádí *hustota*, žáci se učí používat zákonnou jednotku kg/m^3 . Tím se ovšem pro ně stává odhad váhy krabice mléka složitým intelektuálním výkonem, neboť je musí napadnout, že hustota mléka asi bude podobná hustotě vody, dále musí tento snad naučený údaj vydolovat z paměti (ono nepřilíš intuitivní číslo 1000 kg/m^3 možná budou muset mnozí hledat v tabulkách), převést litr na metry krychlové a nakonec to dát nějak dohromady. Dokážu si velmi dobře představit velmi moudře se tvářící didaktickou studii, jaké všechny kompetence si žák při takovém výpočtu osvojuje, ale já bych raději viděl, kdyby měl žák z hodin fyziky zažito, že voda má hustotu 1 kg/l resp. 1 kg/dm^3 a že je to totéž jako 1 g/cm^3 . Pak by možná odhadl váhu šestice PET lahví s minerálkou skoro hned a do výpočtů se pustil, až to bude opravdu potřeba. Za civilizační hodnotu považuji povědomí, že kbelík mívá objem kolem deseti litrů a pak s vodou vážívá kolem deseti kilo, tj. je tak akorát unesitelný. Jsem rád, že mnozí učitelé fyziky jsou v tomto problému soudnější než autoři učebnic, možná je to tím, že jsou blíže k dětem.

Jiné téma, které podle mne ilustruje neideální funkci výuky fyziky v předávání civilizačních hodnot, je spojeno s pojmy jako *přesnost, chyba, nejistota, spolehlivost, ...* Tyto pojmy a vyvážený vztah k tomu, co označují, považuji za velmi důležité pro běžný život. Fyzika je ve srovnání například se společenskými vědami docela úspěšná

v předpovědích a *spolehlivá* právě díky vyváženému vztahu k chybám – standardní součástí jakéhokoli měření je odhad chyb, ať už daných nedokonalou metodou či omezeným objemem experimentálních dat. Standardní součástí propracovaného teoretického modelu ve fyzice je odhad hranic jeho působnosti a diskuse přijatelnosti použitých zjednodušujících předpokladů. I složky dobře fungujícího systému dělají chyby, ale dobrý systém je umí efektivně opravovat. Zde se ovšem velmi liší *školská fyzika* a *fyzika* provozovaná jako vědecká aktivita. Ve školské fyzice je s trochou nadsázky *přesnost* absolutní, *chyba* nežádoucí (každá chyba má za následek zhoršení známky), *nejistota* je výrazem slabosti nebo nepřipravenosti, *spolehlivost* je zaručena autoritami s důstojným vousem. Ve školské fyzice panují *zákony*, zatímco odborná fyzika spíše častěji mluví o experimentálních omezeních, teoriích, modelech. Zůstanu-li ve svém oboru, už brzo na základní škole bych řekl dětem, že svět je z protonů, neutronů a elektronů a že protony a elektrony jsou stabilní. Ale taky hned přiznal, že vlastně nevíme, že je například proton stabilní, jen se nám zatím podařilo změřit, že jeho střední doba života je delší než 2×10^{29} let [5]; jak moc je to vzhledem ke stáří vesmíru. To je příkladem informace, kterou bych třeba jen utrousil, nabídl a doufal, že někomu zůstane v podvědomí, rozhodně ale nezkoušel. A opakoval bych ji při dalších setkáních s tématem na základní a střední škole. Troufám si tvrdit, že právě ve fyzice lze vyvážený vztah k přesnosti a chybám hledat, ilustrovat a učit, i když je to téma zcela interdisciplinární (viz problém pravdy či blábolu v mediích či politice).

Jako druhé kritérium kvality výuky fyziky jako služby společnosti jsem výše navrhl otázku **hospodaření se zvědavostí** dětí. Většina z nás si asi vzpomene na obtížné období vývoje našich dětí charakterizované nekončícími PROČ??? Pro nás to asi bylo často otravné, ale děti sály informace jako houby, my jsme mohli prodat jednak to, co v našich hlavách ze školního vzdělání zůstalo, jednak vědomosti a zkušenosti, které jsme dosud nasbírali. Často jsme si asi uvědomovali, že toho moc není. Protože jsem toto období zažíval v druhé polovině osmdesátých let, musím závidět dnešním rodičům, kteří mají na dosah ruky Google a Wikipedii, jó, to za našich časů nebyvalo. Pokud jsme ale odpovídali nevíme, neotravuj, dozvíš se to ve škole, určitě jsme neudělali dobře. Začali jsme totiž dusit motivaci, která je tu zcela samozřejmě a skoro zadarmo. Bojím se, že ani současná škola nehospodaří se zvědavostí úplně dobře. Cpát jen dětem do hlavy někým přežvýkané informace mi přijde ve vzdělávání méně efektivní, než jim být partnerem a průvodcem po vzrušujícím světě, který se jim otvírá. Abych ale příliš nefantazíroval: V duchu tohoto názoru jsme s kolegy psali učebnice Fyzika kolem nás [1], v tomto duchu jsem se snažil formulovat fragment o energii do gymnaziální učebnice [6]. V tomto duchu pracují někteří kantoři, kterých si nesmírně vážím, tento duch nese projekt Heureka [7]. Obecně si myslím, že styk školské fyziky se současnou odbornou fyzikou zvědavost silně stimuluje.

K tématu zvědavosti chci dodat ještě jeden komentář. Hledáme-li argumenty pro potřebnost a užitečnost fyziky, zpravidla mluvíme o tom, jak je fyzika základem techniky, tedy všech těch vymožeností kolem nás. Jací vizionáři museli být otcové fyziky, když svými skoro primitivními prostředky objevovali jevy a zákonitosti, bez kterých by dnes nebyly mobily ani počítače! Nebo to bylo spíše tak, že houževnatí podivíni a hračičkové objevovali střípky poznání, které v klimatu západní civilizace ženoucí se kupředu začaly zapadat do sebe a nést plody? Má však smysl dnes podporovat „hraní“, které možná nikam nevede? To je dnes otázka o smyslu základního výzkumu, kterou se ze své funkce musejí vážně zabývat např. ředitelé institucí, které

potřebují na provoz a budování současných komplikovaných a finančně velmi náročných projektů velké peníze. Podívejte se na názory ředitelů CERN, evropské laboratoře pro fyziku částic (jsem samozřejmě v zajetí svého oboru) – [8]. Rychle objevíte pozoruhodné klíčové sousloví – základní výzkum je charakterizován jako „**curiosity driven research**“. Dejte toto sousloví do vyhledávače a najdete spoustu velmi podnětných materiálů. A tak se vracím ke svému druhému kritériu kvality výuky fyziky – jestliže je zvědavost obecně považována za klíčovou pro perspektivu vědy, pak je její rozvíjení jistě vážným tématem pro výuku přírodních věd ve školách, navíc cílem a tématem invariantním ve srovnání například s momentálními cíli obvykle křehké politické reprezentace.

Mé třetí kritérium kvality výuky fyziky se týká přípravy profesionálů, tedy jednak velmi malého počtu budoucích fyziků (podle mého velmi hrubého odhadu jde o několik promile populačního ročníku), jednak většího počtu techniků a dalších profesí, kteří by ve fyzice měli být více vzděláni (včetně například lékařů), odhadem řádu 10 % populačního ročníku, možná i více. Podle mého názoru jde tady jednak o vyhledávání talentů a jejich podporu a také jde o pěstování pevných základů profesionality, například dobré kvalitativní i kvantitativní zvládnutí fyziky na dané úrovni včetně potřebné matematiky, podporu pracovitosti a již mnohokrát zmíněné zvědavosti. Myslím tím přesně to, co je požadováno pro úspěšnou účast ve fyzikální olympiádě. V ní máme již přes 50 let „volně“ dostupný testovací a srovnávací nástroj – chce-li si student ověřit, zda „má“ na fyzikální kariéru a jak je na tom se svými znalostmi a schopnostmi v daném populačním ročníku, stačí do této soutěže vstoupit. Samozřejmě cesta k fyzikální kariéře není úspěchem ve FO podmíněná. Je ale pozoruhodné, co vypovídají výsledky FO o školách a kantorech – velmi snadno se dají identifikovat školy, kde jsou studenti do FO tlačeni, ale jejich příprava nijak zvláštní není, vedle toho se na škále několika let dají velmi snadno poznat kantoři, kteří studentům zřejmě poskytují více než jiní. Vedle zmíněné fyzikální olympiády existují další cenné soutěže a aktivity, možná s větším motivačním potenciálem (například korespondenční semináře, Turnaj mladých fyziků ...). Mluvíme-li o přípravě profesionálů, přijde řeč určitě na obsah učiva. Tím se zde nechci příliš podrobně zabývat, jen si dovoluji poznamenat, že asi těžko lze dosáhnout shody odborníků o tom, co všechno by se mělo například na střední škole učit. Zde je jistá nesoudnost naprosto obvyklá, je třeba s ní počítat. Podle mého názoru je potřeba se smířit s tím, že ve škole budou budovány jen základy oboru, a to do takové hloubky „jak je rozumně možné“. Na druhé straně ale vidím potřebu ilustrovat, jak se obor vyvíjel až do současnosti, čím se dnes zabývá a co nám dnes přináší – co je **současná fyzika**. Dovoluji si upozornit na možné nedorozumění: jsou-li v učebnicích označovány zmínky o teorii relativity a kvantové mechanice za **moderní fyziku**, neznamená slovo moderní totéž co nedávno zrozená. Tyto dvě teorie se zrodily v prvních desetiletích minulého století a znamenaly významný krok za hranici všední zkušenosti a „selského rozumu“. Jsou stále platné, ale ve fyzice se během minulého století stalo mnoho dalšího, a tedy zmíněné teorie nejsou poslední poznatky, které fyzika získala. Proto považuji alespoň ilustrativní **pohled na současnou fyziku** a některé její výsledky z různých oborů za **nepominutelný**. (Ve stejné době, jako se rodila ona moderní fyzika, se zrodilo bezesporu **moderní auto** – Ford model T. Základní principy zůstávají, ale na **současných** autech je století vývoje vidět.)

Na závěr úvah o tom, jak dobře výukou fyziky sloužíme společnosti, si dovolím poznamenat, že podobně jako v jakékoli oblasti lidské činnosti i ve výuce fyziky existují břídilové a dokonce sabotéři, kteří fyziku žákům znechucují. Na ty nepříjde Česká školní inspekce, mohou je někdy identifikovat jejich kolegové, ale zpravidla je nejjistěji poznají žáci. Obávám se, že mechanismy, jak tyto sabotéry odstraňovat, jsou nerozvinuté a slabé. Obecně si myslím, že „kontrola kvality“ ve vzdělávání funguje jen velmi omezeně. Trochu se odliší lepší školy od horších, ale například skutečnost, že úroveň výuky celého oboru podstatně klesá, se „prokazatelně“ pozná asi až v mezinárodních srovnávaních typu PISA. Obávám se, že nedokážeme jasně říci, že je někde výuka podivná či dokonce špatná. A jestliže jsem označil škodící kantory fyziky za sabotéry, měl bych asi některé zjevně nefunkční didaktické činy označit za „velezradu“.

Co s tím?

Nemám žádné definitivní řešení všech zmíněných problémů. Ale myslím si, že by bylo velmi účelné **posílit komunikaci mezi kantory a didaktiky a odbornými fyziky** a že by bylo velmi potřebné **podporovat mechanismy zpětné vazby**. Argumentem pro mne jsou fungující mechanismy v odborné fyzikální komunitě, které sice nezabrání excesům, jako byla například bublina kolem studené fúze, ale zajistí po nějaké konečné relaxační době rozumné vyrovnání se s takřka jakýmkoli problémem. V komunikujícím a interagujícím fyzikálním prostředí sice mají své místo různé exotické osobnosti, ale zpravidla rozhoduje invence a produktivita. Existuje tam permanentní tlak na vědeckou produkci a její kvalita je víceméně uspokojivě kontrolována (i když každý způsob hodnocení má své vady). Přítomnost třeba nevelkého počtu odborných fyziků na didaktických setkáních může přinést kritický pohled, upozornění na pseudoproblémy, podivné interpretace a neperspektivní témata, ale také nabídku ilustrací současné fyziky, vhodných témat pro hraní si s fyzikou, či s moderními technologiemi. A odborným fyzikům by takovýto kontakt mohl přinést zrealnění pohledu na možnosti fyziky ve škole, nabídku většinou vděčných posluchačů a dobrý pocit z užitečné práce.

Fyzika hnaná zvědavostí je podle všech signálů pro naši populaci stále ještě trochu atraktivní, například termíny jako Higgsův boson, antihmota či temná hmota se míhají běžně i v médiích. Ale tato současná fyzika je od školské dosti zřetelně oddělena. S tím se ovšem něco dělat dá, pokouším se o to již mnoho let a nejsem ani zdaleka sám. Zaměřím-li se na propagaci částicové a jaderné fyziky, mého oboru, pak informaci o mnohých aktivitách najde čtenář na mé webové stránce [9], v příspěvcích kolegy Wagnera na Oslu [10] a mnohde jinde. Reakce drtivé většiny účastníků různých popularizačních akcí jsou kladné až velmi kladné, krátkodobě jsou například naexcitovaní učitelé schopni předávat nadšení dál svým studentům, dlouhodobý excitační efekt je spíše řídký. V tomto kontextu je nesmírně efektivní a odměňující věnovat se kantorům, kteří na sobě systematicky pracují, což je případ Heuréky. Heuréka také ukazuje přínos seznamování se s různými obory fyziky či příbuzných věd prostřednictvím seminářů a aktivit s konkrétními odborníky. Kromě témat a informací jde i o lidský kontakt, ilustraci nadšení, profesionality, kompetence.

Opakuji tedy své volání adresované didaktické a učitelské obci: **Blíže k fyzice!**

Poslední komentáře si dovoluji napsat k volání po silnější zpětné vazbě ve výuce fyziky. Podobně jako se o správnosti pochopení fyzikálních procesů přesvědčíme schopností úspěšné předpovědi nebo funkčností navržených aplikací, měli bychom se ve výuce starat o to, který učitel a které metody vedou k tomu, že žáci něco umějí a ještě k tomu fyziku oceňují jako zajímavou, a které cesty jsou asi slepé. Rozhodně nevolám po mechanickém odměňování učitelů podle výsledků jejich žáků, ale měli bychom hledat cesty, jak poznat a ocenit, že někdo učí fyziku dobře (a naopak).

Literatura

1. ROJKO M., DOLEJŠÍ J., KUCHAR J., MANDÍKOVÁ D.: *Fyzika kolem nás. Fyzika I pro základní a občanskou školu. (II, III, IV)* Scientia Praha 1995 (96, 97, 98), žákovská/učitelská verze. Ilustrace dostupné na WWW: <http://www-ucjf.troja.mff.cuni.cz/~dolejsi/fkn/FKN.htm>
2. DOLEJŠÍ J., KOUDELKOVÁ I.: *Co dělají učitelé fyziky o prázdninách?* Čs. čas. fyz. 56 (2006), 116-120, č. 2
3. DOLEJŠÍ J.: *Fyzici a učitelé*. Článek v elektronickém sborníku na CD: *Veletrh nápadů a informací pro fyzikální vzdělávání. Pro učitele fyziky a nejen pro ně*. Ed. Dvořák L., Broklová Z., Prometheus, Praha 2005. Dostupné na WWW: http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/rozsirene/Dolejsi/fyzici_a_ucitele.pdf
4. Dokument NERV: *Rámec strategie konkurenceschopnosti*, dostupný na WWW: http://www.vlada.cz/assets/ppov/ekonomicka-rada/aktualne/Ramec_strategie_konkurenceschopnosti.pdf, zvláště kapitola 3, odstavec 77 a dále. K němu *Stanovisko Jednoty českých matematiků a fyziků ke zprávě Národní ekonomické rady vlády o stavu vzdělanosti*, viz WWW <https://jcmf.cz:444/?q=cz/node/104>
5. NAKAMURA K. et al. (Particle Data Group): *The Review of Particle Physics*. J. Phys. G **37** (2010) 075021. Dostupné na WWW: <http://pdg.lbl.gov/>
6. PIŠÚT J., SVOBODA E., DEMKANIN P., DOLEJŠÍ J., MEDO M., LAZÚR M.: *Fyzika pre 2. ročník gymnázií*. SPN – Mladé letá s.r.o., Bratislava, 2005, 239 str. ISBN 80-10-00759-5, reedice 2007, 239 str., ISBN 978-80-10-01304-3
7. Projekt Heuréka, viz WWW: <http://kdf.mff.cuni.cz/heureka/>
8. Články na WWW: <http://public.web.cern.ch/public/en/About/Fundamental-en.html>
9. WWW: <http://www-ucjf.troja.mff.cuni.cz/dolejsi/dolejsi.html>
10. WWW: <http://www.osel.cz/>

Kontaktní adresa

doc. RNDr. Jiří Dolejší, CSc.

Univerzita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta, Ústav částicové a jaderné fyziky

V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8

Telefon: +420 221 912 469

E-mail: jiri.dolejsi@mff.cuni.cz

NĚKOLIK OTÁZEK ČESKÉ DIDAKTICE FYZIKY

Leoš DVOŘÁK

Abstrakt

Příspěvek se pokouší identifikovat a formulovat některé otázky týkající se dosavadního vývoje didaktiky fyziky v ČR, jejího současného stavu a budoucích trendů. Otázky se týkají například dosavadních výsledků, mezinárodního přesahu, zaměření a kvality prací a dalších aspektů. Cílem příspěvku není poskytovat hotové a jednoznačné odpovědi, ale podnítit kritickou reflexi a širší diskusi celé komunity didaktiků fyziky, tedy nás všech, jimž leží na srdci další rozvoj tohoto oboru u nás.

SEVERAL QUESTIONS TO CZECH DIDACTICS OF PHYSICS

Abstract

The paper tries to identify and articulate some questions concerning past development of didactics of physics (physics education research) in the Czech Republic, its current state and future trends. The questions concern for example past results in this area, its international dimensions, scope and quality of works and other aspects. The purpose of the paper is not to provide definite and unambiguous answers but to provoke a critical reflection and a broad discussion of the whole community of people working in didactics of physics – i.e. of all of us who have at heart further development of this area.

1. Úvod

Tento příspěvek se věnuje některým otázkám české didaktiky fyziky, zejména didaktiky chápané jako vědní obor. Nejde o text neutrální, některé otázky jsou záměrně až trochu vyhrocené. Možná se proto někomu z čtenářů bude zdát zvolený styl příliš kritický, případně v některých místech až kontroverzní.

Záměrem ovšem není paušální kritika a už vůbec ne vyhlašování nějakých nových výzev, „platform“ apod. Cílem je podnítit a povzbudit *kritickou reflexi* našeho oboru, jeho dosavadního vývoje a současného stavu. Což je z času na čas věc velice potřebná ve všech oblastech lidské činnosti. Věřím, že takováto kritická reflexe může být impulzem pro další rozvoj jak didaktiky fyziky v ČR, tak komunity pracovníků, kteří se u nás této oblasti věnují.

Předem bych rád upozornil, že smyslem tohoto příspěvku není předkládat či postulovat hotové odpovědi, ale právě jen identifikovat a formulovat *otázky*. Myslím, že ani to není málo. Přitom nepochybně řadu zde vyslovených otázek lze a bude záhodno precizovat, vyjádřit pregnančněji či doplnit dalšími.

Kdo by měl výše uvedenou reflexi dělat – tedy vyjasňovat otázky, přidávat další a hledat a nacházet na ně odpovědi? Didaktika fyziky samozřejmě není žádná fyzická ani právnická osoba, na kterou bychom se mohli se svými otázkami obracet. Proto myslím, že to je *úkol pro nás všechny*, kdo v této oblasti aktivně působíme. Zejména ale pro mladší pracovníky v našem oboru. Právě mladá generace má přece víc odvahy ke kritice, k přehodnocování postojů, novým pohledům a ráznějším krokům. (Skutečnost, že kromě razance jsou nezbytné další věci, jako zaujetí pro obor, ochota

věnovat mu spoustu práce a potřebná míra profesionality, zde snad nemusíme zdůrazňovat.)

Ještě jedno upozornění či spíše varování úvodem. Nečekejte žádnou extravaganci. Otázky, které zde zazní, jsou vlastně docela jednoduché a přirozené, v určitém smyslu možná až triviální. Přesto jsem přesvědčen, že má smysl vyslovit je explicitě.

Snad by bylo ještě dobře zmínit, odkud se vlastně níže vyslovené otázky vzaly. Řada z nich byla iniciována v průběhu hodnocení doktorského studia v oblasti oborových didaktik přírodních věd v letech 2009-10 (viz [1]) a navazujících a souvisejících aktivit, do nichž jsem byl v různé míře a v různých rolích zapojen. Zkušenosti z této oblasti provokovaly různé otázky, které jsem nejprve vyslovoval soukromně či v kuloárových diskusích – až jsem dospěl k přesvědčení, že pokud je myslím vážně, měl bych je formulovat i veřejně. Konference *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky* jako akce, kde se tradičně setkává značná část komunity českých didaktiků fyziky, je k tomu, věřím, vhodnou příležitostí.

Rád bych však upřesnil, že otázky a stanoviska, které zde dále uvádím, nejsou oficiálními názory institucí či skupin, jichž jsem členem či na jejichž práci se podílím. Odpovědnost za jejich formulování, tedy i za všechny nedokonalosti a nedostatky, nesu já sám. Věřím, že další diskuse (včetně případných kritik tohoto příspěvku) pomohou jak případně upřesnit potřebné otázky a rozhodnout, které z nich považujeme za opravdu důležité, tak odrazit se od nich k budoucímu rozvoji české (a nejen české) didaktiky fyziky.

2. Základní otázka

Jak již bylo řečeno, otázky, které zde zazní, jsou v zásadě jednoduché. V jistém smyslu by šly redukovat na klasickou základní „trojotázku“:

Kdo jsme? Odkud přicházíme? Kam jdeme?

Jejím zněním se můžeme nechat inspirovat na slavném Gauguinově obraze (viz [2]), bývá připisována i Voltairovi a s dějinami lidského myšlení je zřejmě spojena již od pradávna. My zde samozřejmě budeme pragmatičtější a nevztáhneme ji na celý lidský úděl a smysl života, ale naši konkrétní oblast zájmu. Oním „my“ zde tedy míníme komunitu lidí v (české) didaktice fyziky. A ptáme se na dosavadní vývoj, současný stav a perspektivy našeho oboru.

3. Kdo jsme: postavení didaktiky fyziky

Otázka „Kdo jsme?“ může mít samozřejmě řadu aspektů. Připadá mi důležité podívat se nejprve na postavení didaktiky fyziky *vůči ostatním oborům*, respektive na postavení nás, kdo didaktiku fyziky pěstujeme, vůči kolegům z ostatních oborů.

Didaktika fyziky bývá charakterizována jako hraniční obor resp. mezioborová disciplína. Našimi kolegy jsou tedy na jedné straně „odborní fyzikové“, na druhé straně odborníci z pedagogicko-psychologické oblasti. A zde je na místě otázka:

Jak se mezi nimi cítíme? Je to tvůrčí spolupráce, nebo si někdy připadáme jako „mezi mlýnskými kameny“? Nebo přehlížení či dokonce trpění? Jak se na nás kolegové dívají?

Každý z nás asi již mnohokrát slyšel známý bonmot „Kdo umí, ten dělá. Kdo neumí, ten učí.“ Již před mnoha lety se k tomu na KDF MFF připojovalo: „Kdo to umí ještě míň, ten učí, jak to učít.“ (Což jsem velice ocenil, protože umět si takhle dělat legraci ze sebe sama svědčí podle mého názoru kromě smyslu pro humor také o zdravém přístupu a o dostatečném sebevědomí.) V kontextu tohoto příspěvku bychom

pak mohli provokativně dodat „A kdo to umí ještě méně, ten o tom bádá.“ Pokud si to říkáme mezi sebou, je to úsměvná sebeironie – ale není v tom zrnko z toho, jak se na nás někdy dívají jiní? Didaktika fyziky bývá „odbornými fyziky“ někdy pokládána za „soft obor“, za něco, co vyžaduje spíše zkušenosti a intuici než rozsáhlé znalosti a specializované dovednosti, které jsou potřeba pro „hard science“. Odsud je jen krůček k názoru, že didaktika fyziky není žádná „skutečná věda“. (Ruku na srdce, kdo z didaktiků fyziky jste se s podobnými pohledy nikdy nepotkali?)

Naopak ze strany pedagogů a psychologů jsme někdy kritizováni, pokud ve svých pracích nepostupujeme dostatečně podle kánonu pedagogických výzkumů, se zdůrazňováním výzkumných hypotéz, jejich statistického ověření apod. Stručně a v zájmu pregnantnosti možná trochu zjednodušeně řečeno, pro fyziky jsme příliš pedagogičtí, pro pedagogy příliš fyzikální.

Jak na tuto situaci reagujeme? Můžeme to vzít ve smyslu základních reakcí: reagujeme útekem nebo útokem? Bereme naši pozici jako výzvu a příležitost? Nebo si tiše stěžujeme, jak je ten svět na nás zlý?

Shrneme-li uvedené dílčí otázky, můžeme se prostě zeptat:

Kdo tedy jsme jako komunita?

Skupina, která raději nechce příliš připoutávat pozornost? Skupina, která si zuby nehty drží dosud vydobyté pozice a využívá všech formálních prostředků, aby zachovala status quo? Skupina, která zdůrazňuje a bude zdůrazňovat, jak to máme těžké a specifické a že se na naši práci musí brát všemožné ohledy a klást měkčí kritéria? *Nebo skupina s dostatečně zdravým sebevědomím, která ví, jaké jsou její silné stránky, a která umí ostatní zaujmout výsledky své práce?*

4. Odkud přicházíme: dosavadní výsledky

Výše uvedené úvahy souvisí s otázkou, jaké dosavadní výsledky můžeme (jako česká didaktika fyziky) prezentovat a na jaké můžeme být hrdí.

Často říkáme, resp. slýcháme, že didaktika fyziky je dosud mladý obor. Jenže v ČR má za sebou už přes padesát let a to přece není žádné nezralé mládí! (Připomeňme, že konference „50 let české didaktiky fyziky“ se konala už v roce 2007, viz sborník [3].) Půlstoletí opravdu není ve vývoji vědecké disciplíny tak málo. Z oblasti fyziky si můžeme připomenout třeba kvantovou fyziku, která začala v roce 1900 a do poloviny dvacátého století se rozvinula ve velice široký a propracovaný obor. Možná je toto srovnání trochu nespravedlivé, protože v případě kvantové fyziky jde o celosvětový vývoj, ale naznačuje, s jak rychlým pokrokem se lze setkat v „odborných“ oblastech fyziky. Samozřejmě lze argumentovat, že v oborech, kde jde o chování lidí, je vše složitější a komplikovanější než při zkoumání neživé přírody. Ale třeba právě kvantovou fyziku nelze podezírat z toho, že by to byla jednoduchá disciplína a že by její vybudování nebylo ohromným intelektuálním výkonem. Také na něj fyzika může být a je oprávněně hrdá.

Tím se dostáváme blíže k otázce „Odkud přicházíme“. Konkrétní otázka, která se tu vynořuje, je zřejmá:

Které práce a které výsledky z uplynulých více než 50 let může dnes česká didaktika fyziky prezentovat jako špičkové?

Pro upřesnění můžeme přidat otázku poněkud „více na tělo“:

Které výsledky by obstály i v mezinárodním srovnání?

A případně v ještě tvrdší verzi:

Které opravdu obstály?

Jinak řečeno: Co se od nás, tedy z české didaktiky fyziky, ve světě prosadilo? Co o nás svět ví? Protože právě toto je kritérium, které na svou práci uplatňují „odborní fyzikové“. A je tedy vcelku přirozené, jestliže jej uplatní i na naši práci.

Uvedené otázky by samozřejmě neměly sugerovat, že odpověď má být zdrcující a negativistická. V oblasti fyzikálního vzdělávání jsme měli řadu nepopíratelných úspěchů. Na mezinárodní úrovni nás úspěšně reprezentovali a reprezentují soutěžící ve Fyzikální olympiádě a dalších soutěžích. Velmi dobré bývaly výsledky českých žáků v průzkumech TIMSS a PISA (bohužel ovšem zejména v dřívějším období). Čeští učitelé fyziky se velmi kvalitně prezentovali a prezentují v evropských programech *Physics On Stage* a *Science On Stage*. Výčet dalších podobných akcí by zřejmě mohl pokračovat, je ale třeba konstatovat, že s didaktikou fyziky jako vědou většina výše uvedeného souvisí spíše volně. Opravdu se tu asi uplatňuje spíše zkušenost, nápaditost a iniciativa.

Samozřejmě, v posledních dvou desetiletích se přidává účast řady pracovníků v mezinárodních projektech, účast pracovníků na mezinárodních konferencích, prostě to, co patří k vědecké práci prakticky ve všech oborech. V rámci reflexe by zřejmě bylo dobře tyto aktivity zmapovat a, jak již bylo řečeno, vymezit, kterými výsledky se chceme a můžeme opravdu pyšnit.

Velmi mnoho bylo v dávnější i nedávné minulosti přirozeně vykonáno také při formování výuky fyziky na středních i základních školách, ať už jde o učebnice, sbírky úloh či návody k pokusům, metodické materiály, pomůcky... I zde by šel výčet jistě rozšiřovat. Vše dobré, co bylo uděláno, je třeba po právu ocenit. Ale pozor: dnes se tyto výsledky rozlišují od vědy jako takové. Uvědomujeme si toto rozlišení?

Trend zvyrazňující toto rozlišování daný stanoviskem Akreditační komise lze vidět například ze zprávy [1]; důraz na vědeckou práci v oboru didaktiky lze nalézt i v podrobné přehledové studii [4].

Je nepochybné, že i v oblasti vědecké práce v didaktice fyziky se v naší historii řada kvalitních a inspirativních prací najde. (Ve světle stesků, jak dnes vzdělanost mladé generace klesá, by například mohlo být zajímavé zopakovat studii [5], která zkoumala, jak žáci znají a umějí aplikovat Ohmův zákon.)

Z těchto úvah pak přirozeně vyplývá dílčí otázka resp. námět:

Nestálo by za to, vymezit si „zlatý fond“ toho nejlepšího, na co můžeme v české didaktice fyziky navazovat, z čeho můžeme vycházet?

Pokud by to bylo v souladu s autorskými právy, bylo by asi užitečné tento fond digitalizovat, aby jej mohla celá naše komunita sdílet. Vzorem by nám mohla být Digitální matematická knihovna [6] (kde jsou mimochodem v elektronické podobě dostupná všechna čísla časopisu Pokroky matematiky, fyziky a astronomie do roku 2007). Pokud bychom se omezili skutečně jen na „zlatý fond“, bylo by digitalizování projektem o několik řádů menším, než bylo budování Digitální matematické knihovny a dalo by se zvládnout v rozumném čase a třeba s podporou relativně skromného grantového projektu. Největším problémem by zřejmě byl samotný výběr prací a děl (nebo jejich částí) do tohoto fondu. Zde by bylo zřejmě vhodné dosáhnout rozumného konsensu. Obecně by bylo třeba vybírat se zřetelem k historii vývoje oboru, ale přitom dostatečně kriticky a bez zbytečného sentimentu.

5. Poznámka ke kritické reflexi

Závěr předchozího odstavce si myslím zaslouží trochu rozvést. Při výběru jakýchkoli úspěchů a význačných činů (v kterékoli oblasti) je totiž přirozené říkat „ještě bychom neměli zapomenout na toho a toho“, „vlastně bychom mohli ještě přidat tenhle výsledek“ apod. Výběr toho nejlepšího je opravdu nelehký. Pro ty, kdo ho budou provádět, bych si dovilil zformulovat následující doporučení, či spíše prosbu:

*Oceňme po právu, co bylo vykonáno.
Ale v kritické reflexi dosavadního vývoje a toho,
co z výsledků označit za opravdu špičkové, **prosím nemlžit!***

Jen bychom si sami pro sebe přikrašovali obraz našeho oboru. A to na jednu stranu není potřeba (přece to, co potřebujeme, je obraz co možná přesný a nezkráslený) a na druhou stranu, respekt například ze strany fyzikální komunity nám to nepřidá. Ten si musíme vydobýt, a to právě kvalitními a špičkovými výsledky.

6. Didaktika fyziky a mezinárodní kontext

Vraťme se ještě k mezinárodnímu srovnávání našich prací. Díky tomu, jak se hodnocení výsledků vědecké práce dnes vyvinulo, je mezinárodní srovnávání zřejmě ve všech oborech běžnou záležitostí. Rozhodně je běžné pro naše kolegy z řad fyziků. Nevyhňeme se proto dotazům na:

- Počty našich publikací (v českých, ale hlavně mezinárodních časopisech)
- Počty citací našich prací (opět jak v ČR, tak na mezinárodní úrovni)

Při akreditacích a reakreditacích studia ostatně tyto údaje musíme uvádět do příslušných formulářů. Ale nejde jen o formuláře a dotazy.

Nikdo se nás ani nemusí ptát! Fyzikové (či kdokoli další) si prostě na *Web of Knowledge* [7] mohou najít výsledky kohokoli z nás – tedy práce publikované v impaktovaných časopisech a citace těchto prací. Nepomůže zde výmluva, že didaktika fyziky je na pomezí fyziky a společenských věd; *Web Of Knowledge* obsahuje i databázi *Social Science Index* zahrnující i práce z oblasti pedagogiky, psychologie apod.

(Jen na okraj lze poznamenat, že *Web of Knowledge* dnes dokonce indexuje i některé recenzované mezinárodní konferenční sborníky. Ovšem jejich zahrnutí či nezahrnutí může být asi dáno nejrůznějšími i náhodnými faktory, jak ukazuje skutečnost, že ze sborníků konferencí GIREP je indexován jen jediný.)

Počet publikací a počet citací v různých oborech samozřejmě nelze srovnávat mechanicky. (Je známou skutečností, že např. časopisy z oblasti biologie mívají větší impaktní faktor než časopisy fyzikální, viz např. [8]. Obdobně se liší i různé obory fyziky.) Ovšem, máme-li počet mezinárodních publikací nulový nebo zanedbatelný, jednoznačně nám to nedělá dobré jméno.

Srovnávání na mezinárodní úrovni je dnes standardem. Pokud česká didaktika fyziky – i svými publikacemi v mezinárodních časopisech! – neprokáže, že je srovnatelná s mezinárodní úrovní, *bude zřejmě vnímána ne jako věda, ale spíše jako „servisní oblast“* směrem ke školám a učitelům. Oblast sice potřebná a užitečná, ale možná taková, která si nezaslouží doktorská studia, habilitace a profesury.

To, co zde bylo řečeno, zní možná velmi tvrdě. Proto bych rád upřesnil, že rozhodně nemělo jít o podcenění prací zaměřených na konkrétní pomoc školám a učitelům. Jsem bytostně přesvědčen, že tento „aplikační“ aspekt didaktiky fyziky je její neoddělitelnou a nesmírně důležitou součástí. Řadu z nás, kdo v oblasti didaktiky

fyziky působíme, ostatně právě práce v této oblasti naplňuje a uspokojuje nejvíce. Ovšem redukovat didaktiku fyziky jen na tuto oblast by zřejmě bylo kontraproduktivní. A chceme-li i této „aplikační“ či „vývojové“ oblasti dodat potřebnou prestiž a dokázat, že se nebojíme srovnání a máme potřebnou úroveň, nebudeme zřejmě moci zůstat jen u publikací v českých časopisech či ve sbornících českých konferencí.

Konkrétní otázka, která se z těchto úvah vynořuje, je myslím jasná:

Co uděláme pro to, abychom byli (v didaktice fyziky jako vědě) úspěšní na mezinárodní úrovni?

Občas slyšíme námitku, že na rozdíl od „odborných fyziků“ nemáme prakticky ve kterých mezinárodních časopisech publikovat. Sám jsem na omezení tohoto typu také dříve poukazoval. Pravdou ovšem je, že nabídka mezinárodních časopisů, které se věnují oblasti didaktiky fyziky resp. obecněji fyzikálnímu vzdělávání (včetně výzkumu v této oblasti) je sice limitovaná, ale není nulová. Zejména přidáme-li k nim časopisy, které se věnují obecně výzkumu v oblasti přírodovědného vzdělávání (*science education research*).

V databázi *Journal Citation Report* (je součástí *Web of Knowledge*, viz [9]) lze vytipovat časopisy, věnované vzdělávání v našich oborech, které mají nenulový impakt faktor. Bez nároků na úplnost uvádím v tabulce 1 přehled několika těchto časopisů i s jejich impakt faktory za rok 2009. (Novější nejsou v okamžiku psaní tohoto textu k dispozici.) Do tabulky jsem přidal i dva časopisy, které nejsou impaktované, ale jsou uznávány jako kvalitní mezinárodní časopisy věnované výuce fyziky na středních školách.

Tab. 1. Vybrané mezinárodní časopisy z oblasti fyzikálního a přírodovědného vzdělávání

Časopis	Zkratka	Vydavatel	IF 2009
European Journal of Physics	Eur.J.Phys.	IOP	0,741
American Journal of Physics	Am.J.Phys.	AAPT	0,779
Physical Review Special Topics – Physics Education Research	Phys.Rev.Spec.Top. – Phys.Educ.R.	APS	1,237
International Journal of Science Education	Int.J.Sci.Educ.	Routledge (Taylor&Francis)	1,047
Science Education	Sci.Educ.	Wiley	1,625
Research in Science Education	Res.Sci.Educ.	Springer	1,088
Physics Education	Phys.Educ.	IOP	-
The Physics Teacher	TPT	AAPT	-

Samozřejmě, je to málo oproti celkovému počtu impaktovaných časopisů (k datu psaní tohoto textu 7448 titulů z oblasti Science a 2273 z oblasti Social Sciences; celkově asi o něco méně, některé tituly se mohou vyskytovat v obou databázích). Také impakt faktory okolo jednotky či méně nejsou nijak ohromující. Ale v naší oblasti prostě takové jsou a právě s nimi se musíme porovnávat.

Poznamenejme, že, jak dokládá [8], výše impakt faktoru je do velké míry dána citačními zvyklostmi v daném oboru; není tedy rozumné brát ji jako míru kvality dané disciplíny. To se ostatně ukazuje třeba na příkladu matematiky. Za vyšší impakt faktoru se tedy nemusíme nijak stydět. Stejně tak je faktem, že i renomované osobnosti mezinárodní didaktiky fyziky, o jejichž přínosu není pochyb, nemají ve svém oboru nijak závratný počet článků v impaktovaných časopisech a jejich Hirschův index většinou nepřesahuje hodnotu 10. Příkladem může být L. Viennot s 22 články uvedenými ve Web of Knowledge, 136 citacemi a Hirschovým indexem 7, nebo E. F. Redish s 26 články, 514 citacemi a Hirschovým indexem 10. K „rekordmanům“ v tomto ohledu asi patří D. Hestenes, který sice má v oblasti výzkumu ve fyzikálním vzdělávání jen 18 článků, ty jsou ovšem citovány 855-krát a přináší mu Hirschův index 13, nemluvě o jeho dalších pracích z „odborné“ fyziky. Vcelku je vidět, že možná zčásti díky citačním zvyklostem jsou více citovány práce amerických autorů, z evropských pak spíše ty, které se obecněji věnují přírodovědnému vzdělávání (R. Driver, 25 článků, 692 citací, Hirschův index 12). Nic z výše uvedeného ovšem neznámá, že bychom na publikování v mezinárodních časopisech měli rezignovat!

Nebudeme zde komentovat jednotlivé časopisy uvedené v Tab. 1. Za zmínku snad stojí jen upozornění, že elektronický časopis *Phys.Rev.Spec.Top.–Phys.Educ.R.* je volně k dispozici na webu (viz [10]). Ovšem za cenu poměrně vysokých poplatků, které musí hradit autoři článků. Na stránkách [10] se uvádí, že poplatek za otištění je 1700 USD (prý lze žádat o slevu). Toto ovšem přirozeně neznámá, že kdo zaplatí, má publikaci zajištěnou. Ale pro nás z ČR to zřejmě představuje příliš vysokou bariéru. Na druhou stranu můžeme tento časopis použít jako dobrý příklad, pokud argumentujeme, že didaktika fyziky patří do fyziky: Když už i „Phys.Rev.“ této oblasti věnuje jeden ze svých dílčích titulů, tak to o něčem vypovídá!

Poznamenejme, že seznam uvedený v Tab. 1 zahrnuje téměř výhradně časopisy z anglosaské oblasti. Bylo by asi vhodné jej doplnit o další tituly, o nichž shledáme, že jsou srovnatelných kvalit.

Samozřejmě, kromě celosvětově známých časopisů existují i časopisy lokálnější, významné pro určitou oblast. Například v Polsku vydávaný časopis *New Educational Review*, na jehož vydávání se podílí i Slovensko a ČR, má dokonce impakt faktor! (Byť zatím jen 0,064.)

V této souvislosti je vhodné upozornit na nově vzniklý časopis *Scientia in Educatione* (viz [11]), který nabízí prostor pro publikování původních článků i přehledových studií v oblasti didaktik přírodních věd. Je přirozené, že počítá s uveřejňováním kvalitních výsledků dosažených v rámci doktorských (ale třeba i magisterských) studií v našich oborech. Zároveň je zde naděje, že by se mohl stát platformou (či jednou z platforem) pro výměnu zkušeností a výsledků mezi jednotlivými didaktikami přírodních věd. Dosud vyšlo jen první číslo (těsně na konci roku 2010), ale již v něm můžeme najít studii [12], která, přestože se týká didaktiky biologie, je myslím velice zajímavá i pro didaktiku fyziky.

(Pozn.: Výše zmíněný odstavec nemá být v žádném případě reklamou na nový časopis, jen upozorněním – ostatně uvidíme, do jaké míry se tomuto časopisu podaří zajistit přísun zajímavých článků a udržet důraz na kvalitu, který si klade do vínku.)

Přirozeně, v diskusi o časopisech se nemůžeme zcela upnout jen na ty mezinárodní. Pominout tradiční české časopisy jako *Matematika-fyzika-informatika*, *Pokroky MFA* či *Rozhledy matematicko-fyzikální* by bylo nemoudré, i když jde spíše o časopisy přehledové nebo zaměřené „aplikačně“ směrem k výuce na školách či přímo

orientované na žáky. Výzkumy, které mají výraznější pedagogickou složku, bude zase patrně vhodné publikovat v časopisech typu *Pedagogika* či *Pedagogická orientace*.

Časopisy přirozeně nejsou jen místem, kde můžeme publikovat, ale zejména důležitým zdrojem informací. Na jejich dostupnost a na dostupnost knih z daného oboru (tedy z didaktiky fyziky resp. „physics education research“ či obecněji „science educational research“ a souvisejících oblastí moderní pedagogiky a psychologie) byly často kladeny důrazné dotazy při hodnocení doktorských studií v našich oborech. A bylo konstatováno, že důkladná znalost, co je ve světě o určité problematice známo a hotovo, by měla být přirozeným základem každé disertační práce.

V této souvislosti se naši komunitě nabízejí dílčí konkrétní otázky:

- *Máme zpracován nějaký rozumný seznam zdrojů? (Tedy pramenů – časopisů, knih, případně webových zdrojů, neboli základní literatury pro náš obor.)*
- *Jak můžeme své zdroje sdílet?*
- *Jak se v rámci naší komunity (didaktiků fyziky) informovat o novinkách, o tom, co je důležité?*

A ještě jedna otázka, tentokrát směřující k tomu, ve kterých časopisech bychom měli publikovat (resp. ve kterých bychom se měli snažit publikovat):

*Shodneme se na seznamu renomovaných časopisů,
v nichž stojí za to publikovat?*

Myslím, že toto je důležité, i z čistě pragmatického hlediska. Fyzikové či vědci z řady dalších oborů mají kritérium jasné: publikovat jen v impaktovaných časopisech. S čím větším impakt faktorem, tím lépe. V našem oboru (didaktice fyziky) je impaktovaných časopisů jako šafránu. Přesto je jasné, že i z neimpaktovaných mají některé časopisy větší ohlas, větší dopad, že je zkrátka můžeme označit za prestižnější.

Myslím, že by bylo vhodné, abychom jako komunita dospěli k určitému konsensu a mohli prohlásit například:

„Dobrá, odborný fyzik potřebuje pro obhájení disertační práce publikovat v impaktovaných časopisech. V didaktice fyziky je impaktovaných časopisů málo, ale publikace v následujících časopisech považujeme za stejně cenné. Časopisy, které jsme vybrali, splňují náročná kritéria, články v nich procházejí přísným recenzním řízením; pro potřeby disertačních a dalších prací v naší oblasti jsou stejnou zárukou kvality na mezinárodní úrovni, jako v jiných oborech publikace v časopisech s impakt faktorem.“

Takovýto seznam bychom pak mohli prosazovat, aby měl svou váhu při hodnocení nejrůznějších prací a výsledků. Poznamenejme, že bychom v něm nemuseli všem časopisům rovnostářsky připisovat stejnou váhu, asi by však nemělo smysl vytvářet nějaký příliš formalizovaný systém podobný současnému oficiálnímu hodnocení vědeckých výsledků.

7. Didaktika fyziky jako věda – kvalita a hodnota prací a výsledků

Již výše jsme se dotkli problematiky toho, jak nás vidí kolegové z jiných oborů. V této souvislosti je třeba znovu zdůraznit:

Respekt (vůči didaktice fyziky) nelze nařídít!

Respekt (fyziků i dalších kolegů) si *musíme* vydobýt vlastní prací a kvalitními

a přesvědčivými výsledky. S tím souvisí otázka, která je v tomto přehledu jednou z nejdůležitějších:

Jak dbát o kvalitu?

Míněno o kvalitu článků, příspěvků na konferencích, diplomových, disertačních a dalších prací. Důraz na kvalitu je přirozený v každé oblasti vědy. Dbát o kvalitu v oboru bojujícím o respekt kolegů je navíc nutné i proto, abychom se vyhnuli případným zlehčujícím komentářům typu „tohle by v našem fyzikálním oboru neprošlo“.

S obecnou problematikou kvality prací a výsledků souvisí řada konkrétnějších dílčích otázek, například:

- Co to vlastně znamená „kvalita“ v našem oboru? Jaká jsou její kritéria? Shodneme se na tom, co je opravdu kvalitní a co nekvalitní?
- Kdo kvalitu v našem oboru garantuje? Jak?
- Dovedeme se ozvat, když je něco (práce, článek, příspěvek) nekvalitní? Je tomu tak, že nekvalita neprojde?

Vzhledem k tomu, že nám zde jde o didaktiku fyziky jako vědu, je vhodné dotknout se vztahu formálních aspektů oboru a kvalitní tvůrčí práce. Je dobře uvědomit si, že **znakem vědeckosti nejsou jen formální náležitosti!** (Tedy práce v tvrdých deskách, tituly, místa na katedrách a ústavech, formální akreditace, apod.) Skutečná věda, jak ví každý, kdo jí propadl, spočívá v něčem jiném.

I v souvislosti s naší prací v didaktice fyziky (a s tím, že tento obor prezentujeme jako vědní obor), se tedy má smysl ptát:

Jaká je věda hodná toho jména?

Takto se samozřejmě v dějinách vědy ptalo už mnoho osobností, myslitelů, filosofů i samotných vědců snad ze všech možných oborů. Rešerše či alespoň trochu reprezentativní článek na toto téma by zabraly mnohem více stránek než tento skromný příspěvek; navíc se v této oblasti cítím být jen nepatrně poučeným laikem. Proto se zde nebudu odvolávat na autority a nabídnu pouze svůj osobní pohled. Pohled, do něhož se samozřejmě promítají jak názory, které jsem vyslechl či četl, tak osobní zkušenost. Pohled, který je do velké míry pohledem rozumu, ale minimálně do stejně velké míry i pohledem srdce. Podle mého hlubokého přesvědčení **věda, hodná toho jména:**

- Klade zajímavé a podnětné otázky.
- Přináší netriviální, hluboké odpovědi.
(A to odpovědi konkrétní, ověřitelné, ne vágní změti slov.)
- Zahrnuje a potřebuje intelektuální poctivost, kritickou reflexi, přehodnocování dříve daného a vědeckou skepsi.
- Vyžaduje tvrdou práci a veliké zaujetí – a přináší velikou radost.

Samozřejmě, protože jsem v úvodu sliboval otázky a nikoli odpovědi, je možno se ptát, jaké další rysy by bylo vhodné do neformální charakteristiky vědy začlenit. (Či jaké z výše uvedených vypustit, i když si popravdě nedovedu představit argumenty, které by mě osobně přiměly některý z uvedených bodů zcela zavrhnout.)

Protože didaktiku fyziky chápeme a prezentujeme jako vědeckou disciplínu, jasně vyvstává další konkrétní otázka:

Naplňujeme v didaktice fyziky tyto (nebo jiné rozumné) neformální atributy vědy?

Neboli: Klademe si opravdu zajímavé a podnětné otázky? Nalézáme na ně dostatečně hluboké odpovědi? A tak dále. A pokud zde „máme rezervy“, jak se někdy eufemisticky říká, co děláme proto, aby naše disciplína opravdu byla v co nejlepším smyslu vědou hodnou toho jména?

8. Jaká je komunita českých didaktiků fyziky?

Vraťme se ještě na chvíli k otázce „Kdo jsme“? Mním tím komunitu českých didaktiků fyziky. Mluvím zde o „komunitě“, protože jsem přesvědčen, že v malém státě, jakým je naše republika, je přirozené, když odborníci v dané oblasti tvoří jedinou, tu volněji, tu těsněji spolupracující skupinu. Nemyslím žádnou „profesní komoru“, ale jakési volné „společenství“, které neformálně nastavuje standardy práce a kvality, reaguje na tlaky zvenčí, poskytuje si navzájem inspiraci, sdílí informace, organizuje konference, setkání a další akce a obecně se podílí na „profesním životě“ daného oboru. Do takového společenství přirozeně patří i doktorandi a v určité míře i studenti příslušného oboru. Samozřejmě, takováto komunita českých didaktiků fyziky neformálně existuje. Můj dojem ale je, že v některých obdobích v minulosti spolupracovala více než dnes.

Než vzneseme otázku, zda chceme spolupráci naší komunity zintenzivnit, je vhodné zeptat se, jaký je současný stav. Zdaleka zde nejde jen o počty lidí na jednotlivých pracovištích. Můžeme se například ptát:

- Proč vlastně děláme didaktiku fyziky? Jakou máme motivaci?
- Kde na to bereme sílu? Co nás žene kupředu?
- Co je pro nás důležité? Jaké sdílíme hodnoty?

Takovýchto obecnějších otázek by se jistě našlo víc. Ovšem jsou tu i otázky pragmatičtější. Řada by se dala shrnout pod společnou otázku:

Jaké jsou naše lidské zdroje?

Dílejší otázky se mohou týkat například následujících problémů:

- Jaká je věková struktura pracovníků v didaktice fyziky v ČR?
- Funguje zde generační kontinuita a předávání zkušeností?
- Vychováváme kvalitní odborníky nebo je dnes počet Ph.D. studentů svědectvím snahy o spíše extenzivní rozvoj?
- Není na některých pracovištích tendence nahrazovat místa, která dříve zaujímalí didaktici fyziky, „odbornými fyziky“? A budou tito pracovníci rozvíjet skutečně didaktiku fyziky? (Zbude jim na to vedle „skutečné fyziky“ čas a energie?)

Opět si zde nedělám nárok na to, že bych vyčerpал všechny důležité a podstatné otázky.

Pokud se týče zmapování lidských zdrojů v našem oboru, nelze si nevzpomenout, že kdysi existoval adresář pracovníků v oblasti didaktiky fyziky (tehdy v rámci celého Československa). Šlo o adresář, kde byly kromě kontaktů uvedeny i oblasti zájmu jednotlivých pracovníků. Dnes, v době internetu, by podobný adresář bylo mnohem jednodušší sestavit a aktualizovat a v případě zájmu nejrůznějšími způsoby rozšiřovat jeho funkčnost. Dílčí otázka či námět, který se tu objevuje, tedy je:

*Nestálo by za to, uspořádat (resp. „revitalizovat“)
nějaký adresář pracovníků v didaktice fyziky v ČR?*

Podle zájmu by podobný adresář mohl mít samozřejmě širší rozsah. Mohl by například zahrnovat i didaktiky fyziky ze Slovenska (což je přirozené vzhledem k úzkým vazbám, které máme). Vzhledem k mezipředmětovým vazbám a příbuznému charakteru didaktik dalších přírodních věd, zejména chemie a biologie, ale také matematiky, by také mohl obsahovat i kontakty na některé pracovníky z těchto „sesterských oborů“. Přirozené by bylo uvést zde i ty pracovníky z oborů jako pedagogika a psychologie, kteří se podílejí na výzkumech souvisejících s didaktikou fyziky nebo vedení disertačních prací z našeho oboru. A samozřejmě bychom neměli zapomenout na „sprátelené fyziky“, kteří se aktivně zajímají o oblast fyzikálního vzdělávání.

9. Kam jdeme?

Obecnou otázkou „Kam jdeme?“ se ptáme na trendy a další rozvoj našeho oboru. S tím opět souvisí řada velmi konkrétních otázek. K těm nejdůležitějším zřejmě patří otázka:

Co chceme rozvíjet?

- Výzkum?
Tedy didaktiku fyziky jako vědu?
A jaké otázky a problémy považujeme za důležité a chceme řešit?
- Vývoj?
Tedy aplikace směrem k praxi, ke školám?
A opět – jaké aplikace, jaké materiály, jaké moderní trendy?
A máme vůli obhájit si tuto „vývojovou část“ didaktiky fyziky,
i když nám bude někdy předhazováno, že „to není ta pravá věda“?
- Propojení obou?
A jak toto propojení realizovat?
- Něco dalšího?
Co to bude a jak obhájíme, že je to nosné a důležité?

Osobně mi jako přínosné připadá snažit se právě o propojení výzkumné a vývojové „linky“ v didaktice fyziky, možná ve smyslu výzkumů typu „design-based research“ (v české literatuře by se o něm měla objevit informace v průběhu roku, viz [13]). Různé typy výzkumu resp. bádání jsou též zmíněny v závěru článku [4] – pro didaktiku fyziky je myslím důležité, že se zde nijak direktivně nenařizuje jediný typ výzkumů či jediná metodika (například kvantitativního výzkumu).

V těchto úvahách samozřejmě nejde o to, že bychom se všichni v ČR měli věnovat jen jedné tematické či rozvíjet jen jeden směr didaktiky fyziky. Je přirozené, že jednotlivá pracoviště se profilují a doplňují.

Jestliže budeme vědět, co chceme rozvíjet, je další otázkou:

Jak to chceme rozvíjet?

Tedy například:

- Stačí nám v ČR „sledovací výzkum“?
Tedy ověřování ve světě již vybraného v našich podmínkách?
- Nebo chceme přispět nějakým originálním přínosem?
(Což se lehkou řečí, ale hůře udělá.)
- Jak zajistit kvalitu prací a výsledků?
(Tato otázka se již objevila výše, ale asi ji nelze dost zdůraznit.)

Seznam těchto dílčích otázek je nepochybně kusý a nehotový – jeho cílem je opět zejména iniciovat a provokovat diskusi.

S otázkou dalšího rozvoje samozřejmě souvisí problematika, které jsme se už dotkli výše:

Jak se chceme rozvíjet jako spolupracující komunita?

- Chceme spolupracovat?
- Jestliže ano, jak, jakými způsoby? Co nám bude vyhovovat, co nás posune dál?

Nikdo nás ke spolupráci samozřejmě nemůže donutit. Je jen na nás samotných, zda, jak, a do jaké míry se rozhodneme stávající kontakty a spolupráci zintenzivnit. (Neuvažuji zde samozřejmě teoretickou možnost kontakty naopak zpřetrhat; obávám se, že pak by mohlo platit „divided we fall“.)

K otázce „Kam jdeme?“ bych si dovilil připojit ještě jednu, možná poněkud troufalou otázku:

Jaké vize má česká didaktika fyziky?

Konkrétněji formulováno:

- Jaké úkoly si dává?
- Jaké podněty odkud dostává?
- Co naopak sama podněcuje?

Možná ještě troufalejší je zeptat se zcela přímočaře:

Co chceme dělat dál?

Kde chceme být za 10, za 20 let?

Jistě, predikovat je obtížné až téměř nemožné – ale konec konců třeba částicovní fyzici musejí plánovat v těchto i delších časových horizontech, jinak by velké urychlovače a další projekty nemohli realizovat. V didaktice fyziky nám podobné velkolepé projekty nehrozí, i když mezinárodní výzkumy TIMSS a PISA vlastně za podobnou délkou nijak nezaostávají (a pokud bychom chtěli uskutečnit nějaké longitudinální studie, plánování na srovnatelnou dobu se nevyhneme). Ale přece jen věřím, že snaha o výhled na delší dobu není pouhým vizionářstvím. A že může vhodně doplnit současné někdy trochu hektické rozhodování o projektech s maximálně tříletým časovým horizontem. Prostě, že má cenu se občas zastavit a zamyslet se, kam jdeme a kam chceme jít.

Přirozeně, pohled na minulý vývoj ve vzdělávání v oblasti přírodních věd (viz např. [14]) či širě „rodin“ obecných didaktických teorií (viz část 2.2 článku [4]) naznačují, že na přesnost konkrétních predikcí asi nemůžeme příliš spoléhat. Ještě „turbulentnější“ mohou být vnější vlivy typu společenského vývoje. Přesto myslím, že naše společné rozhodnutí například typu

„chceme, aby didaktika fyziky byla dostatečně etablovanou a i ze strany fyziků více respektovanou disciplínou, s kvalitními původními výsledky, na jedné straně jasně prezentovanými i na mezinárodní úrovni a na druhé straně pozitivně ovlivňujícími výuku fyziky na školách“

(či podobné, pokud možno konkrétnější a třeba méně „idealistické“) může mít pro rozvoj našeho oboru svůj význam. Zejména pokud nezůstaneme u rozhodnutí a vize, ale spojíme síly pro její realizaci.

10. Závěrem

Jak jsem v úvodu slíbil (či varoval), příspěvek se snažil formulovat otázky ke kritické reflexi našeho oboru, ne postulovat či prosazovat předem dané odpovědi. Možná jsem se na několika málo místech od této linie odchýlil a třeba i formulací otázek naznačil některé své pohledy na to, co a jak by šlo pro rozvoj našeho oboru dělat. Vždy jsem je ale mínil pouze jako náměty. Rozhodně jsem dalek toho, abych tvrdil, že znám jasné recepty a přímočará řešení, tím spíše toho, abych se je snažil prosazovat. Samotná kritická reflexe a rozhodování o dalších krocích mají být podle mého názoru věcí nás všech, kdo v oblasti didaktiky fyziky v ČR působíme – a zejména, jak už jsem napsal v úvodu, mladé generace v tomto oboru.

Otázek, které zde zazněly, nebylo úplně málo. Po prezentaci na konferenci jsem dostával otázku, zda jich bylo sto nebo ještě víc. Předem jsem je nepočítal. Schválně jsem nyní sečetl všechny otázky, které se až dosud objevily v tomto příspěvku, včetně těch drobných, které jen doplňovaly a rozvíjely otázky předchozí. (Tedy prakticky vzato jde o celkový počet otazníků v tomto textu. Vynechal jsem jen řečnické opakování otázky „Kdo jsme“?) Celkem takových otázek není ani celá stovka, jen 85. (Jako fyzik bych měl přidat nepřesnost zjištěné hodnoty; konzervativně bych ji odhadl na 2 až 3.)

Několik desítek otázek se může zdát příliš. Těch opravdu základních (vyznačených výše tučným tiskem) je ale mnohem méně. Po provázání těch, které k sobě logicky a věcně patří, jsem jich napočítal pouhých deset. Nemá smysl je zde v závěru opakovat či klást na některé z nich zvláštní důraz – zejména když o tom, nakolik jsou pro nás důležité a relevantní, nemohu a nechci rozhodovat já sám. Věřím ale, že v každém oboru lidské činnosti má smysl si čas od času podobné otázky položit. A že tedy i v české didaktice fyziky je třeba se ptát, kdo jsme, odkud přicházíme a kam jdeme.

Rád bych všechny ty výše položené otázky doplnil na závěr ještě dvěma, neméně podstatnými:

Na které důležité otázky jsem v tomto příspěvku zapomněl?

A zejména:

Co dělat, abychom nezůstali jen u otázek?

Protože, jak už bylo řečeno výše, cílem tohoto příspěvku je iniciovat kritickou reflexi, budu se upřímně těšit na veškeré reakce, komentáře a hledání odpovědí. A zejména na následující kroky na cestě, která, věřme, povede k dalšímu rozvoji našeho oboru.

Literatura

1. Zpráva Akreditační komise o hodnocení doktorských studijních programů z oblasti oborových didaktik přírodních věd (duben 2010). Dostupné online <http://www.akreditacnikomise.cz/attachments/231_hodnoceni_dsp_didaktiky_2010.pdf>. [Cit. 22. 4. 2011]
2. WIKIPEDIA: *Where Do We Come From? What Are We? Where Are We Going?* Dostupné online <http://en.wikipedia.org/wiki/Where_Do_We_Come_From%3F_What_Are_We%3F_Where_Are_We_Going%3F> [Cit. 19. 4. 2011]
3. *Sborník příspěvků z konference 50 let didaktiky fyziky v ČR*. Ed. O. Lepil. UP Olomouc 2007. ISBN 978-80-244-1786-8
4. JANÍK, T., STUHLÍKOVÁ, I. *Oborové didaktiky na vzestupu: přehled aktuálních vývojových tendencí*. Scientia in Educatione 1 (1), 2010, 5-32. ISSN 1804-7106. Dostupné online <<http://www.scied.cz>>. [Cit. 19. 4. 2011]
5. HNILÍČKOVÁ, J. *Výzkum formalismu ve znalosti fyzikálního zákona*. Academia, Praha 1970.
6. *Czech Digital Mathematical Library*. Dostupné online <<http://dml.cz/>> [Cit. 18. 4. 2011]
7. *Web of Knowledge*. Dostupné online <apps.isiknowledge.com/> (Přístup ale není volný.)
8. DE ANDRÉS, A. *Evaluating research using impact and Hirsch factors*. Europhysics News Vol. 42, No. 2, 2011, 29-31. Dostupné online: <http://www.europhysicsnews.org/index.php?option=com_article&access=stand&Itemid=129&url=/articles/eprn/pdf/2011/02/eprn2011422p29.pdf> [Cit. 25. 4. 2011]
9. *Journal Citation Report*. Dostupné online <http://thomsonreuters.com/products_services/science/science_products/ajournal_citation_reports/> [Cit. 19. 4. 2011]
10. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*. Dostupné online <<http://prst-per.aps.org/>> [Cit. 25. 4. 2011]
11. *Scientia in Educatione*, ISSN 1804-7106. Dostupné online <<http://www.scied.cz>>. [Cit. 19. 4. 2011]
12. PAPÁČEK, M. *Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa?*. Scientia in Educatione 1 (1), 2010, 33-50. ISSN 1804-7106. Dostupné online na <<http://www.scied.cz>>. [Cit. 19. 4. 2011]
13. TRNA, J. – připravovaný článek (dosud nepublikováno)
14. ŠKODA, J., DOULÍK, P.: *Vývoj paradigmát přírodovědného vzdělávání*. Pedagogická orientace 2009, roč. 19, č. 3, s. 24–44. ISSN 1211-4669.

Kontaktní adresa

Doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.
Katedra didaktiky fyziky,
Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy v Praze
V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8
Telefon: +420 221912409
E-mail: leos.dvorak@mff.cuni.cz

VĚDECKÉ MYŠLENÍ ŽÁKŮ – JAK HO LZE ROZVÍJET A TESTOVAT

Irena DVOŘÁKOVÁ

Abstrakt

Příspěvek je věnován metodice použití Lawsonova testu vědeckého myšlení ve výuce. Tento test je určen učitelům, kteří se zajímají o identifikaci úrovně vědeckého myšlení svých studentů. Kromě toho, že může být velmi užitečným zdrojem informací o kognitivním rozvoji jednotlivých studentů, může také pomoci učiteli najít takový obsah výuky, její cíle, metody a evaluační kritéria, kterými bude vědecké myšlení svých žáků kvalitně rozvíjeno. V příspěvku je uveden příklad jedné úlohy a popsán způsob zpracování výsledků testu. Na konkrétním příkladu výsledků žáků je naznačena možnost didaktického využití výsledků testu. Zájemci mohou požádat o zaslání testu a ve své výuce ho zadat.

SCIENTIFIC REASONING ABILITY – HOW TO DEVELOP AND TEST IT

Abstract

This paper is aimed at using the Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning in teaching. The test described in this article is intended mainly for use by teachers interested in determining the developmental levels of their students. Use of the test as a source of knowledge about individual student reasoning processes can be very useful and it can help a teacher adapt course content, goals and teaching methods to develop students' potential.

Example of one pair of tasks is presented in the article and the method of scoring is described. The possibility of using the results as a source of knowledge about students' developmental levels is shown. Those interested in testing the students can ask for sending this test.

1. Jak zjistit, co studenti umějí?

Učitel ve své práci potřebuje vědět, co své žáky naučil, co skutečně umějí (čili nejen jaké mají znalosti, ale také jak jsou schopni poznatky aplikovat). Může k tomu použít několik různých způsobů v závislosti na tom, co chce zjistit.

- V oblasti daného tematického celku může použít například:
 - Zkoušení
 - Vlastní písemné práce či testy
 - Testy stažené z Internetu
 - Standardizované testy (FCI), úlohy v různých mezinárodních výzkumech
- V přírodovědě obecně lze použít například:
 - Testy Kalibro
 - Testy TIMSS, PISA
- V oblasti myšlení obecně například:
 - Testy IQ
 - Testy obecných studijních předpokladů

V některých případech však může učitel chtít zjistit, jak kvalitně jeho žáci zvládají vědecké myšlení, nezávisle na konkrétním tematickém celku a konkrétních znalostech. K tomuto účelu může dobře sloužit **Lawsonův test vědeckého uvažování**.

2. Lawsonův test vědeckého uvažování

Tento test vytvořil A. E. Lawson na konci 70. let a vycházel přitom z výzkumů J. Piageta. Test vypovídá o tom, jaké úrovně vědeckého uvažování daný respondent dosáhl.

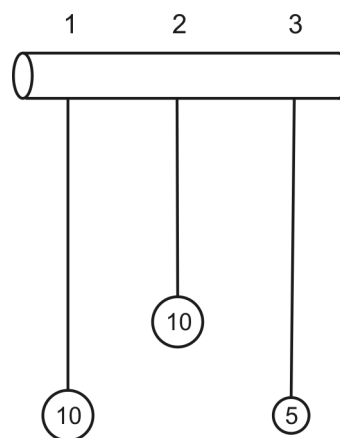
Ve svém příspěvku se nebudu věnovat psychologickému a pedagogickému základu, na němž byl test vytvořen, zájemce najde mnoho informací v uvedené literatuře ([1] – [5]) i v dalších zdrojích. Lawsonův test nabízí učitelům možnost ověřit efektivitu jejich výuky z pohledu toho, zda a do jaké míry rozvíjí vědecké myšlení žáků. Test byl autorem používán také jako pre-test a post-test pro zjištění, jak efektivní byla či jakou „přidanou hodnotu“ měla výuka zaměřená na rozvoj právě tohoto typu myšlení.

Vzhledem k tomu, že se jedná o test, který v českých zemích není rozšířen a je do značné míry specifický, chtěla bych se v tomto článku věnovat spíše technickým pokynům týkajících se zadávání testu a zpracování výsledků tak, aby výsledky, které učitelé získají, byly navzájem srovnatelné. Pokud učitelé budou ochotni sdílet své výsledky s ostatními kolegy, může začít vznikat databáze charakterizující úroveň vědeckého myšlení českých žáků a studentů. V závěru článku je uveden kontakt, na kterém mohou zájemci získat českou verzi Lawsonova testu.

V testu jsou použity otázky se stoupající náročností. Používají se různé varianty (do češtiny byla přeložena varianta s 24 otázkami), ale základní princip je vždy zachován. Tímto základním principem je, že se hodnotí odpověď na danou otázku **a současně** zdůvodnění této odpovědi (kromě posledních dvou otázek, které jsou nezávislé).

Jako příklad zde uvádím 9. a 10. úlohu:

9. Obrázek vpravo ukazuje tři provázky visící z tyčky. Na koncích všech tří provázků jsou připevněna kovová závaží. Provázky 1 a 3 mají stejnou délku. Provázek 2 je kratší. Na konci provázku 1 je závaží o tíze 10 jednotek. Závaží o tíze 10 jednotek je připevněno i na konci provázku 2. Závaží o tíze 5 jednotek je připevněno na konci provázku 3. Provázky a k nim připevněná závaží se mohou kývat a můžeme měřit dobu jejich kmitu.



Řekněme, že byste chtěli určit, zda má délka provázku vliv na dobu, za níž se kývá tam a zpět. *Které provázky byste si vybrali, abyste to zjistili?*

- a. jen jeden provázek
b. všechny tři provázky
c. 2 a 3
d. 1 a 3
e. 1 a 2
10. *protože*
- a. musíme užít nejdelší provázek.
b. musíme porovnat provázky s lehkým a s těžkým závažím.
c. se liší jen délka.
d. potřebujeme provést všechna možná srovnání.
e. se liší hmotnosti.

3. Pokyny pro přípravu a zadávání testu

Proto, abyste získali výsledky srovnatelné s výsledky dalších skupin žáků, prosím, abyste dodrželi pokyny a doporučení, které v tomto textu uvádím.

- Dříve, než zadáte test svým žákům, doporučuji, abyste si vyřešili test sami (pochtivě, bez nahlížení do řešení). Pomůže vám to vytvořit si lepší představu o náročnosti testu než pouhé jeho přečtení.
- Zvažte, jaký máte cíl, co chcete testem zjistit. Test v žádném případě **nesmí sloužit k hodnocení** či klasifikaci žáků. To, jak je rozvinuto vědecké myšlení každého jednotlivce, závisí do značné míry na tom, zda měl dostatek podnětů k rozvoji tohoto typu myšlení (a samozřejmě na věku). Není možné žáka hodnotit negativně, pokud dostatek vnějších podnětů neměl a jeho vědecké myšlení je tedy málo rozvinuté.
- Rozmnožte text testu, neupravujte ani rozložení, ani pořadí otázek. Pro úsporu papíru je možné test rozmnožit na formát A5 oboustranně.
- Vyčleňte si jednu vyučovací hodinu, kterou testování věnujete.
- Na začátku hodiny informujte žáky o tom, že budou psát test, sdělte jim svůj cíl, proč tento test zadáváte. Upozorněte je, že test nebude známkován, ale požádejte je, aby se přesto pokusili test vyřešit co nejlépe.
- Rozdejte žákům test, nechte je pracovat. Úlohy se snažte příliš nevysvětlovat, pokud možno nedávejte žákům další doplňující informace. Vše, co k řešení potřebují, je obsaženo v textu úlohy.
- Pokud je někdo hotov dříve, může samozřejmě test odevzdat, nesmí pak ale rušit ostatní.
- Po dokončení práce všemi žáky doporučuji, abyste jim poděkovali za ochotu.

4. Pokyny pro zpracování dat a vyhodnocení výsledků

- Vytvořte si tabulku, do které zanesete všechny odpovědi všech žáků.
- Přidělte body každému žákovi:
 - pro úlohy 1 – 22 jsou přiděleny body pouze tehdy, jsou-li správně vyřešeny **obě související úlohy**. Není tedy možné získat bod za první otázku, jestliže je druhá, související otázka zodpovězena nesprávně.
 - úlohy 23, 24 jsou nezávislé a hodnoceny samostatně.
 - maximální počet možných bodů je 24.
- Body jednotlivých žáků sečtete, seřadte žáky podle výsledku od nejlepšího po nejhorší výsledek, vypočítejte průměrný počet získaných bodů a jejich procentní vyjádření.
- Podle výsledků testu můžete zjistit, jaké úrovně vědeckého uvažování daný žák dosáhl. První vývojová úroveň je úroveň konkrétně operační, nacházejí se v ní žáci, kteří v Lawsonově testu získají 0-8 bodů. Druhá úroveň je přechodná, patří do ní žáci, kteří v testu získají 9-16 bodů. Nejvyšší úroveň uvažování je formálně operační úroveň. Tuto úroveň mají žáci, kteří získají 17-24 bodů. Vypočítejte, jaká část žáků je na jednotlivých vývojových úrovních (v procentech). Podrobnější informace o jednotlivých etapách kognitivního vývoje osobnosti lze najít například v [6] a [7].
- Test vám umožňuje i podrobnější rozbor výsledků z hlediska celé skupiny. Určete, kolik žáků řešilo správně jednotlivé úlohy (nezapomínejte prosím, že

bod za úlohu žák dostane pouze tehdy, jestliže řešil správně obě související úlohy, kromě posledních dvou úloh).

- Úlohy v testu jsou rozděleny do sedmi odlišných oblastí popisujících různé typy uvažování: 1. zachování hmotnosti (otázky 1+2), 2. zachování vytlačeného objemu (otázky 3+4), 3. poměrové myšlení (otázky 5+6, 7+8), 4. identifikace a kontrola změny (otázky 9+10, 11+12, 13+14), 5. pravděpodobnostní myšlení (otázky 15+16, 17+18), 6. korelační myšlení (otázky 19+20) a 7. kombinační myšlení, obsahující prvky ze všech předchozích oblastí (otázky 21+22, 23, 24). Můžete tedy vypočítat, jaká část žáků úspěšně vyřešila úlohy v těchto sedmi oblastech.

5. Jak pracovat s výsledky?

- Sdělte žákům výsledky testu. Zvažte přitom prosím, zda výsledky zveřejňovat otevřeně, zcela anonymně, částečně otevřeně – jen několik nejlepších žáků jmenovitě, ostatní již anonymně, případně pouze individuálně. Závisí to na tom, jaká je atmosféra ve skupině žáků. Je nutné zabránit tomu, aby se ti žáci, kteří dosáhli nejhorších výsledků (někdy ale i ti, kteří dosáhli nejlepších výsledků!!!), stali cílem zesměšňování, slovní šikany, apod.
- Pracujte s výsledky testu pro vlastní potřebu podle cíle, který jste si dali.
- Můžete porovnat své studenty i s dalšími skupinami studentů, kteří test řešili. Tato data Vám sdělím, pokud budete ochotni sdílet s ostatními vyučujícími výsledky svých žáků. Máte-li zájem o tyto výsledky, prosím vás, abyste vyplnili následující dvě tabulky a poslali mi je. Přidám vaše výsledky do kompletního přehledu a pošlu vám celkovou tabulku zpět. Jako příklad vyplnění zde uvádím výsledky svých žáků.

Tabulka shrnující celkové výsledky:

Typ školy	Třída	Termín testování	Počet žáků	Prům. počet bodů	1. úroveň (0-8 bodů)	2. úroveň (9-16 bodů)	3. úroveň (17-24 bodů)
Adresa školy	Věk žáků			%	%	%	%
ZŠ	9. C (matematická)	Červen 2010	23	14,8 bodu	2 žáci	14 žáků	7 žáků
Alžírská 680, Praha 6	15 let			61,8 %	8,7 %	60,9 %	30,4 %

Tabulka shrnující výsledky podle jednotlivých oblastí myšlení:

1. oblast	2. oblast	3. oblast	4. oblast	5. oblast	6. oblast	7. oblast
% úsp. odpovědí	% úsp. odpovědí	% úsp. odpovědí	% úsp. odpovědí	% úsp. odpovědí	% úsp. odpovědí	% úsp. odpovědí
95,7 %	73,9 %	50,0 %	59,4 %	78,3 %	65,2 %	33,7 %

Z výsledků svých žáků (po porovnání s dalšími skupinami žáků a studentů, které mám k dispozici a které samozřejmě poskytnu i ostatním zájemcům) jsem usoudila, že moji žáci, kteří navštěvovali třídu s rozšířenou výukou matematiky a přírodovědných předmětů a byli ve výuce fyziky vedeni metodikou projektu Heuréka, měli dostatek příležitostí k rozvoji svého vědeckého myšlení. Svědčí o tom nejen to, že téměř třetina žáků dosáhla již nejvyšší úrovně, ale hlavně to, že pouze dva žáci se nacházeli na nejnižší úrovni myšlení.

Pokud bych s žáky pracovala dál (testování se však uskutečnilo na konci docházky na ZŠ), věnovala bych asi větší pozornost rozvoji poměrového myšlení, kde je výsledek výrazně horší. Naopak se v testu projevilo, že se již žáci v matematice setkali s úlohami pravděpodobnostního typu, jejich výsledek byl v této oblasti velmi dobrý.

Učitel se také může věnovat tomu, zda školní výsledky žáků (speciálně v přírodovědných předmětech) nějak korelují s výsledky žáků v Lawsonově testu. Může se stát, že žáci s výborným výsledkem v testu mají průměrné či podprůměrné známky v některém předmětu, kde by tento typ myšlení měl být rozvíjen a podporován (nebo naopak – žáci s výbornými známkami mají výrazně horší výsledek v testu). Tato situace může vést k zamyšlení, čím je to způsobeno, zda výuka daného předmětu skutečně rozvíjí kvalitní myšlení nebo se jedná spíše o předávání formálních vědomostí, atd.

6. Závěr

S Lawsonovým testem jsem se setkala poprvé na studijním pobytu ve Slovinsku. Tehdejší doktorand na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity v Ljubljani Mihael Gojkošek pomocí tohoto testu zjišťoval úroveň vědeckého myšlení slovinských studentů. Požádal nás o možnost porovnat tyto výsledky s výsledky českých studentů. Z tohoto důvodu byl test přeložen do češtiny a zadán několika skupinám našich maturantů. Já jsem pak použila tento test ve své třídě a pro srovnání ve stejné věkové skupině požádala kolegy o zadání testu v prvních ročnících středních škol.

Domnívám se, že Lawsonův test je natolik zajímavou a kvalitní metodou ověření, zda výuka (nejen fyziky) vede k rozvoji vědeckého myšlení žáků a studentů, že má smysl, aby byl tento test rozšířen v České republice a byla postupně vytvářena databáze navzájem srovnatelných výsledků. Proto jsem o Lawsonově testu informovala účastníky konference *Moderní trendy ve výuce fyziky 5* a nabízím ho i dalším zájemcům k vyzkoušení. Věřím, že bude učitele motivovat k takové výuce, která tento typ myšlení bude rozvíjet.

Literatura

1. LAWSON, A. E. The development and validation of a classroom test of formal reasoning. JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING, 1978. 15(1), 11-24.
2. LAWSON, A. E., KARPLUS, R. & Adi, H. The development of propositional logic and formal operational schemata during adolescence. JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING, 1978. 15(6), 465-478.
3. LAWSON, A. E. & BEALER, J. M. Cultural diversity and differences in formal reasoning ability. JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING, 1984. 21(7), 735-743.

4. LAWSON, A. E. A review of research on formal reasoning and science teaching. JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING, 1985. 22(7), 569-618.
5. RENNER, J. W., LAWSON, A. E. Promoting Intellectual Development through Science Teaching. PHYSICS TEACHER. 12. May 1973, s. 273-276
6. KOHOUTEK, R. Kognitivní vývoj dětí a mládeže [online]. [cit. 17. 4. 2011] Dostupné z: <<http://rudolfkohoutek.blog.cz/1003/kognitivni-vyvoj-deti-a-mladeze>>
7. KOHOUTEK, R. Kognitivní vývoj dětí a školní vzdělávání. Pedagogická orientace 2008, roč. 18, č. 3, s. 3 - 22. ISSN 1211-4669. [online]. [cit. 17. 4. 2011] Dostupné z: <http://www.ped.muni.cz/pedor/archiv/2008/Pedor08_3_Kohoutek_KognitivniVyvojSkolniVzdelavani.pdf>

Kontaktní adresa

RNDr. Irena Dvořáková
KDF MFF UK
V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8
Telefon: +420 221 912 412
E-mail: irena.dvorakova@mff.cuni.cz

MNOŽINA LORENTZOVÝCH TRANSFORMACÍ JAKO JEDNOPARAMETRICKÁ LIEOVA GRUPA

Václav HAVEL

Abstrakt

Skutečnost, že Lorentzovy transformace tvoří grupu vzhledem k jejich skládání, je obecně známo. Ve svém příspěvku však chci ukázat, že lze najít spojitý parametr, který umožňuje Lorentzovy transformace charakterizovat jako prvky jednoparametrické Lieovy grupy se všemi důsledky.

SET OF LORENTZ TRANSFORMATIONS AS A SINGLE-PARAMETER-LIE GROUP

Abstract

It is well known that Lorentz transformations form a group with respect to their additions. In this contribution I wish to show that a continuous parameter can be found enabling to characterize Lorentz transformations as elements of a single-parameter Lie groups with all consequences.

Úvod

Je již dlouho známo, že Lorentzovy transformace (dále LT) relativistické fyziky tvoří grupu vzhledem k jejich postupnému skládání. Máme na mysli skládání transformací mezi inerciálními soustavami, pohybujícími se stejným směrem různými rychlostmi. Ruský fyzik Mandelštam dokonce prohlásil, že kdyby tomu tak nebylo, speciální teorie relativity by nebyla správným obrazem skutečnosti. Abychom grupové vlastnosti LT prokázali, musíme ověřit čtyři základní vlastnosti grupy. Krátce je shrneme.

1. Existuje pravidlo, které každým dvěma prvkům grupy přiřazuje prvek téže grupy. To můžeme zapsat jako $a \circ b = c$. (Zde bylo užito tzv. součinnové symboliky, která není jediná, ale dobře vystihuje dále diskutovanou problematiku.)

2. Relace přiřazení prvků je asociativní. Pro každé tři prvky platí $a \circ (b \circ c) = (a \circ b) \circ c$.

3. V grupě existuje jednotkový (lépe řečeno neutrální) prvek e . Ten musí splňovat vztah $e \circ a = a$ pro každý prvek a .

4. Ke každému prvku grupy a existuje prvek inverzní a^{-1} , pro nějž je $a^{-1} \circ a = e$.

Důkaz pro množinu LT se nejnázne provede, když je vyjádříme v maticové podobě. Uvažujme o čtyřrozměrném časoprostoru, kde poloha každého světobodu je určena čtyřmi kontravariantními souřadnicemi $x^0 = ct, x^1 = x, x^2 = y, x^3 = z$. LT při vzájemném pohybu inerciálních soustav podél osy x můžeme v tomto případě zapsat ve tvaru

$$x^0 = \frac{x^{0'} + \beta x^{1'}}{\sqrt{1 - \beta^2}}, \quad x^1 = \frac{x^{1'} + \beta x^{0'}}{\sqrt{1 - \beta^2}}, \quad x^2 = x^{2'}, \quad x^3 = x^{3'} \quad (1)$$

To můžeme přepsat v maticové podobě jako

$$\begin{pmatrix} x^0 \\ x^1 \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} & \frac{\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} & 0 & 0 \\ \frac{\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} & \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x^{0'} \\ x^{1'} \\ x^{2'} \\ x^{3'} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Prvním úkolem je ukázat, že při složení dvou LT vznikne výsledná transformace stejného typu. Uvažujme o sledu transformací mezi inerciálními soustavami, odehrávajícími se ve směru osy x $S'' \rightarrow S' \rightarrow S$ $\beta_1 \beta_2$. Výsledek složení by se měl dát vyjádřit

jako transformace $S'' \rightarrow S$ β_v , kde hodnotu β_v je třeba určit. Po jednoduchém výpočtu

obdržíme, že výchozí předpoklad je splněn a $\beta_v = \frac{\beta_1 + \beta_2}{1 + \beta_1 \beta_2}$. Dále je třeba v množině LT

najít jednotkový (neutrální) prvek. Je zjevné, že tímto prvkem je identická transformace, reprezentovaná jednotkovou maticí. Asociativní zákon není třeba dokazovat, neboť z algebry je známo, že násobení matic je asociativní. Existenci inverzního prvku dokážeme tak, že determinant transformační matice (vystupující ve vztahu (2)) je

nenulový. Skutečně $D = \frac{1}{1-\beta^2} - \frac{\beta^2}{1-\beta^2} = 1$. Transformační matice je proto regulární

a podle věty známé z algebry k ní existuje matice inverzní. Tato matice je inverzní transformací v požadovaném smyslu. Požadavek, aby LT tvořily grupu vzhledem ke vzájemnému skládání ve zvoleném směru relativního pohybu jsou tedy splněny. K této problematice se dá přistoupit ještě poněkud jinak. V dalším výkladu bude ukázáno, že LT vytvářejí spojitou jednoparametrickou Lieovu grupu. Z této skutečnosti pak vyplývají další vlastnosti, kterých lze užít k dokonalejšímu pochopení LT.

Lieova lokální jednoparametrická grupa

Prvním krokem bude definice Lieovy jednoparametrické grupy transformací. Lieovy grupy jsou definovány pro transformace v n -rozměrném prostoru. V našem případě se omezíme na čtyřrozměrný časoprostor. Souřadnice jeho bodů označíme (x^0, x^1, x^2, x^3) . Definujeme nejprve transformaci, která každému bodu A časoprostoru přiřadí jiný bod A' . Budou-li všechny souřadnice bodu A zahrnuty symbolem x a souřadnice bodu A' jako x' , budeme psát $x' = f(x, a)$, kde $f(x, a)$ je spojitá funkce a a je reálný parametr. Každé volbě parametru odpovídá jiná transformace časoprostoru. Popsanou transformaci symbolicky označíme znakem T_a . Požadujeme, aby existovala hodnota parametru a_0 , pro něž je transformace T_a identitou $T_{a_0} = I$. V dalších úvahách se omezíme na nějaké okolí bodu a_0 . Podle požadavků, kladených na grupu, musí dvěma transformacím s parametry a, b odpovídat transformace téhož druhu s jistým parametrem c . To se dá zapsat jako $T_a T_b = T_c$. Parametr c musí splňovat vztah $c = \varphi(a, b)$ se spojitou funkcí φ . Výsledná transformace, vzniklá složením, je potom určena funkcí $f(x, \varphi(a, b))$. Dále musí existovat ke každé transformaci T_a transformace

inverzní $T_{a^{-1}}$ tak, že $T_a \cdot T_{a^{-1}} = T_{a_0}$. Skládání transformací musí být asociativní $T_a \cdot (T_b \cdot T_c) = (T_a \cdot T_b) \cdot T_c$.

Lorentzovy transformace jako Lieova jednoparametrická grupa

Dalším úkolem bude dokázat, že LT vytvářejí Lieovu grupu a nalézt její parametr. K tomu účelu je vyjádříme v poněkud pozměněné podobě:

$$\begin{aligned} x^0 &= \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} x^{0'} + \frac{\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} x^{1'} \\ x^1 &= \frac{\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} x^{0'} + \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} x^{1'} \\ x^2 &= x^{2'} \\ x^3 &= x^{3'} \end{aligned} \tag{3}$$

Snadno se můžeme přesvědčit, že lze položit

$$\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} = \cosh a, \quad \frac{\beta}{\sqrt{1-\beta^2}} = \sinh a \tag{4}$$

Potom (4) představuje otočení v rovině $x^{0'}, x^{1'}$ (viz např. [2]).

Pokusíme se zvolit a jako parametr a ukážeme, že složením takových dvou otočení vznikne otočení stejného druhu. Uvažujme tedy o složení dvou takových otočení, odpovídajícím transformacím $S'' \rightarrow S' \rightarrow S$

$$\begin{aligned} x^{0''} &= (\cosh b) x^{0''} + (\sinh b) x^{1''} & x^0 &= (\cosh a) x^{0'} + (\sinh a) x^{1'} \\ x^{1''} &= (\sinh b) x^{0''} + (\cosh b) x^{1''} & x^1 &= (\sinh a) x^{0'} + (\cosh a) x^{1'} \\ x^{2''} &= x^{2''} & x^2 &= x^{2'} \\ x^{3''} &= x^{3''} & x^3 &= x^{3'} \end{aligned} \tag{5}$$

Po dosazení z levých vztahů do pravých dostaneme :

$$x^0 = \cosh a \cdot (x^{0''} \cosh b + x^{1''} \sinh b) + \sinh a \cdot (x^{0''} \sinh b + x^{1''} \cosh b)$$

Po úpravě to bude

$$\begin{aligned} x^0 &= (\cosh a \cdot \cosh b + \sinh a \cdot \sinh b) x^{0''} + (\cosh a \cdot \sinh b + \sinh a \cdot \cosh a) x^{1''} \\ x^1 &= (\cosh a \cdot \sinh b + \sinh a \cdot \cosh a) x^{0''} + (\cosh a \cdot \cosh b + \sinh a \cdot \sinh b) x^{1''} \end{aligned} \tag{6}$$

To porovnáme s očekávanou výslednou transformací. Souřadnice x^2, x^3 nedoznají žádné změny.

$$\begin{aligned}x^0 &= x^{0''} \cosh c + x^{1''} \sinh c \\x^1 &= x^{0''} \sinh c + x^{1''} \cosh c\end{aligned}\tag{7}$$

Dostáváme

$$\begin{aligned}\cosh c &= \cosh a \cdot \cosh b + \sinh a \cdot \sinh b \\ \sinh c &= \cosh a \cdot \sinh b + \sinh a \cdot \cosh b\end{aligned}\tag{8}$$

To ovšem podle [4] znamená, že $c = a + b$. Z toho ovšem vyplývá pro neutrální prvek (identickou transformaci) $a_0 = 0$ a tudíž inverznímu prvku odpovídá parametr $(-a)$. (Dá se ovšem dokázat, že pro dostatečně malé okolí neutrálního prvku funkce $\varphi(a, b)$, která odpovídá složení dvou transformací, přejde v součet $a + b$). Asociativní zákon pro skládání transformací je také splněn, neboť $(a + b) + c = a + (b + c)$.

Ukážeme, jak budou transformační vztahy vypadat, přejdeme-li ke Galileově transformaci.

Potom ve vztazích

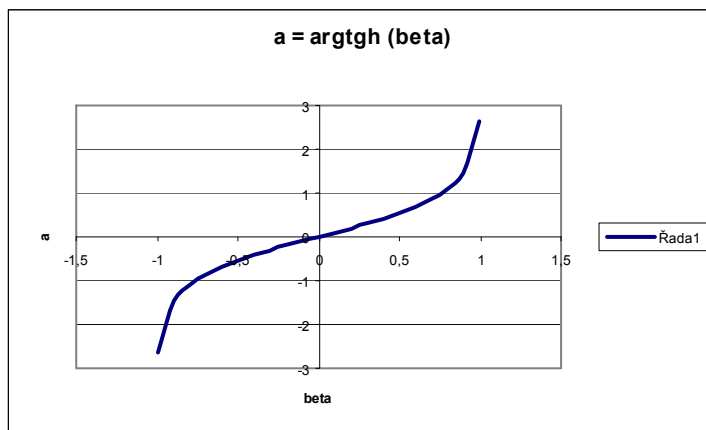
$$\begin{aligned}x^0 &= (\cosh a) x^{0'} + (\sinh a) x^{1'} \\x^1 &= (\sinh a) x^{0'} + (\cosh a) x^{1'} \\x^2 &= x^{2'} \\x^3 &= x^{3'}\end{aligned}\tag{9}$$

dosadíme (pro malé rychlosti $\cosh a \rightarrow 1$, $\sinh a \rightarrow \beta$), takže po zanedbání β dostáváme

$$\begin{aligned}t &= t' \\x &= x' + v t' \\y &= y' \\z &= z'\end{aligned}\tag{10}$$

To jsou Galileovy transformace.

Dále se ještě vrátíme k významu parametru a . Byl zaveden tak, aby vyhověl vztahům (4). Vydělíme-li druhý vztah prvním, dostaneme $\tanh a = \beta$. Odtud je patrné, že $a = \operatorname{arctgh} \beta$. Na obrázku 1 je vidět průběh parametru a v závislosti na β v intervalu $(-1, 1)$.



Obr.1: Průběh parametru a v závislosti na β v intervalu $(-1, 1)$

Další vlastnosti Lieovy jednoparametrické grupy

V Lieově grupě zavedeme tzv. tečné vektorové pole vztahem $\xi^i = \left[\frac{\partial f^i}{\partial a} \right]_{a=0}$.

V našem případě $i = (0,1,2,3)$. LT $S \rightarrow S'$ zapíšeme ve tvaru

$$\begin{aligned} x^{0'} &= f^0(x^0, x^1, x^2, x^3) = x^0 \cosh a + x^1 \sinh a \\ x^{1'} &= f^1(x^0, x^1, x^2, x^3) = x^0 \sinh a + x^1 \cosh a \\ x^{2'} &= f^2(x^0, x^1, x^2, x^3) = x^2 \\ x^{3'} &= f^3(x^0, x^1, x^2, x^3) = x^3 \end{aligned} \quad (11)$$

Vypočteme-li složky tečného vektoru ξ^i , $i=0,1,2,3$, dostaneme tečný vektor

$$\vec{\xi} = (x^1, x^0, 0, 0). \quad (10)$$

Důležitým pojmem teorie Lieových grup je invariant. Funkce $F(f(x, a))$ je invariantem, když platí $F(f(x, a)) = F(x)$. Dá se dokázat věta, že funkce $F(x)$ je invariantem tehdy a jen tehdy, když $\xi^i \frac{\partial F(x)}{\partial x^i} = 0$ (v tomto výrazu se provádí sčítání ve

smyslu Einsteinovy úmluvy o němých indexech). Toto kritérium invariantnosti se dá vyjádřit pomocí diferenciálního operátoru $\hat{X} = \xi^i \frac{\partial}{\partial x^i}$. Zde se opět podle indexu

i provádí sčítání. Kritérium invariantnosti vyjádříme pomocí diferenciálního operátoru jako $\hat{X} F(x) = 0$. (11)

Je to vlastně lineární homogenní diferenciální rovnice s parciálními derivacemi. V N -rozměrném prostoru má každá jednoparametrická grupa $N-1$ invariantů. Pokud jsou nezávislé, tvoří bázi množiny invariantů a každý další invariant může být vyjádřen jako funkce této báze. V učebnicích věnovaných diferenciálním rovnicím (např. [4]) je dokázáno, že do role bázových invariantů je možno dosadit prvé integrály, nalezené řešením charakteristické soustavy. Nalezneme invariant Lieovy grupy LT.

$$\frac{dx^1}{\xi^1} = \frac{dx^2}{\xi^2} = \dots = \frac{dx^N}{\xi^N}. \quad (12)$$

Protože v naší aplikaci jde v podstatě o otáčení v rovině x^0, x^1 , tedy o dvoudimenzionální prostor ($N=2$), bude invariant pouze jeden a bude řešením diferenciální rovnice $\frac{dx^0}{x^1} = \frac{dx^1}{x^0}$. (13)

Její řešení je hledaný invariant $(x^0)^2 - (x^1)^2 = C$. Zde C je konstanta. Když do tohoto vztahu dosadíme původní označení z LT, dostaneme dobře známý čtverec intervalu $c^2 t^2 - x^2$, který je skutečně důležitým relativistickým invariantem.

Závěr

V době vzniku a rychlého rozvoje speciální teorie relativity nebylo známo, že Lorentzovy transformace vytvářejí ukázané struktury. Zavedení teorie grup a zvláště

jednoparametrických Lieových grup umožnilo ukázat souvislost mezi zákonitostmi vzájemného skládání LT a důležitými invarianty speciální teorie relativity.

V současné době mohou být tyto ukázané souvislosti předmětem samostatných studentských prací, které umožní hlouběji vniknout do abstraktních vztahů studované problematiky.

Literatura

1. IBRAGIMOV, N. CH. *Azbuka gupovogo analiza*, Mat., kibernetika, 8/1989, Znanie Moskva 1989
2. DORODNICIN, V. A., ELENIN, G.G. *Simmetria v rešenijach uravnenij matematičeskoj fiziki*. Mat. fiz 4/1984, Znanie, Moskva 1984
3. LANDAU, L. D., LIFŠIC, E. V. *Úvod do teoretické fyziky I*, Alfa, Bratislava 1980
4. BARTSCH, H.-J. *Matematické vzorce*, SNTL, Praha 1987
5. CRACKNELL, A. P. *Agewandte Gruppentheorie*, Akademie Verlag, Berlin 1971
6. OVSJANNIKOV, L. V.: *Gruppoj analiz diferencialnych utavnenij*, Nauka, Moskva 1978
7. LIE, S., ENGEL, B. G. *Abhandlungen über der Transformationsgruppen I. Ab.*, Teubner, Leipzig 1924

Kontaktní adresa

*Doc. PaedDr. Václav Havel, CSc,
Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy, Fakulta pedagogická,
Západočeská univerzita v Plzni
Adresa pracoviště: Klatovská 51, Plzeň 306 14
Telefon: +420 377 636 305
E-mail: havelv@kmt.zcu.cz*

ROZVOJ PŘÍRODOVĚDNÉ GRAMOTNOSTI ŽÁKŮ POMOCÍ INTERAKTIVNÍ TABULE

Eva HEJNOVÁ, Růžena KOLÁŘOVÁ

Abstrakt

V příspěvku je prezentováno další z řady CD (Vlastnosti látek a těles) určených pro učitele základních škol, které vydává nakladatelství Prometheus jako pomocný výukový materiál pro práci s interaktivní tabulí. V příspěvku jsou prezentovány různé typy úloh z CD a je ukázáno, jak mohou tyto úlohy přispívat k rozvoji přírodovědné gramotnosti žáků.

DEVELOPMENT OF PUPILS' SCIENCE LITERACY WITH THE USE OF AN INTERACTIVE WHITEBOARD

Abstract

In the contribution there is presented some interactive multimedia material (CD Properties of Materials and Bodies) for the teaching of physics with an interactive whiteboard. This CD was published by the publishing company Prometheus in April 2011. The article deals with the use of some various types of problems that can help to develop of pupils' science literacy.

1. Úvod

Stále větší počet škol v současné době využívá ve výuce interaktivní tabule, interaktivní učebnice apod. Žáci většinou oceňují využívání těchto moderních pomůcek, neboť jim nabízejí méně stereotypní formu výuky. Také mnozí učitelé tyto prostředky rádi využívají, mnozí k nim však stále přistupují s nedůvěrou a někteří je odmítají úplně.

V našem příspěvku nejprve krátce představíme další z řady CD (Vlastnosti látek a těles), které vydává nakladatelství Prometheus jako pomůcku pro práci s interaktivní tabulí. V další části se zaměříme na aktuálně diskutovaný problém, jímž jsou nepříliš příznivé výsledky v posledním šetření výzkumu PISA, které proběhlo v roce 2009. V poslední části příspěvku se zaměříme na příklady úloh, vybraných z nového CD, které podle našeho mínění mohou přispět k rozvoji přírodovědné gramotnosti žáků.

2. Základní informace o novém CD (Vlastnosti látek a těles)

V roce 2009 připravilo nakladatelství Prometheus pro podporu interaktivní výuky fyziky CD s multimediálními prezentacemi pro výuku fyziky na ZŠ s možností využití na interaktivní tabuli [1], které zahrnuje učivo tématického celku Měření fyzikálních veličin. O tomto CD jsme referovali na konferenci Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4 v roce 2009 [2]. Další CD z této řady, které vyšlo začátkem roku 2011, je zaměřeno na téma Vlastnosti látek a těles [4]. Obě CD doplňují učebnici autorů R. Kolářová a kol.: Fyzika pro 6. ročník ZŠ, dobře však poslouží i učitelům, kteří učí podle jiných učebnic. Autorský kolektiv je tvořen didaktiky i učiteli ze základních škol (E. Hejnová, Přírodovědecká fakulta UJEP, Ústí nad Labem, R. Kolářová,

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha, V. Bdinková, Základní škola, Novolišenská 10, Brno, V. Kamenická, Základní škola, Uhelný trh 4, Praha 1).

CD Vlastnosti látek a těles zahrnuje pět předváděcích sešitů: Tělesa a látky, Síly, Stavba látek, Elektrování a Magnety. Stejně jako v předchozím CD jsme do jednotlivých prezentací zařazovali zejména různé typy úloh, přičemž důraz jsme kladli zejména na využití fyzikálních poznatků v běžném životě a na mezipředmětové vazby. Ke zvýšení motivace žáků přispěje i maximální snaha zařazovat zajímavé problémové úlohy, náměty na samostatnou práci, různé soutěže, využívání odkazů na webové stránky atd. Učitel také může prezentace podle svých představ upravovat, doplňovat a aktualizovat. Podrobnější popis k uspořádání jednotlivých sešitů byl uveden již v příspěvku v Srní v roce 2009 [2] a lze ho také nalézt v publikaci [3]. Ukázky úloh z CD jsou ke stažení na stránkách nakladatelství Prometheus [5].

Většina úloh je doplněna metodickými poznámkami, které učitelé usnadňují přípravu na výuku a často zahrnují i další náměty na aktivitu, jež lze se žáky provádět v souvislosti s uvedenou úlohou nebo problémem. Na mnoha stránkách v předváděcích sešitech jsou uvedeny odkazy na internet, kde lze najít další zajímavosti, informace k danému tématu, obrázky, applety apod. Některé stránky obsahují také námět na provedení pokusu. Pro snazší provedení experimentu je stránka doplněna názornými fotografiemi, případně videonahrávkou. Závěrečné stránky každého sešitu zahrnují nejruznější zajímavosti, nápady, doplňovačky a náměty na další činnosti, které lze v souvislosti s probíraným tématem provádět.

Na konec každého předváděcího sešitu jsou zařazeny pojmové mapy. Při vytváření pojmových map se musí žáci zamýšlet nad hierarchií pojmů a jejich vzájemnými vztahy. K dispozici jsou jednak hotové mapy a jednak neúplné mapy, které žáci doplňují z nabídnutých pojmů. Protože se s touto technikou setkávají žáci v 6. ročníku poprvé, jsou mapy doplněny i ilustračními obrázky, které jim mohou některé pojmy připomenout.

3. Rozvoj přírodovědné gramotnosti žáků pomocí vybraných úloh z CD

Úlohy, které jsou součástí CD, mohou také dobře posloužit k rozvoji přírodovědné gramotnosti žáků. Připomeňme, že pojetí přírodovědné gramotnosti se utvářelo nejprve v rámci výzkumu TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study), konečnou podobu koncepci přírodovědné gramotnosti dal však zejména mezinárodní výzkum PISA (Programme for International Student Assessment) [6]. Tvůrci tohoto výzkumu vycházejí z toho, že ačkoliv je důležité si v průběhu studia osvojit konkrétní znalosti, užití těchto znalostí v dospělém životě závisí hlavně na tom, jak si jednotlivec osvojil širší pojmy a dovednosti. Pro výzkum PISA byla na základě výše uvedených skutečností vytvořena následující definice přírodovědné gramotnosti [6]: „*Přírodovědná gramotnost je schopnost využívat přírodovědné vědomosti, klást otázky a na základě důkazů vyvozovat závěry vedoucí k porozumění a usnadňující rozhodování týkající se přirozeného světa a změn, které v něm nastaly v důsledku lidské činnosti.*“

Definice přírodovědné gramotnosti dále zahrnuje tři hlediska: postupy, obsah a situace. Přírodovědnými postupy označují tvůrci výzkumu PISA široké spektrum dovedností, které mají žáci při řešení úlohy vykonávat. Výzkum PISA se zaměřuje na následujících pět postupů:

- rozpoznání otázek, které je možno zodpovědět pomocí vědeckého zkoumání;
- určení důkazů nezbytných pro vyvození určitého závěru;
- vyvozování závěrů z předložených poznatků nebo jejich posouzení;

formulace závěrů a jejich srozumitelné vyjádření;
porozumění přírodovědným pojmům a poznatkům.

Současné pojetí přírodovědného vzdělání, které by měli ve škole získat všichni žáci, zdůrazňuje zejména rozvoj obecného porozumění důležitým pojmům; porozumění metodám, pomocí kterých věda získává důkazy na podporu svých tvrzení; pochopení silných stránek vědy i jejích omezení ve skutečném světě; schopnost z předkládaných skutečností a informací vyvodit správné a podložené závěry, na základě předložených důkazů kriticky posoudit výroky lidí a odlišit názory od tvrzení podložených důkazy.

Výzkum PISA 2006 ukázal [6], že „*silnou stránkou českých žáků jsou především faktografické znalosti. Problémy jim ale dělalo např. vytváření hypotéz, využívání různých výzkumných metod, experimentování, získávání a interpretace dat, posuzování výsledků výzkumu, formulování a dokazování závěrů*“. Naši žáci byli podle [7] úspěšnější při aplikaci vědomostí než při rozpoznávání otázek, které lze vědecky zkoumat a při používání vědeckých důkazů. Výuka přírodovědných předmětů na našich základních školách zpravidla klade tradičně větší důraz „*na shromažďování a reprodukci teoretických znalostí než na podstatu vědeckého zkoumání a uvažování*“.

Poslední šetření, realizované v roce 2009, ukázalo [8], že za časové období od roku 2006 do roku 2009 se výsledky českých žáků v přírodovědné části testu významně zhoršily (větší pokles ve výsledku svých žáků zaznamenalo pouze Rakousko). Navíc z doprovodných dotazníků vyplynulo, že pro české žáky není škola místem, kam by chodili rádi. Více než polovina všech patnáctiletých žáků se ve škole často nudí a třetina do školy nechce chodit vůbec.

V tomto příspěvku bychom chtěli upozornit na některé typy úloh zařazených do CD Vlastnosti látek a těles, které podle našeho názoru mohou přispět k rozvoji přírodovědné gramotnosti a také v neposlední řadě ke zvýšení motivace žáků řešit přírodovědné zaměřené úlohy. Jednotlivé typy úloh je možné rozdělit do následujících čtyř skupin:

Rozhovor mezi dětmi – žáci spolu diskutují o určitém problému, který je navozen v zadání úlohy a může být doprovázen i kresbou situace či fotografií (tzv. concept cartoons [9]). Žákům může být předloženo několik možných závěrů či tvrzení, z nichž může být jen jedno správné, nebo mohou být správná všechna. Žáci se tímto způsobem učí dobře argumentovat, vytvářet hypotézy, vyvozovat správné závěry apod. (příklad úlohy viz na obr. 1).

Pozorování fotografií – žáci mají na základě svého pozorování vyvodit správné závěry, nebo říci, které skutečnosti zachycené na fotografii podporují určitou domněnku.

Pokusy zadané pomocí obrázku – žákům je předloženo vyobrazení jednoduchého pokusu a určitá myšlenka nebo hypotéza, která má být ověřena. Žáci pak mají např. naplánovat, které věci se musí porovnávat, jaké proměnné by se měly změnit, jaké kroky musí udělat, aby získali potřebné údaje atd.

Informace z letáku, novin atd. – žákům je předložen stimulační materiál ve formě textu a otázka, kterou mají zodpovědět. V těchto úlohách je pak zpravidla vyžadováno vysvětlení nějakého jevu nebo zhodnocení dané situace, při které žáci prokazují porozumění určitému fyzikálnímu poznatku.

Když se Radka češe, její vlasy někdy poletují tak, jak je vidět na obrázku. Společně se svými kamarády přemýšlí, čím by to mohlo být způsobeno.

- a) Kdo z nich má pravdu?
b) Kdo jev nejlépe vysvětlil?



Jana

Vlasy a hřeben na sebe působí gravitační silou. Proto se vlasy a hřeben navzájem přitahují.



Katka

Vlasy se při česání zelektrovaly. Vlasy a hřeben mají opačné náboje, proto se vlasy a hřeben navzájem přitahují.



Jirka

Vlasy i hřeben se skládají z molekul. Jestliže se hřeben dotýká vlasů, molekuly hřebene a vlasů se přitahují, protože jsou velmi blízko sebe. Proto se vlasy na hřeben lepí.

Obr. 1

4. Závěr

I když v interaktivní tabuli nelze spatřovat všemocný nástroj, řešící veškeré vzdělávací a další problémy současné školy, jde jistě o prostředek, který v rukou zkušeného a informovaného učitele může být úspěšnou pomůckou, jež pomůže zvýšit efektivnost vzdělávacího procesu a motivovat žáky ke studiu přírodovědně zaměřených předmětů. Stále je však třeba mít na paměti, že interaktivní tabule je jen nástroj, mnohem důležitější je vlastní přístup učitele k výukovému obsahu, který je z tohoto hlediska zcela klíčový.

Literatura

1. HEJNOVÁ, E. a kol. Měření fyzikálních veličin. 1. vyd. Praha: Prometheus, 2009. ISBN 978-80-7196-380-6.
2. HEJNOVÁ, E., KOLÁŘOVÁ, R. Jak učit fyziku na základní škole s interaktivní tabulí. In Moderní trendy v přípravě učitelů 4. Sborník. Plzeň, Západočeská univerzita v Plzni, 2009, s. 107 - 110. ISBN 978-80-7043-785-8.
3. HEJNOVÁ, E., R. KOLÁŘOVÁ, R. Interaktivní tabule ve výuce fyziky na základní škole. Matematika-fyzika-informatika, únor 2010, roč. 19, č. 6, s. 341-347.
4. HEJNOVÁ, E. a kol. Vlastnosti látek a těles. 1. vyd. Praha: Prometheus, 2011. ISBN 978-80-7196-413-1.
5. Demoverze CD (Vlastnosti látek a těles) [online]. [cit. 2011-04-01]. Dostupné z WWW: < <http://www.prometheus-nakl.cz/> >.

6. PISA: Měření vědomostí a dovedností – Nová koncepce hodnocení žáků. 1. vyd. Praha: ÚIV, 1999. 76 s. ISBN 80-211-0333-7.
7. MANDÍKOVÁ, D. Jak to vidí mezinárodní výzkumy aneb čeští žáci v mezinárodním srovnání In Lze učit fyziku zajímavěji a lépe?. Praha: MATFYZPRESS, 2008. s. 51-86. ISBN 978-80-7378-057-9.
8. PALEČKOVÁ, J., TOMÁŠEK, V., BASL, J. Umíme ještě číst? [online]. Praha: ÚIV, 2010 [cit. 2011-04-01]. Dostupné z WWW: <<http://www.uiv.cz/clanek/607/1871>>
9. NAYLOR, S., KEOGH, B. Concept Cartoons In Science Education (the ConCISE Project). 1. vyd. Cheshire: Millgate House Publishers, 2000. 206 s. ISBN 0-9527506-2-7.

Kontaktní adresa

RNDr. Eva Hejnová, Ph.D.

Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta Univerzity J. E. Purkyně

České mládeže 8, 400 96 Ústí nad Labem

Telefon: +420 475 283 316

E-mail: eva.hejnova@ujep.cz

Doc. RNDr. Růžena Kolářová, CSc.

Katedra didaktiky fyziky, Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy

V Holešovičkách 2, 18 00 Praha 8

Telefon: +420 221 912 405

E-mail: ruzena.kolarova@mff.cuni.cz

MOTIVÁCIA K FYZIKÁLNEMU POZNÁVANIU VYUŽITÍM VIDEOANALÝZY

Peter HOCKICKO

Abstrakt

Využitím videoanalýzy môžu študenti lepšie pochopiť, čo znamená grafická derivácia, integrácia, ako možno matematickým popisom určovať fyzikálne parametre dejov. Samotná analýza dejov, ktorých sú aktérmi, použitím programu Tracker sa pre nich stáva zaujímavou a prirodzená zvedavosť ich motivuje k tomu, aby určili, ktorý z nich pôsobil najväčšou silou, udelil lopte najväčšiu rýchlosť a pod. Študenti si takto ľahšie osvojujú vzťahy, nachádzajú medzi nimi súvislosti, využívajú matematiku a informatiku ako aparát fyziky, výuka fyziky sa stáva pre nich názornejšia a atraktívnejšia.

MOTIVATION TO COGNITION OF PHYSICS USING VIDEO ANALYSIS

Abstract

Using video analysis students can better understand what is graphical derivation, integration, how can they find values of physical quantities using mathematics. The analysis of motions itself that they carry out using the program Tracker becomes interesting for them and their natural curiosity motivates them to determine which of them has used the maximum force, has given the ball maximal velocity, etc. In this way the students learn more easily physical relations, find connections between them, apply mathematics and informatics as the main tool of physics, physics classwork becomes for them more illustrative and attractive.

Úvod

Po komplexnej reforme regionálneho školstva na Slovensku je prírodovedným a technickým predmetom venované v povinnej školskej výučbe menej vyučovacieho času, ako tomu bolo doteraz. Je preto potrebné zaoberať sa efektívnejšími metódami a metodikami prístupňovania učiva študentom. Častejším používaním experimentov vo výuke je možné doceliť zmenu postojov žiakov k fyzike a ďalším technickým predmetom či už na stredných alebo aj základných školách, aktivizáciu študentov a žiakov a zvýšenie ich záujmu o daný predmet [1, 2].

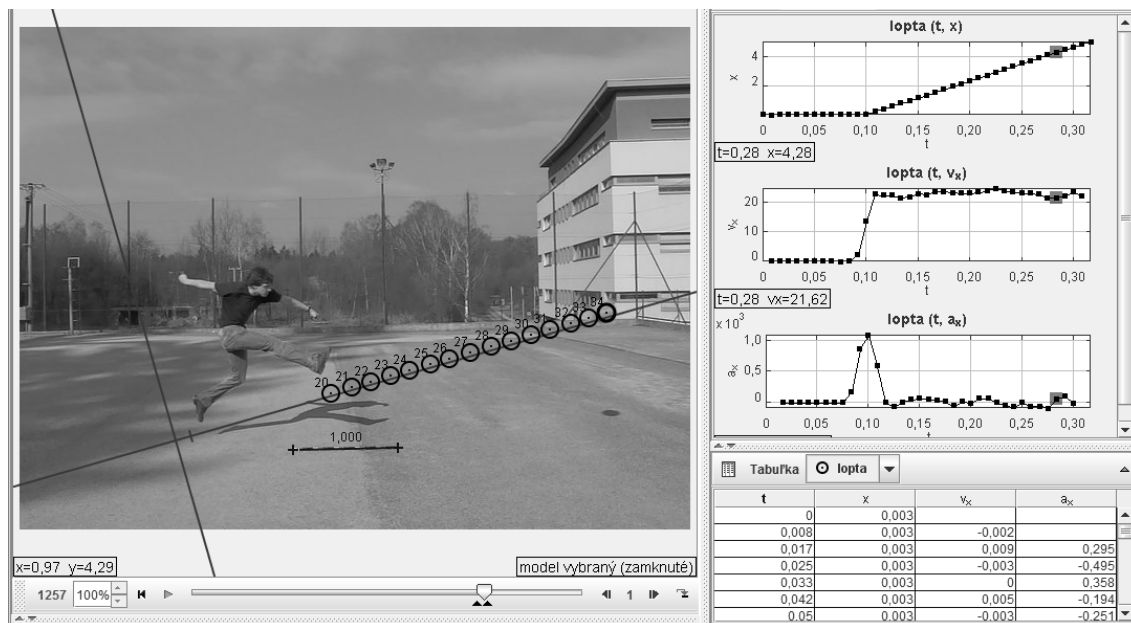
Kreatívne experimenty, ktoré sú zahrnuté do vyučovacieho procesu, zvyšujú úroveň pochopenia a pozornosť študentov a pomáhajú ukázať prepojenie medzi fyzikálnou teóriou a každodenným životom v prírode, technike a spoločnosti [1].

Jednou z možností, ako javy prebiehajúce okolo nás "preniesť" do vyučovacieho procesu a do detailov ich analyzovať je použitie videoklipu v programe Coach, prípadne Tracker [3]. Využitím informačných a komunikačných technológií (IKT), hlavne počítačov, možno analyzovať multimedialne videozáznamy – nositele reálnych životných situácií, z ktorých je možné analýzou získať kvantitatívne údaje o prebiehajúcom fyzikálnom dejí. Zo získaných údajov sa ďalšou matematickou

analýzou môžeme dopracovať k fyzikálnym veličinám, prípadne skúmaním viacerých podobných situácií sa dopracovať k všeobecne platným fyzikálnym záverom.

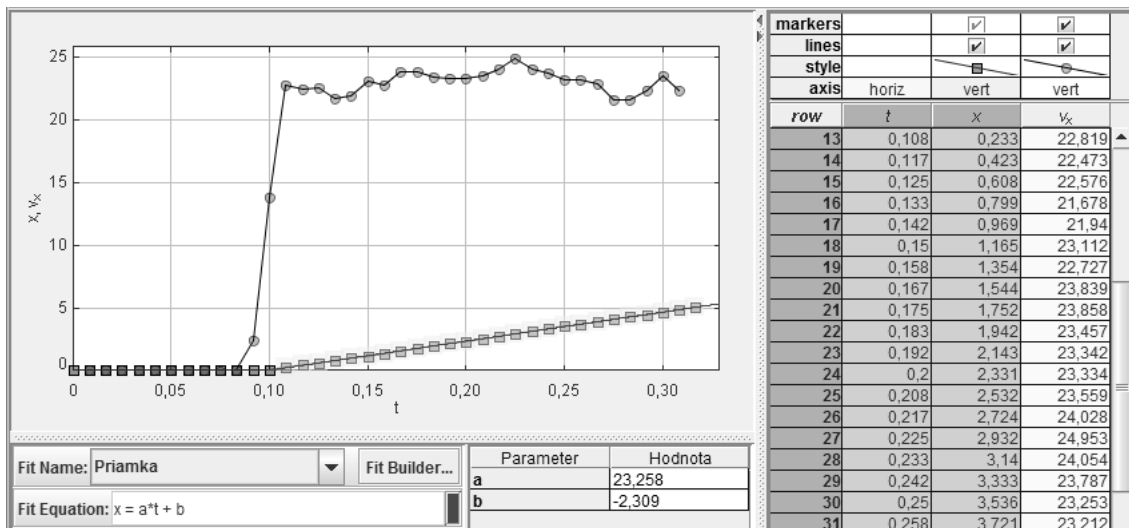
Videoanalýza využitím programu Tracker

Jedna z úloh, ktorú študenti riešili na fyzikálnom seminári, bolo kopnúť do futbalovej lopty tak, aby letela maximálnou rýchlosťou. Po následnom zosnímaní deja vysokorýchlostným fotoaparátom (120 snímok/sekunda (fps)) bolo ich úlohou v programe Tracker analyzovať videosúbor (zvyčajne vo formáte avi), a tak určiť fyzikálne parametre daného deja.



Obr. 1: Analýza pohybu lopty

Po počiatocnom oboznámení sa s prácou v programe si študenti zvolili súradnicovú sústavu, označili známu veľkosť (zvyčajne 1 meter - dĺžka meradla) a odklikávaním polohy predmetu (lopty) v jednotlivých známych časových intervaloch (napr. $\Delta t = 0,00833$ s pre 120 fps) program zaznamenával polohu pohybujúceho sa predmetu v čase. Hodnoty veličín (x , y , v_x , v_y , a_x , a_y , t) boli zaznamenávané do tabuľky a znázornené v grafických závislostiach $x = x(t)$, $v_x = v_x(t)$ a $a_x = a_x(t)$ (obr. 1).

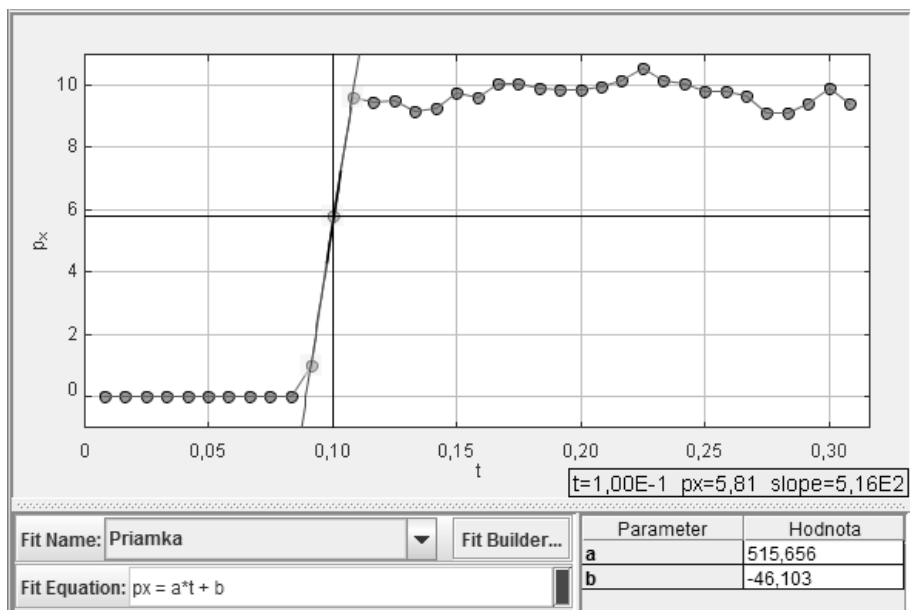


Obr. 2: Spracovanie zaznamenaných údajov

V programe je taktiež možné využiť funkciu autotrack, ktorá po označení predmetu automaticky zaznamenáva jeho zmenu polohy v čase. (22 časových závislostí je v programe preddefinovaných, je tiež možnosť definovať aj iné závislosti.)

Ako môžeme z obrázku 1 vidieť, študent si zvolil súradnicovú sústavu tak, aby sa pohyb uskutočňoval v jednom smere. Ďalšou matematickou analýzou študent určil, že rýchlosť pohybu lopty (vyjadrenú na grafe guľôčkami (obr. 2)) môžeme považovať od istého okamihu ($t = 0,108$ s) za približne konštantnú a teda pohyb lopty v analyzovanom čase za rovnomerný priamočiary, čo môžeme matematicky zapísať rovnicou, ktorú študent určil fitovaním závislosti polohy na čase pomocou priamky: $x = at + b = 23,258t - 2,309$. Parameter a v tomto prípade má charakter rýchlosti pohybu lopty, takže rýchlosť pohybu lopty bola stanovená na $v_p = 23,26$ m/s.

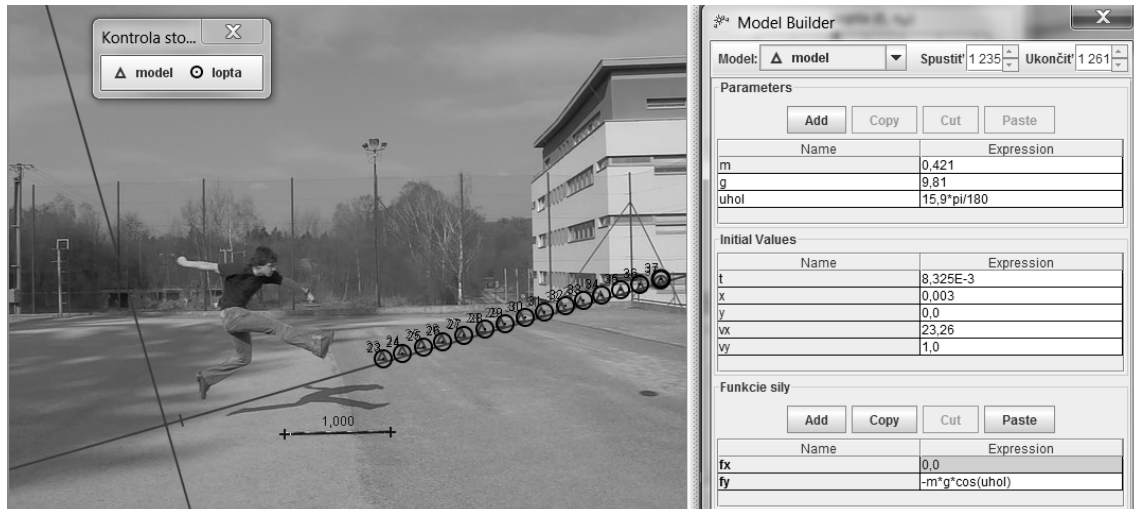
Ďalšou úlohou študentov bolo určiť, akou silou pôsobili na loptu v okamihu kopnutia. Pri tejto úlohe mali študenti niekoľko možností ako určiť daný fyzikálny parameter. Jeden zo spôsobov ponúka obrázok 3: veľkosť pôsobiacej sily pri odkope lopty určil študent z II. Newtonovho pohybového zákona (NPZ) v tvare $F = \Delta p / \Delta t$, pričom Δt predstavoval časový okamih, za ktorý pôsobila na loptu sila. Potom študent z grafu časovej závislosti hybnosti - z analytického vyjadrenia priamky, ktorou fitoval časovú závislosť hybnosti v okamihu pôsobenia sily na loptu určil: $p_x = 515,656t - 46,103$. Veľkosť pôsobiacej sily bola teda určená ako $F = 515,66$ N. Iný zo spôsobov, ako možno určiť veľkosť pôsobiacej sily v danom okamihu, je využitie II. NPZ v tvare $F = dp/dt = d/dt (p)$, čo predstavuje deriváciu hybnosti podľa času. Využitím funkcie *slope* v programe určíme smernicu dotyčnice ku krivke, čo predstavuje veľkosť pôsobiacej sily v danom okamihu. Hodnota sily určenej daným spôsobom mala veľkosť $F = 516$ N (Obr. 3).



Obr. 3: Analýza časovej závislosti hybnosti a určenie pôsobiacej sily

Ďalšou z možností, ktorú študenti využívali pre určenie veľkosti pôsobiacej sily, bolo použitie II. NPZ v tvare $F = ma$, čiže určením veľkosti zrýchlenia v čase pôsobiacej sily z časovej závislosti zrýchlenia (maximálna hodnota bola $a = 1090 \text{ m/s}^2$) a vynásobením danej hodnoty odmeranou hmotnosťou lopty. Niektorí zo študentov pre určenie zrýchlenia využili metódu fitovania časovej závislosti rýchlosti a veľkosť zrýchlenia určili ako $a = \Delta v / \Delta t$ (prípadne využili funkciu *slope* ($a = dv/dt$)). Vzhľadom k tomu, že číselné hodnoty sily neboli vždy pri analýze toho istého deja totožné (jedna z analýzy $p(t)$, iná hodnota z $a(t)$), naskytá sa tu možnosť diskusie so študentmi, aké boli chyby merania pri určovaní parametrov a na akom princípe daný program pracuje.

Program Tracker umožňuje taktiež modelovať daný dej využitím analytického modelu (určenie rovníc pre $x(t)$ a $y(t)$) alebo dynamického (rovnice F_x , F_y). To je pre študentov príležitosť overiť si, do akej miery je ich predstava o prebiehajúcom deji odpovedajúca skutočnosti. Týmto spôsobom možno korigovať mylné predstavy študentov o tom, že lopta sa v smere x-ovej osi pohybuje preto, lebo na ňu pôsobí konštantná sila (ako možno vidieť z dynamického modelu deja po kopnutí do lopty, študent uvažoval o nulovej sile v smere osi x (ak samozrejme zanedbávame vplyv odporu prostredia a zložku tiažovej sily smere osi x v takto zvolenej sústave, ktorá má presne len nejakú hodnotu (po prepočte daná hodnota vychádza $F_x = 0,020 \text{ N}$)). Využitím ďalších videozáznamov možno so zručnejšími študentmi ďalej rozvíjať predstavy o pohyboch s nezanedbateľným vplyvom odporom vzduchu alebo prostredia a následne ich aj zakomponovať do modelu deja.



Obr. 4: Dynamické modelovanie deja (Δ - model, O – reálny dej)

Obdobné príklady z bežného života je možné nájsť ku každému tematickému celku základného kurzu fyziky [4]. Ich analýzou napr. v programe Tracker si študenti môžu precvičiť základné vzťahy a zákony, nájsť vzájomné súvislosti medzi veličinami a následne aplikovať zovšeobecnenia. Ako bolo zistené zo samotných odpovedí študentov, takáto analýza fyzikálneho problému je pre nich názornejšia, zaujímavejšia a zábavnejšia, pomohla im spoznať a pochopiť isté súvislosti medzi fyzikálnymi veličinami, aktivizovala ich k skúmaniu ďalších dejov [5]. Na druhej strane sa však ukázalo, že mnohým študentom robí problémy matematika, ktorá je neodmysliteľnou súčasťou videoanalýzy fyzikálneho deja. Študentom chýbajú manuálne zručnosti pri práci s grafmi (niektorým robilo problémy označovanie osí, iným fyzikálna interpretácia parametrov rovníc, pre niektorých všeobecná rovnica priamky).

Študentom mnohokrát chýba vybudované abstraktné myslenie a predstavivosť, čo sa ukázalo hlavne pri riešení problémových úloh s dobre definovaným problémom (DDP), kedy bol jasný cieľ úlohy, ale nebola študentom daná cesta – spôsob, ako sa dopracovať k neznámych parametrom. Mnohí študenti spočiatku neboli schopní samostatne analyzovať daný priebeh deja a určovať hľadané fyzikálne parametre. Postupným nadobudnutím manuálnych zručností sa pre nich program Tracker stal užitočnou pomôckou pre analýzu akýchkoľvek fyzikálnych problémov.

Záver

Interaktívne metódy riešenia fyzikálnych úloh sú pre študentov zaujímavejšie, podnecujú ich tvorivosť, inšpirujú k analýze ďalších dejov. Každý študent pri analýze deja využitím programu Tracker môže pracovať vlastným tempom a využívať metódu postupnosti krokov. Samostatná aktivita študentov napomáha rozvoju ich kľúčových kompetencií, t.j. prírodovednej, matematickej a informačnej gramotnosti, riešaniu problémov, kritickému a tvorivému mysleniu prostredníctvom moderných informačno-komunikačných technológií (IKT). Analýza videosekvencií zobrazujúcich reálne deje napomáha študentom rozvíjať ich manuálne zručnosti a intelektuálne spôsobilosti, schopnosť pozorovať, analyzovať, hodnotiť a v neposlednom rade aj logicky uvažovať.

Literatúra

1. KRIŠŤÁK, Ľ. - NĚMEC, M. *Innovation of Physical Education at Technical Zvolen*, Journal of Technology and Information Education, 2/2010, Volume 2, Issue 2, 40 – 45, ISSN 1803-537X.
2. STEBILA, J. *Research and Prediction of the Application of Multimedia Teaching Aid in Teaching Technical Education on the 2nd Level of Primary Schools*, Informatics in Education, 2011, Vol. 10, No. 1, 105 – 122, ISSN 1648-5831
3. HOCKICKO, P.: *Nontraditional Approach to Studying Science and Technology*, Communications, 2010, Volume 12, No. 3, 66-71, ISSN 1335-4205
4. KÚDELČÍK, J. - HOCKICKO, P.: *Základy fyziky*. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, EDIS, 2011. 272 s. ISBN 978-80-554-0341-0.
5. HOCKICKO, P. Fyzikálna analýza reálnych dejov využitím videozáznamov, DIDFYZ 2010, (v tlači)

PodĎakovanie

Táto práca bola podporovaná Slovenskou grantovou agentúrou KEGA na základe zmluvy č. 075-008ŽU-4/2010.

Kontaktná adresa

PaedDr. Peter Hockicko, PhD.
Katedra fyziky NB412
Elektrotechnická fakulta, Žilinská univerzita
Univerzitná 8215/1
Telefón: +421 415 132 364
E-mail: hockicko@fyzika.uniza.sk

FYZIKA A CHÉMIA DNES A ZAJTRA

Oľga HOLÁ

Abstrakt

V rámci riešenia projektu APVV: „Fyzika a chémia v našom živote dnes a zajtra“ hľadáme nové formy vzdelávania mladej generácie v oblasti prírodných a technických vied. Aplikáciou myšlienky „veda hrou“ sa snažíme prekonať nechúť, ba niekedy až odpor k fyzike a naopak podnietiť záujem mládeže o svet prírody okolo nás. Príspevok pojednáva o rôznych spôsoboch realizácie tejto idey. Súčasne s popularizáciou známych prírodných javov, snažíme sa aj o transfér novších vedecko-technických poznatkov.

PHYSICS AND CHEMISTRY TODAY AND TOMORROW

Abstract

We search for new forms of education of young generation in the field of natural and technical sciences within the scope of the APVV project solving: „Physics and Chemistry in our Life Today and Tomorrow“. We try to overcome distaste, sometimes an unconquerable aversion to physics and on the contrary to arouse an interest of youth in the world of nature around us, by means of application of the idea “science by game”. This contribution deals with various ways of realization of this idea. Simultaneously with the popularization of well known natural phenomena we are trying also to transfer new science - technical knowledge.

1 Úvod

Na vysokých školách na Slovensku - najmä technického zamerania – nastala v nedávnej dobe podstatná redukcia časovej dotácie v základných kurzoch fyziky a matematiky. Navyše sa redukovali alebo úplne zrušili aj laboratórne cvičenia z fyziky, pričom experiment je vo fyzike základom. Okrem toho kurzy vysokoškolskej fyziky často supľujú stredoškolskú učebnú látku a to nielen z fyziky ale najmä z matematiky v dôsledku znižovania výmery hodín prírodovedných predmetov na stredných školách. Preto sa nazdávame, že musíme s propagáciou a vzdelávaním k vede začínať už na úrovni základných a stredných škôl a stále hľadať nové formy, ktoré by pomohli prekonať všeobecnú averziu k prírodovede a technike v spoločnosti.

Hlavným cieľom našich aktivít v rámci riešenia projektu APVV LPP „Fyzika a chémia v našom živote dnes a zajtra“ je priblížiť fyziku a chémiu v našom živote nenásilnou formou predovšetkým študentom stredných škôl a podnietiť ich záujem o prírodné a technické vedy. Snažíme sa o popularizáciu prírodovedy všeobecne, súčasne aj o prezentáciu vedecko-výskumných výsledkov našej fakulty, ktorá je podľa oficiálnych hodnotení MŠ SR, podľa hodnotenia nezávislou ratingovou agentúrou ARRA najlepšou technickou fakultou na Slovensku.

2 Prípravná fáza

Klesajúca úroveň vedomostí a zručností študentov stredných škôl si vyžaduje hľadanie nových netradičných prostriedkov komunikácie, ktoré by umožnili vhodným spôsobom spropagovať výsledky výskumu. Na dosiahnutie konečného efektu –

zvýšení motivácie a záujmu mladých ľudí o prírodné a technické vedy - sme si stanovili nasledovné formy nášho pôsobenia:

spolupodieľanie sa na pravidelných školeniach stredoškolských učiteľov s cieľom oboznámiť ich s novými smermi rozvoja vedy a výskumu na fakulte a aj prostredníctvom týchto učiteľov prispieť k prenosu informácií a k popularizácii vedy na stredné školy,

usporiadanie a spolupodieľanie sa na pravidelných akciách či už na pôde fakulty, alebo mimo nej, zamerané nielen na propagáciu štúdia na našej fakulte, ale opätovne na prebudenie iskry zvedavosti, záujmu mládeže,

realizovanie prednáškovo–experimentálnych turné na stredné školy, tematicky zamerané na popularizáciu prírodovedy a techniky všeobecne, ako aj na transfer nových poznatkov vedy.

Žijeme v dobe moderných technológií a je celkom prirodzené, že informačné technológie prenikajú do nášho života a intenzívne ovplyvňujú jeho kvalitu.

Väčšina poznatkov či už z vedy, techniky, medicíny, ako aj všetky nové informácie z oblasti politiky, ekonómie, športu a pod., sa k nám dostávajú predovšetkým pomocou audio a video záznamov prostredníctvom televízie. Video ako súčasť nášho života môže byť preto aj vhodným didaktickým prostriedkom pri výučbe rôznych predmetov, predovšetkým však prírodovedných a to na všetkých stupňoch vzdelávania. Využitie tohto média môže pôsobiť na žiakov a študentov motivujúco, môže podnietiť ich záujem a zvedavosť, najmä pokiaľ ide o sprostredkovanie takých javov a situácií, s ktorými sa stretávajú v každodennom živote.

Dôvodov pre prípravu a vypracovanie multimediálnych didaktických študijných, prezentačných ako aj propagačných materiálov je veľa. Pri zamýšľaní sa o nových multimediálnych didaktických prostriedkoch, ktoré by boli pre študentov dostatočne atraktívne a zaujímavé, pričom by ale vytvárali globálnejší pohľad na skúmaný fyzikálny jav, sme sa zamerali na tvorbu vlastných videoklipov, ako aj na tvorbu krátkych videofilmov. Viedla nás myšlienka dávať do súvislosti natočené reálne situácie zo života s experimentmi, prebiehajúcimi v laboratóriu a spojiť ich krátkym vysvetľujúcim komentárom. Pomocou vytvoreného videofilmu, prípadne s doplnujúcim výkladom prednášateľa, môžeme potom docieľiť to, že študent si vytvorí komplexnejšiu predstavu a lepšie pochopí a zapamätá si fyzikálnu podstatu sledovaného javu, pochopí princíp činnosti prístrojov a zariadení, a pod.

Nesporne zaujímavá forma transferu informácií je tzv. „veda hrou“, kde si študenti môžu buď demonštračnými experimentmi alebo interaktívnymi pokusmi priamo „vyskúšať“ hru na výskumníka. Okrem moderných multimediálnych prostriedkov treba preto v rovnakej miere využívať pri takýchto popularizačných akciách aj prácu s jednoduchými demonštračnými pomôckami, dať žiakom a študentom možnosť vyskúšať si samostatne niektoré pokusy, zapojiť ich do zaujímavých experimentov. Vzbudenie záujmu je možné docieľiť napríklad aj ukážkami „fyzikálnych hračiek“, pri ktorých si žiaci doteraz nevedomovali podstatu ich fungovania.

V prípravnej fáze sme sa preto zamerali jednak na tvorbu vlastnej videofilmotéky, jednak na prípravu demo pomôcok a tvorbu zaujímavých demonštračných úloh a jednoduchých fyzikálnych a chemických interaktívnych pokusov. Doteraz sme vytvorili nasledovnú videofilmotéku z oblasti fyziky, chémie a ionizujúceho žiarenia – tab.1.

Okrem týchto kompletne spracovaných videofilmov (s odborným komentárom) máme natočené aj ďalšie videoklipy (bez komentára), napríklad z určitých laboratórií s unikátnymi zariadeniami, alebo z konkrétnych experimentálnych meraní.

Všetky tieto materiály využívame v už spomínaných popularizačných akciách.

Tabuľka 1. Videofilmotéka

Fyzika a chémia	Ionizujúce žiarenie
1. Vrh	1. Rádioaktivita
2. Zotrvačné sily	2. Ožarovňa
3. Pohybová rovnica	3. Rtg lúče a rtg difraktometer
4. Elektrostatické pole	4. Využitie rtg lúčov v lekárskej diagnostike
5. Magnetizmus	5. Moderné zobrazovacie techniky v rádiológii a v nukleárnej medicíne
6. Naše Slnko	6. Nukleárna medicína – otvorené žiariče v diagnostike a terapii
7. Hry s tekutinami	7. Ionizujúce žiarenie a radiačná ochrana v medicíne
8. Odraz a interferencia	8. Dni radiačnej ochrany
9. Optická mriežka	
10. Chemické reakcie známe, neznáme?	

3. Realizované akcie

3.1 Školenia stredoškolských učiteľov

Každoročne sa v čase prázdnin organizujú na našej fakulte doškolovacie akreditované kurzy pre stredoškolských učiteľov chémie, na organizácii ktorých sa pravidelne spolupodieľame. V uplynulom šk. r. sa uskutočnil už „XXIV. seminár pre stredoškolských učiteľov prírodovedných predmetov“ a „Aktualizačné štúdium pre učiteľov odborných chemických, potravinárskych a prírodovedných predmetov stredných škôl a učilíšť“. Do tohto školenia, prípravy materiálov a laboratórnych cvičení sa zapojili aj členovia nášho riešiteľského kolektívu projektu LPP. Naša spoluúčasť sa týkala prednášok a učebného textu na témy UV/Vis spektrofotometria, Moderné zobrazovacie techniky v rádiológii a v nukleárnej medicíne, a DVD filmovej prílohy. Tieto materiály sa ďalším transferom dostávajú opäť medzi stredoškolskú mládež.

3.2 Dni otvorených dverí a Noc výskumníka

Dňa 26.5.2010 sme zorganizovali Deň otvorených dverí na fakulte. Na akcii sa zúčastnilo 150 študentov zo 7 stredných škôl prevažne z Bratislavy. V rámci tohto podujatia boli pripravené zaujímavé prednášky, ktoré bežali v paralelných miestnostiach a študenti si mohli vybrať podľa svojho záujmu. V jednej posluchárni sa premietali populárno-vedecké filmy našej produkcie. Súčasťou programu bol chemický a fyzikálny jarmok, kde bolo prezentovaných 21 stánkov s interaktívnymi demonštráciami. Súčasne sa mohli študenti zúčastniť súťaže, pri každom stánku sa mohli dozvedieť návody k riešeniu zadaných testových úloh. Vyvrcholením bolo vyhodnotenie súťaže s odovzdaním cien. Odozva študentov aj ich učiteľov bola veľmi dobrá.

Náš realizačný tím sa aktívne zúčastnil akcie „Noc výskumníka“. Experimenty, ktoré sme pripravili, budili veľkú pozornosť všetkých vekových skupín. Aplikovali sme priamo myšlienku **veda hrou** tým, že sme pripravili veľa jednoduchých pokusov a demonštrácií ako z fyziky, tak z chémie. Mali sme pred stánkami stále plno malých záujemcov, ktorých zvedavosť a túžba po poznaní nás motivovala k ďalším podobným akciám. Z obidvoch spomínaných akcií sme nakrútili a spracovali dokumentárno-propagačné filmy, ktoré možno nájsť na web stránke fakulty: www.fchpt.stuba.sk.

3.3 Prednáškovo-experimentálne turné na SŠ

Hlavnou plánovanou aktivitou projektu je prednáškovo-experimentálne turné na stredné školy. Sprievodným listom sme oslovili niektoré stredné školy na Slovensku. V tomto liste ponúkame záujemcom o prírodné vedy a techniku prednáškovo – experimentálne programy z oblasti fyziky a chémie. Doteraz sme pripravili 11 tém, a v stave priprav je ďalších 6 tém. Zoznam a náplň týchto blokov uvádzame v tabuľke 2.

Tabuľka 2: Obsah a formy prezentovaných tém

Č.	Názov témy	Prednášky	Filmy, video-klipy, animácie	Pokusy, demonštrácie, experimenty
1.	Pohyby v prírode a príčina pohybov	1. Čo je to pohyb a kedy vzniká, aké pohyby poznáme? 2. Zotrvačné sily	1. Pohybová rovnica 2. Vrh 3. Zotrvačné sily	1. pokusy na naklonenej rovine, 2. vrhy 3. „Čašnicke“ pokusy
2.	Kvapalina v pokoji a v pohybe	1. Aplikácie Pascalovho a Archimedovho zákona. 2. Bernoulliho rovnica v bežnom živote.	1. Hry s tekutinami 2. Bernoulliho rovnica	Meranie hustoty, objemu, hydrostatický paradox, hydrodynamický paradox, výtok kvapaliny, Mariotova fľaša, atď.
3.	Slnko a optické klamy	Svetelné vlnenie	Naše Slnko	Experimenty na lom, totálny odraz. Optické klamy - demonštrácie
4.	Svetlo – energia budúcnosti?	1. O pôvode svetla a jeho vlastnostiach 2. O výskume materiálov pre fotovoltaiiku	Videoklipy z internetu	Difrakcia a rozklad svetla, Fotočlánky
5.	Magnetické javy v prírode a využitie silných magnetov	1. Magnetizmus a magnetické materiály 2. Využitie silných magnetov – MRI, cyklotróny, synchrotróny.	1. Magnetizmus 2. Moderné zobrazovacie techniky v rádiológii a v nukleárnej medicíne. 3. Protónový synchrotrón v Ružomberku	Jednoduché pokusy s magnetmi. Magnetické hračky. Levitácia. Tangentová buzola. Magnetické pole v okolí prúdovodičov.
6.	Magnetizmus a chémia	1. O pôvode magnetizmu 2. Využitie NMR a EPR techník v chemickom výskume a medicíne	Videoklipy z internetu	Magnetické polia v okolí vodičov s pretekajúcim elektrickým prúdom.
7.	Rádioaktivita – strašiak ľudstva alebo náš súputník	Rádioaktivita okolo nás	1. Rádioaktivita 2. Ožarovňa	Dozimetria. Uzavreté žiariče. G-M detektor. Meranie pozadia.
8.	Röntgenové žiarenie a jeho využitie	1. Vznik röntgenového žiarenia 2. Využitie rtg žiarenia vo vede a medicíne	1. Rtg lúče a rtg difraktometer 2. Využitie rtg lúčov v lekárskej diagnostike	Röntgenka
9.	Moderná fyzika a chémia v medicíne	1. Poznate princípy činnosti CT, MRI, ultrazvuku, PET? 2. Nukleárna medicína. Čo sú to rádiofarmaká?	1. Moderné zobrazovacie techniky v rádiológii a v nukleárnej medicíne. 2. Nukleárna medicína – otvorené žiariče v diagnostike a terapii	

10.	Chemické reakcie známe – neznáme	Čo sú to chemické reakcie?	Chemické reakcie známe, neznáme?	Príklady na reakcie s farebnými zmenami, oscilačné reakcie. Termometrická titrácia (Coach lab)
11.	Spôsoby izolácie aromatických látok	Separáčne techniky prírodných látok		Demonštrácia základných separačných techník Ukážky prírodných aróm a vonných látok.

Doposiaľ sme zrealizovali celkovo 20 prednášok na gymnáziách z rôznych kútov Slovenska od Bratislavy až po Košice. Na týchto prednáškovo-experimentálnych výjazdoch boli prezentované témy 2, 4, 5, 7, 9, 10, 11 (podľa požiadaviek str. škôl).

4. Odozva, spätná väzba, závery

Odozva študentov aj ich učiteľov bola veľmi dobrá. Formou dotazníkov sme tiež zisťovali, o aké témy by bol v budúcnosti záujem. Stredoškolskí učitelia informovali o našich akciách svojich kolegov na rôznych plénach, čím popularizovali do budúcnosti zábery nášho projektu.

Z našich skúseností z akcií vyplynuli nasledovné poznatky: Powerpointovú prednášku priamo dopĺňať demo ukážkami, fyzikálnymi hračkami, jednoduchými experimentami. Kombinovať prednášku s filmom. Kvôli udržaniu pozornosti študentov (akcia trvá približne 2-3 hodiny) – treba robiť prestávky. Ku koncu prezentácií treba nechať študentov „pohrať sa s experimentom“. Každá naša prezentácia bola ukončená vyhodnotením súťaže, súťažné otázky dostali študenti na začiatku prezentácií. Tým sme dosiahli jednak udržanie pozornosti počas celej akcie, jednak sme získali spätnú väzbu, do akej miery študenti danú problematiku zvládli. Vyhodnotenie súťaže a aspoň symbolické odmeny víťazom – určite každého potešilo a prispelo k celkovej výbornej atmosfére na týchto podujatiach.

Podakovanie

Tento projekt je podporovaný Agentúrou APVV na základe zmluvy č.LPP-0230-09.

Kontaktná adresa

Doc. RNDr. Olga Holá, PhD.

Ústav fyzikálnej chémie a chemickej fyziky Fakulty chemickej a potravinárskej technológie STU

Radlinského 9, 812 37 Bratislava

Telefon: +421 02 59325 680

E-mail: olga.hola@stuba.sk

METODY CLIL VE VÝUCE FYZIKY

Rita CHALUPNÍKOVÁ

Abstrakt

Článek stručně vysvětluje, co znamená výuková metoda CLIL. Informuje o možnostech zařazení této metody ve fyzice na ZŠ (jazykové sprchy, porozumění jednoduchému textu v cizím jazyce, jednoduché úlohy na počítání, hádanky, divadelní scénky). V článku jsou shrnuty autorčiny kladné i záporné zkušenosti s touto vyučovací metodou.

CLIL METHODOLOGY IN TEACHING PHYSICS

Abstract

The main aim of the article is to explain the principles of CLIL methodology. It informs about the possibility to include CLIL methodology in subject Physics (sometime known as Science) on grammar school – language showers, understanding of simple text in foreign language, simple counting tasks, puzzles, role playing games). The article summarize all positive and negative author experiences with this teaching methodology.

Pojem CLIL (Content and Language Integrated Learning) byl vytvořen jako zastřešující termín pro různé formy vyučování odborných předmětů v cizím jazyce [1]. Neязыkový předmět se neučí v cizím jazyce (bilingvní program), ale pomocí cizího jazyka. CLIL výuka má dvojí cíl - rozvoj řečových dovedností a osvojení odborného učiva. CLIL nabízí používat cizí jazyk jako přirozený prostředek komunikace v odborném předmětu, dává příležitost použít dovednosti a znalosti z cizího jazyka, přičemž nevyklučuje z výuky jazyk mateřský. Cizí jazyk přestává být předmětem výuky, ale stává se nástrojem k získávání poznatků. Žáci si tak osvojují cizí jazyk bezděčně. Pro metodu CLIL je důležité zvyšování náročnosti pouze v jedné oblasti (tj. při probírání nové látky musí učitel používat jazykové struktury, které jsou pro žáka bezpečně známé).

CLIL metoda je vhodná k použití ve všech vyučovacích předmětech. Dle Šmídové [2] je snadnější CLIL zavádět v předmětech, které nespolehají na verbální komunikaci, tj. v předmětech, které více využívají názorných pomůcek a neverbální projev (např. matematika, biologie, tělesná výchova apod.). V těchto předmětech učitel spojuje mluvené slovo s obrázkem, modelem nebo pokusem a jazyk je pouze doprovodný prostředek.

Jazyk potřebný pro komunikaci ve třídě rozděluje Keith Kelly [3] na tři jazykové úrovně: První úroveň nazývá periferní jazyk. Jde o komunikační jazyk třídy. Obsahuje příkazy (posad'te se, otevřete si sešity), zadání úloh (vypočítejte, převed'te, najděte, uspořádejte), ale i další fráze („Můžete mi to, prosím, zopakovat?“). Druhou úroveň rozumí odborný jazyk. Jedná se o odbornou slovní zásobu vlastní každému předmětu, které žák musí zvládnout, aby byl schopný porozumět obsahu odborného předmětu (ve fyzice např. názvy fyzikálních veličin). Poslední úroveň míní akademický jazyk, který potřebuje učitel i žáci, aby mohli o daném tématu hovořit (jazyk, pomocí kterého žák i učitel popisuje, hodnotí, prezentuje).

Realizovat metodu CLIL v praxi lze různými způsoby. Do nejazykových hodin mohou být zprvu zařazovány jednoduché instrukce (použití periferního jazyka). Později mohou následovat krátké aktivity (tzv. jazykové sprchy). Jedná se o 5-10 minutové vstupy v cizím jazyce, které mohou být zařazeny v úvodu (motivační úlohy) hodiny, během výuky (aktivizující metody) nebo v závěru hodiny (opakování, shrnutí). Ve vyšších ročnících mohou být prostřednictvím cizího jazyka realizovány i celé vyučovací hodiny. Další formou zařazení metody CLIL do výuky jsou projektové dny.

S metodou CLIL jsem se seznámila v loňském školním roce. Lektorka nám předvedla ukázkou jazykové sprchy, kterou jsem posléze vyzkoušela v 7. ročníku ve fyzice. Na výuku jsem donesla do třídy kus dřeva. Úkolem bylo popsat co nejpřesněji to, co mám v ruce. V klasické hodině v češtině by mi žáci odpověděli, že je to kus dřeva, popř., že se jedná o těleso. Vzhledem k tomu, že žáci byli předem upozorněni, že tato část bude probíhat v angličtině, snažili se tento předmět popsat daleko přesněji. Zaznívaly vlastnosti (barva, velikost, tvar). Začali vymýšlet, k čemu by se dal daný předmět použít. Díky jazykové bariéře spíše popisovali, uváděli vlastnosti výrobků, porovnávali. Cizí jazyk podnítl rozmanitější a vyšší úrovně myšlení. Tato úloha byla určitě přínosná z hlediska myšlení a z hlediska angličtiny, ale pozitivní výstup z čistě fyzikálního hlediska jsem neviděla.

Přesto jsem v metodě CLIL pokračovala. Vybrala jsem si šestou třídu, kde jsem začala nejprve zařazovat periferní jazyk (quiet please, open your exercise-book...) Zpočátku se žáci usmívali a měli tendenci mě opravovat, že nemají hodinu angličtiny. Později si na moje poznámky a příkazy v angličtině zvykli.

Při výuce fyzikálních veličin jsem žáky seznamovala s odbornou slovní zásobou v angličtině: fyzikální veličina, jednotka a názvy fyzikálních veličin. Při opakování jsem začala zadávat úlohy v angličtině. V tomto případě se již dalo hovořit o použití metody CLIL v hodině. Sledovala jsem cíl jazykový (např. popis myši) i odborný (výpočet délky myši, převod délkových jednotek).

Can you describe a mouse? (Small, grey, fur, 4 legs, animal, pet, trail, it lives in a field, in a kitchen...)

What does a mouse like eating? (Cheese, corn, bread...)

Who likes mice (a lot of mouse)? (Children, cats...)

Who doesn't like mice? (People, women, farmers...)

Length of head is 3 centimetres, length of body is 5 centimetres and length of trail is 5 centimetres. How long is one mouse?

How many mice in sequence are in school hall? The school hall is 9 metres long.

Dalším typem úloh, ve kterých jsem používala angličtinu, byl zápis tvrzení pomocí fyzikální symboliky. Žákům jsem nejprve zadala předtisknutá tvrzení, která museli pomocí symbolů přepsat. Později jsem tyto věty uváděla pouze slovně a žáci je opět zapisovali.

Mass of an elephant is 6 metric tonnes.

Length of a train is 26 metres.

Volume of canister of water is 3.5 cubic decimetres.

Area of mixed forest is 6 000 square meters.

V těchto úlohách žákům angličtina pomáhala (první písmena veličin), ale zase museli zvládnout jednotky v angličtině. V případě slovního zadávání museli zvládnout i zápis číslovek.

Třetí typ úloh, který často používám, jsou úlohy, kde se žák rozhoduje, zda daná tvrzení jsou pravdivá, nepravdivá či nelze rozhodnout (True, False, Doesn't say, Don't

know). Tyto věty lze zařadit např. pro úvodní motivaci, při opakování, jako autoevaluační test.:

6 000 tonnes is the same as 60 kilograms.

We can measure mass by the rule.

The unit of temperature is a minute.

Tyto série úloh se soustřeďují na znalost odborných termínů, ale i na fyzikální (matematické) znalosti. V případě problému je třeba zjišťovat, zda šlo o problém jazykový nebo obsahový. Tato tvrzení mohou vytvářet i sami žáci. Jako dobrovolný domácí úkol připravila skupina žáků pro své spolužáky podobnou sérii tvrzení na začátek hodiny.

Pokusila jsem se zařadit i úlohy typu ZEBRA v angličtině. Ovšem tyto úlohy byly pro žáky obtížné i v mateřském jazyce. Proto jsem od nich upustila.

Občas do hodin fyziky zařadím hádanky (puzzles). Bez předchozího upozornění začnu hovořit v angličtině: I think about one physicist. Who is he or she? Žáci formulují otázky: kde žije (pracujeme v přítomném čase, minulý prostý čas se učí až na konci 7. ročníku), co ho zajímá,... Na základě mých odpovědí hledají osobnost.

Další aktivizující metodou, kterou používám, jsou křížovky (crosswords). Křížovky sestavuji s českou legendou, kde odpovědi jsou v angličtině.

Metodu CLIL používám ve třídě, která miluje herectví. Několik žáků navštěvuje dramatický kroužek. Pokusila jsem se proto s nimi o dramatizaci Archimédova úkolu (opět v anglickém jazyce), zjistit pravost koruny. Tři žáci se naučili role krále, Archiméda a zlatníka v angličtině. Já jsem byla vypravěčem. Hodina začala mým úvodním seznámením s neznámými slovíčky (vězení, zlatník, zlato, stříbro, spokojený). Do hry byli formou vypravěčových otázek zapojeni i ostatní žáci (Co kreslím?, Jak se jmenoval král? Kdy se to stalo? Kam šel Archimedes?...). Hra měla ve třídě veliký ohlas. Dále už jsme pracovali v češtině, kdy si žáci ve skupině (po čtyřech žácích) měli celý příběh zopakovat. Další vyučovací hodinu měla třída angličtinu a vyučující pokračoval s prací na Archimédově příběhu. Žáci měli připravený pracovní list, kde řadili věty podle příběhu a vytvářeli otázky k daným odpovědím:

Use the sentences and put them into correct order to make the story

1. The king wants to have a new crown.
2. The king wants to know, if the crown is right
3. The goldsmith does the crown.
4. He asks Archimedes for help.
5. Archimedes thinks in a spa.
6. The goldsmith must go to prison.
7. Archimedes does an experiment and says: The crown isn't right.
8. The king is very angry.
9. The crown is beautiful, The king is very satisfied with crown.

Make question:

.....His name is Hiero II.
.....In Syrakusy.
.....No, the crown isn't only from gold.
.....Archimedes.

Metoda CLIL přináší mnoho výhod. Používání angličtiny je pro žáky zpestřením, v případě hádanek, křížovek, dramatických scének spolupracují velmi aktivně. V případě řešení úloh výpočtem je aktivita srovnatelná jako při výuce v češtině. U některých žáků jsem při přechodu k angličtině zaznamenala zvýšení zájmu o výuku,

žáci se jakoby „probudí“ a jsou více soustředěni. Metoda CLIL umožňuje studentům větší kontakt s cizím jazykem, zlepšuje jazykové znalosti a komunikační dovednosti. Zvyšuje motivaci studentů v jazykovém i odborném předmětu. Nevýhodou je náročná příprava těchto hodin, navíc klade vysoké nároky na učitele i žáka.

Na základě vlastních zkušeností mohu konstatovat, že většina přínosů metody CLIL se týká jazykového vzdělávání. Vysvětlovat novou látku ve fyzice prostřednictvím angličtiny není podle mého názoru na běžných školách možné. Nové poznatky jsou často spojeny s novou slovní zásobou v mateřštině a další pojmy v angličtině by vyučovací proces ztížily. Proto jazykové sprchy používám pouze přibližně jednou za čtrnáct dní, např. pro motivaci k novému učivu nebo v opakovacích úlohách.

I přes tento závěr se domnívám, že používání metody má pozitivní vliv na vzdělávání žáka. Žáci se dříve či později setkají s cizojazyčnou odbornou literaturou, a toto vzdělávání jim ulehčí literaturu studovat. Jako velmi přínosné se mi jeví i to, že žáci vidí použití jazyka, jazyk najednou získá obsah a jeho studium je pro žáky smysluplnější. Vzhledem ke své efektivitě i schopnosti motivovat studenty budu metodu CLIL používat i nadále.

Literatura

1. NOVOTNÁ, J. *Pojetí CLIL a bilingvní výuky*. publikováno 13. 7. 2010. Dostupné z WWW: <<http://clanky.rvp.cz/clanek/c/z/8879/POJETI-CLIL-A-BILINGVNI-VYUKY.html>>.
2. ŠMÍDOVÁ, T. *Integrovaná výuka cizího jazyka a obsahu – jak začít?* Publikováno 1. 6. 2010. Dostupné z WWW: <<http://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/9249/integrovana-vyuka-ciziho-jazyka-a-obsahu-jak-zacit-.html>>.
3. KELLY, K. *Integrating content and language - which language*. © 2009. Dostupné z WWW: <<http://www.macmillanenglish.com/webinar.aspx?id=47120>>.

Kontaktní adresa

Mgr. Rita Chalupníková
ZŠ Slatiňany
T. G. Masaryka 136
Telefon: +420 604 773 396
E-mail: milan.chalupnik@tiscali.cz

RYCHLÉ EXPERIMENTY S VERNIEREM – STAVOVÁ ROVNICE IDEÁLNÍHO PLYNU

Jakub JERMÁŘ

Abstrakt

Počítačem podporované experimenty umožňují zefektivnit a výrazně zrychlit experimentování při výuce. Tento fakt autor demonstruje na 3 experimentech se systémem Vernier, jejichž cílem je experimentální objevení či alespoň ověření stavové rovnice ideálního plynu.

QUICK EXPERIMENTS WITH VERNIER – IDEAL GAS LAW

Abstract

Computer-aided experiments can be quick and easy. Autor proves that on ideal gas law experimental „discovery“ using Vernier datalogging system.

Stavová rovnice ideálního plynu – rychle a efektivně

Stavovou rovnici ideálního plynu můžeme získat jako výsledek kombinace tří jednodušších závislostí – závislosti tlaku na objemu („pV závislost“, tzv. Boyleův–Mariottův zákon), závislosti tlaku na teplotě („pT závislost“, tzv. Charlesův zákon) a závislosti tlaku na látkovém množství. Při vhodném uspořádání experimentu lze všechny tyto závislosti naměřit zhruba během 20 až 30 minut, objevení stavové rovnice ideálního plynu proto lze bezpečně stihnout během jediné vyučovací hodiny.



Obr. 1: Použité pomůcky (zleva: rozhraní Go!Link, tlakové čidlo a teploměr Go!Temp)

Boyleův–Mariottův zákon

Pro proměření závislosti tlaku na objemu použijeme tlakové čidlo Vernier GPS-BTA [1], které připojíme k počítači pomocí rozhraní Vernier Go!Link [2]. Na počítači spustíme program Logger Lite (ten získáme zdarma s rozhraním Go!Link) a k tlakovému čidlu připojíme injekční stříkačku (injekční stříkačka se správným závitem je součástí balení tlakového senzoru) s pístem nastaveným na objem 10 ml.

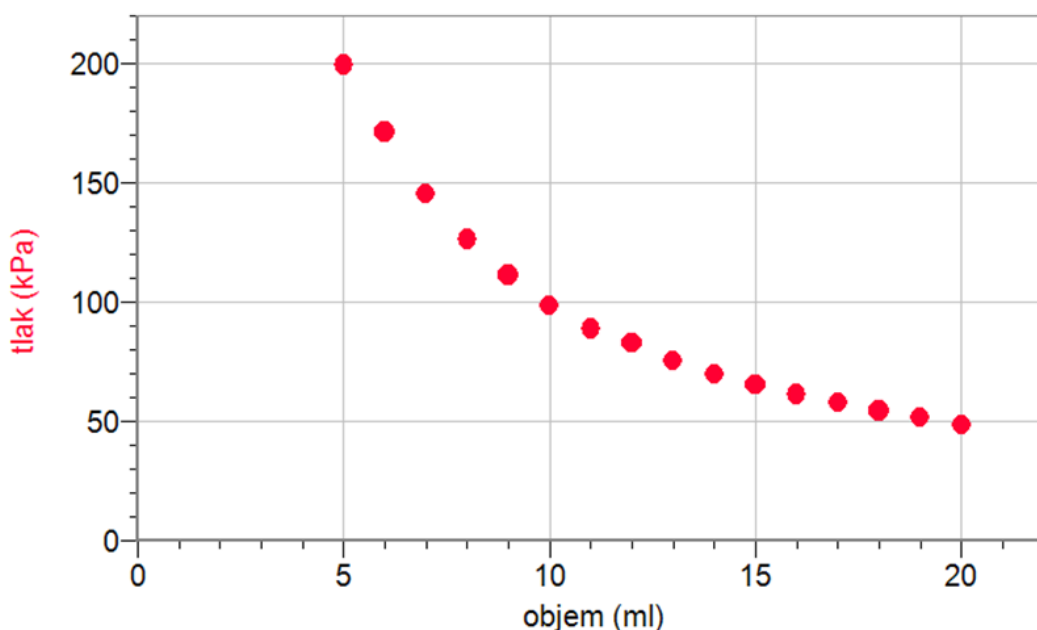
V programu Logger Lite nastavíme *Experiment* → *Sběr dat* → *Mód: události se vstupy*. Vkládané hodnoty nazveme „Objem“, značka „V“ a jednotka „ml“. Kliknutím

pravého tlačítka na graf vyvoláme nabídku s parametry grafu a změním ji tak, aby nebyly jednotlivé body spojovány (odznačíme „*Spojovat body*“, v anglické verzi jde o položku „*Connect Points*“).

Spustíme měření zeleným tlačítkem start či stiskem klávesy „mezerník“ a hodnotu rovnou zaznamenáme tlačítkem „*Zachovat*“. V objevivším se okně vyplníme aktuální objem (10 ml). Nyní posunutím pístu ve stříkačce změním objem a tlačítkem „*Zachovat*“ opět zaznamenáme aktuální tlak. Toto opakujeme, dokud neproměříme rozsah od 5 do 20 ml. Pak stiskneme červené tlačítko stop.

Na grafu nyní vidíme diskrétní body připomínající klesající funkci. V tento okamžik doporučuji se studenty diskutovat, jaká by to mohla být funkce. Pravděpodobně padnou návrhy „exponenciální pokles“, „ $1/x$ “ a „ $1/x^2$ “. Snadno se přesvědčíme, že nejlépe vyhovuje funkce „ $1/x$ “, tedy přesněji „ $p=\text{konstanta}/V$ “ neboli „ $p \cdot V=\text{konstanta}$ “. Většinou graf vychází tak pěkně, že při objemu 5 ml je tlak zhruba 200 kPa, při 10 ml je tlak 100 kPa a při 20 ml 50 kPa – součin je tedy vždy konstanta přibližně rovna 1000 (ml·kPa).

Tento experiment jsme s kolegy nafilmovali jako videonávod pro učitele a je volně ke shlédnutí na internetu [3].



Graf 1: naměřená závislost tlaku na objemu

Charlesův zákon

Pro proměření závislosti tlaku na teplotě opět použijeme tlakové čidlo Vernier GPS-BTA připojené k počítači pomocí rozhraní Go!Link, zároveň však k počítači připojíme USB teploměr Vernier Go!Temp [4]. Tentokrát k tlakovému čidlu připojíme pomocí hadičky a zátky nějakou malou skleněnou nádobku (např. zkumavku). Připravíme si také několik lázní s různě teplou vodou – ideální je co největší teplotní rozsah, doporučuji tedy pro ohřívání vody použít rychlovarnou konvici. Postup je podobný předcházejícímu měření, místo objemu však zadáváme teploměrem měřenou teplotu lázně. Máme-li k dispozici místo pokročilejší verzi programu Logger Pro, zvolíme při nastavování experimentu mód „*Vybrané události*“ – program pak bude

párovat teplotu a tlak automaticky, tj. nebude třeba zadávat měřenou teplotu manuálně. U grafu je potřeba opět zrušit spojování naměřených bodů a nyní také správně nastavit osy – kliknutím na osy grafu nastavíme na svislé ose teplotu a na vodorovné ose tlak. Druhý, automaticky přednastavený graf nebudeme potřebovat a tak jej smažeme (klikneme na něj a stiskneme klávesu *Del*).

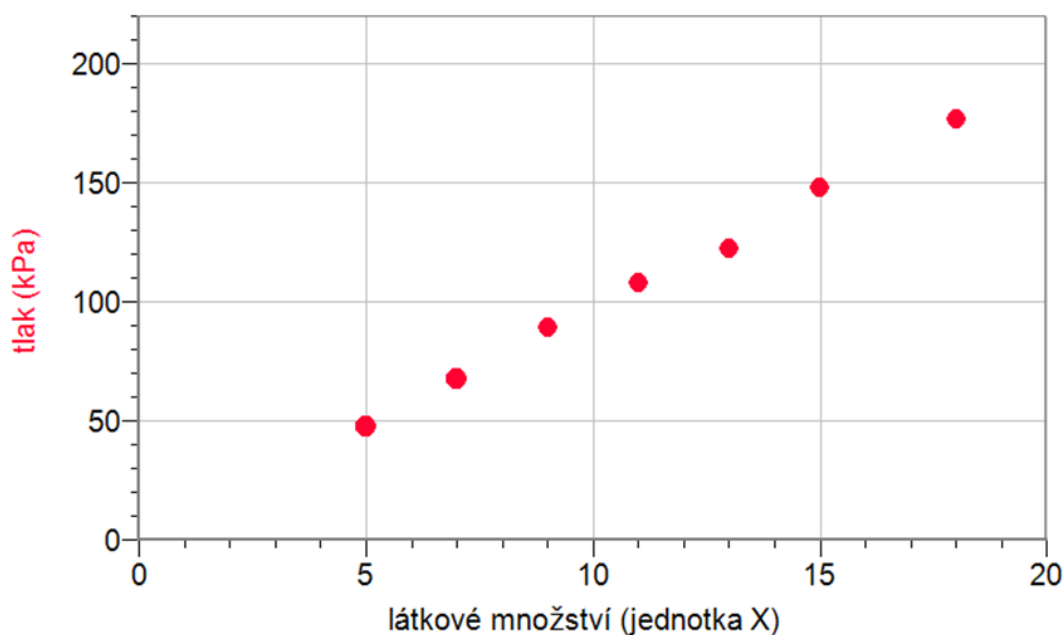
Po proměření v různě teplých lázních získáme hodnoty, jimiž lze pěkně proložit přímkou (*Analýza* → *Proložit přímkou*). Závislost je tedy zjevně lineární, tedy „ $t = p \cdot \text{konstanta}_1 + \text{konstanta}_2$ “. Pokud jsme měřili dostatečně přesně, bude hodnota konstanty_2 přibližně 273 °C. V tento okamžik se studenty prodiskutujeme, že bude lepší zavést si termodynamickou teplotu vztahem „ $T = t - 273,15$ “, neboť to povede ke zjednodušení celého vztahu na „ $p = \text{konstanta} \cdot T$ “, tedy na přímou úměrnost. Z té také vyplývá, že při absolutní nule ($T = 0 \text{ K}$) by byla hodnota tlaku ideálního plynu nulová.

I tento experiment jsme s kolegy nafilmovali jako videonávod pro učitele a je volně ke shlédnutí na internetu [5].

Závislost tlaku na látkovém množství

Zbývá nám proměření poslední závislosti – závislosti tlaku na látkovém množství. Opět použijeme tlakové čidlo Vernier GPS-BTA připojené k počítači pomocí rozhraní Go!Link a injekční stříkačku. Opět zvolíme mód „*Události se vstupy*“, tentokrát však budeme zadávat látkové množství (v nějakých našich jednotkách): Nyní budeme měřit podobně jako při proměřování Boyleova–Mariottova zákona, před každým jednotlivým měřením ale odpojíme stříkačku, nasajeme do ní nějaké množství vzduchu ($x \text{ ml}$ vzduchu za normálního tlaku bude odpovídat látkovému množství x našich jednotek), stříkačku připojíme a nastavíme konstantní objem při měření na 10 ml. Pak proměříme tlak a zadáme příslušné látkové množství v našich jednotkách.

Takto provedený experiment by měl vést na přímou úměrnost „ $p = \text{konstanta} \cdot n$ “, kde n je látkové množství.



Graf 2: naměřená závislost tlaku na látkovém množství plynu

Závěr

Poskládáme-li v předchozích odstavcích zjištěné závislosti dohromady, snadno nahlédneme, že platí $p \cdot V = n \cdot T \cdot \text{konstanta}$, přičemž rovnici si můžeme přepsat do obvyklejšího tvaru $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$, kde konstantu R nazveme univerzální plynovou konstantou a prozradíme studentům, že její hodnota je přibližně $8,3145 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Kromě již v úvodu zmíněné relativní časové nenáročnosti takto provedených experimentů bych rád zmínil ještě druhou výhodu počítačem podporovaných měření – použijeme-li k vizualizaci měřených hodnot a závislostí dataprojektor, může experiment snadno sledovat celá třída, kromě rychlosti je tedy velkou předností i názornost a možnost sledovat „vývoj měření“. To je oproti situaci, kdy je studentům předkládán akorát konečný výsledek, pro studenty zajímavější a aktivizující.

Literatura

1. Vernier CZ – čidlo tlaku plynu [online]. 2011 [cit. 2011-04-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/GPS-BTA>>
2. Vernier CZ – rozhraní pro připojení senzorů k počítači přes USB [online]. 2011 [cit. 2011-04-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/GO-LINK>>
3. FILIPENSKÁ, Lucie, et al. Vernier CZ – Boyleův-Mariottův zákon [online]. 2011 [cit. 2011-04-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.vernier.cz/video/boyleuv-mariottuv-zakon>>.
4. Vernier CZ – čidlo pro měření teploty [online]. 2011 [cit. 2011-04-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/GO-TEMP>>
5. FILIPENSKÁ, Lucie, et al. Vernier CZ – Závislost tlaku na teplotě [online]. 2011 [cit. 2011-04-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.vernier.cz/video/zavislost-tlaku-na-teplote>>.

Kontaktní adresa

Mgr. Jakub Jermář
KDF MFF UK v Praze
V Holešovických 2, 180 00 Praha 8
Telefon: +420 221 912 430
E-mail: jakub.jermar@mff.cuni.cz

VYUŽITÍ KATALOGŮ ASTRONOMICKÝCH OBJEKTŮ VE VÝUCE

Ota KÉHAR

Abstrakt

Informace, které známe o astronomických objektech, jsou již od starověku shromažďovány v různých katalozích a seznamech. Katalogů máme v současné době velké množství a lze v nich najít spoustu zajímavých údajů. Ve svém příspěvku se chci zabývat možnostmi, jak využít katalogy astronomických objektů ve výuce. Kladl jsem důraz na zapojení žáků do praktických činností, takže výsledkem mé práce jsou pracovní listy. Ty obsahují rámcový postup při vypracování úlohy, přičemž jsou doplněny o dílčí otázky, které prohlubují znalosti žáků, a pro učitele představují zpětnou vazbu. Pracovní listy jsem vyzkoušel na vzorku žáků středních škol, studentů vysokých škol a učitelů fyziky.

CATALOGS OF ASTRONOMICAL OBJECTS IN THE EDUCATION PROCESS

Abstract

Information about astronomical objects is collected from ancient in various catalogs and lists. We have currently a huge number of catalogs and they include a lot of interesting facts. In my lecture I would like to deal with usage of these catalogs in the education process. I put emphasis on involving students in practical activities, so the results of my research are two worksheets. The first one is aimed to find the brightest stars of the night sky. In the second one constructs the Hertzsprung-Russell diagrams. Both worksheets include basic procedure. Each part of worksheet is complemented by sub-questions that deepen knowledge of pupils and it represents feedback for teacher. I tried worksheets on a sample of secondary school pupils, university students and teachers of physics.

Od Hipparcha ke katalogu Hipparcos

Zmínky o prvním astronomickém katalogu lze nalézt okolo roku 127 před naším letopočtem. Tehdy žil jeden z největších antických astronomů, Hipparchos, který zvýšil přesnost astronomických měření polohy nebeských objektů a sestavil velký katalog hvězd obsahující pozice více než 850 hvězd. Bohužel se nezachovala žádná kopie, a proto se v některých zdrojích dočteme o různém počtu hvězd (od 1025 do 1080). Není ani zřejmé, jaký souřadnicový systém Hipparchos použil, předpokládají se ekliptikální souřadnice. V souvislosti s katalogy hvězd bychom měli zmínit i čínského astronoma Gan De, jenž žil ve čtvrtém století před naším letopočtem. Společně s dalším čínským astronomem Shi Shen vytvořili první katalog hvězd obsahující polohy stovek hvězd. Je zajímavé, že Gan De jako první pozoroval planetu Jupiter, popsal ji jako jasný a zářící objekt a v roce 364 před naším letopočtem údajně viděl i jeden z měsíců Jupitera, Ganymeda nebo Callisto. Ty byly oficiálně objeveny až Galileem v roce 1610!

Zajímavý příběh přináší vývoj vědeckého myšlení a způsoby použití katalogů v minulosti. Většina katalogů hvězd byla použita k ověření nebo vyvrácení tehdejšího pohledu na svět. Astronomové časných dob (Hipparchos, Ptolemaios) chtěli vědět, zda se pozice hvězd mění a krom precese nepozorovali žádné další změny poloh hvězd. Astronomové později potřebovali větší přesnost měření polohy hvězd, aby mohli sledovat pohyb planet, který později vyústil v přijetí Koperníkova systému. Dalším důvodem pro vznik katalogů hvězd v těchto dobách bylo hledání paralaxy a tím vlastně vzdálenosti hvězd. Během těchto měření astronomové zjistili, že se hvězdy pohybují i vůči sobě, tím nepřímo potvrdili neprivilegovanou roli Země ve vesmíru.

Od té doby (a zejména za posledních několik desetiletí) roste množství informací o astronomických objektech téměř geometrickou řadou a existuje velké množství seznamů, tabulek a katalogů. Internet přináší oproti učebnicím obrovskou výhodu v podobě rychlé reakce na aktuální obrovský rozvoj astronomie v posledních letech (průzkum planet sluneční soustavy sondami, astrometrie planetek, zkoumání vzniku hvězd, mezihvězdná hmota a další), kterému klasické učebnice nemohou konkurovat. Internet ovšem s sebou nese i stinné stránky, zejména při posuzování důvěryhodnosti daných informací.

U každého astronomického objektu (v našem případě uvažujme hvězdu) můžeme uvést základní charakteristiky – poloha (rektascenze, deklinace), zdánlivá hvězdná velikost, paralaxa, vlastní pohyb, spektrum a další. Tyto hodnoty bývají zaznamenány v katalogích, např. Hipparcos. Tento katalog obsahuje téměř 120 000 hvězd s přesností jedné tisícinu úhlové vteřiny. Astrometrická data byla získána sondou Hipparcos (High Precision Parallax Collecting Satellite) v letech 1989 až 1993, přičemž katalog byl zveřejněn až v roce 1997. Pro některé hvězdy (např. Slunce) lze využít Glieseho katalog, který obsahuje informace o hvězdách do vzdálenosti 25 parseků. Nejaktuálnější informace nalezneme v astronomické databázi SIMBAD. Všechny tyto katalogy jsou k dispozici na stránkách Astronomia (astronomia.zcu.cz).

Astronomické úlohy

Staré čínské přísloví praví: „Řekni mi a já zapomenu, ukaž mi a já si zapamatuji, nech mne to udělat a já to pochopím.“ Pro zlepšení motivace žáků je vhodné vytvořit samostatné úlohy a plně se nabízí využití katalogů astronomických objektů, kde mohou žáci smysluplně pracovat s výpočetní technikou. Před samotným vytvářením úloh si



musíme položit základní kritéria, které chceme úlohami dosáhnout. Úloha musí smysluplně využívat data z katalogů astronomických objektů a měla by rozvíjet základní kompetence žáků. Měla by obsahovat praktickou činnost žáků, díky ní lze splnit další kritéria – atraktivnost a užitečnost. Výhodou úlohy bude samostatná použitelnost a využití mezipředmětových vztahů.

Položme si na první pohled velmi jednoduchou otázku: najdete určitý počet nejjasnějších hvězd, které jsou na daném místě v daném čase vidět

na noční obloze. Bez použití katalogu hvězd a počítačového planetária je tento úkol téměř nemožný. Postup je zaznamenán v pracovním listu žáka a výsledky s doplňujícími informacemi lze najít v metodickém listu učitele. S výsledným seznamem hvězd je možné nadále pracovat. Můžeme určit, o jaké typy hvězd se jedná, v jaké se nacházejí vzdálenosti, případně vypočítat období jejich nejlepší pozorovatelnosti (studenti tak aplikují znalosti o pojmech hvězdný čas a rektascenze).

Druhá úloha spočívá v sestrojení Hertzsprungova-Russellova (HR) diagramu, což je klíčový pojem středoškolské výuky astronomických poznatků. Katalog hvězd obsahuje desítky tisíc objektů vzdálených stovky parseků, bylo by jistě zajímavé srovnat HR diagram hvězd v různých vzdálenostech. Budou se tyto diagramy lišit? Ve vytvořených diagramech lze vyznačit jednotlivé oblasti a popsat je. Pro ilustraci můžeme zaznamenat polohu Slunce a několika nejjasnějších hvězd, přičemž se nám ukáže, o jaké typy hvězd se jedná. V tomto případě se studenti naučí pracovat s velkým množstvím dat a musí se vypořádat s nástrahami (programy mají různá omezení), které to přináší.

Pracovní listy

Na základě výše uvedených kritérií jsem vytvořil dva pracovní listy. Každý pracovní list obsahuje postup, kterým se studenti doberou výsledku. V prvním případě seznamu nejjasnějších hvězd na noční obloze, ve druhém případě si sestojí dva HR diagramy. Pracovní listy kromě postupu obsahují i velké množství zvědavých otázek, které prohlubují znalosti studentů a pro učitele představují velmi cennou zpětnou vazbu. Díky ní může přizpůsobit další výklad látky a upravit výuku aktuálním potřebám studentů.



V první úloze se studenti seznámí s následujícími astronomickými pojmy: rovníkové souřadnice 2. druhu (rektascenze, deklinace), (zdánlivá, absolutní) hvězdná velikost, paralaxa (vzdálenost), (hvězdný, sluneční) čas a obzor. Okrajově se dotknou typů hvězd a souhvězdí. Úloha obsahuje mezipředmětové vztahy z matematiky – jde o jednoduché vztahy mezi paralaxou a vzdáleností (převrácená hodnota) a hvězdnými velikostmi (logaritmická funkce). Z informatiky studenti pracují s webovým prohlížečem (pro přístup do katalogu Hipparcos), počítačovým planetáři (program Stellarium), tabulkovým procesorem Excel (vzorce a řazení dat) a naučí se slučovat větší množství souborů. Úloha obsahuje velmi jednoduchou zpětnou vazbu, která studentům pomůže při kontrole správnosti výsledků. Při malém počtu hvězd si mohou studenti nalézt seznam nejjasnějších hvězd v počítačovém planetáriu. Úloha svou poslední otázkou plynule navazuje na druhou úlohu.

Druhá úloha studentům přinese aplikaci následujících astronomických pojmů: (zdánlivá, absolutní) hvězdná velikost, paralaxa (vzdálenost) a Hertzsprungův-Russellov diagram. Okrajově se dotkne typů hvězd a souhvězdí. Z informatiky studenti pracují s prohlížečem (pro práci s katalogem Hipparcos a Glieseho katalogem), tabulkovým procesorem Excel (vzorce a sestrojení bodového grafu). Při analýze výsledků studenti narazí na výběrový efekt. Úlohu lze rozdělit na dvě části. Při

sestrojování HR diagramu nejbližších hvězd (do 100 pc) je možné studentům poradit a ukázat jim postup. Zda studenti výklad v první části pochopili, lze aplikovat ve druhé části, kde se studenti pokusí o sestavení HR diagramu vzdálenějších hvězd, což je s ohledem na omezení v tabulkových procesorech náročnější úloha. I zde mohou studenti uplatnit zpětnou vazbu, z výkladu z hodiny totiž vědí, jak má HR diagram vypadat.

Výsledky testování na studentech

Obě úlohy byly testovány na studentech středních a vysokých škol. Úlohy se podařilo vyzkoušet i na učitelích fyziky.

Testování se zúčastnilo celkem 25 studentů prvního nebo druhého ročníku střední školy nebo odpovídajícího ročníku víceletého gymnázia. Jednalo se o řešitele



korespondenčního kola astronomické olympiády (kategorie CD), u kterých by se dala předpokládat základní znalost astronomických pojmů. Bohužel tomu výsledky neodpovídají.

Na vysoké škole se průzkumu zúčastnilo 53 studentů. Šlo převážně o studenty prvního a druhého ročníku pedagogické fakulty (70 %), další (minoritní) zastoupení bylo z fakult elektrotechnické, strojní, filozofické, aplikovaných věd a právnické. Někteří studenti byli ze třetího ročníku, jeden student ze čtvrtého ročníku. U studentů jsem zjišťoval jejich středoškolské vzdělání: gymnázium (40 %), střední škola (37 %), obchodní akademie (17 %) a technické lyceum (6 %).

Průzkumu se zúčastnilo v rámci astronomického semináře 10 učitelů fyziky středních či základních škol. Jejich výsledky zde uvádět nebudu, jsou totiž silně zkresleny nedostatkem času, který měli učitelé během provádění úloh k dispozici.

Na konci průzkumu byl studentům rozdán dotazník, který obsahoval řadu otázek. Úloha zaujala celkem 86 % studentů. Studenti považují zadání pracovních úloh za srozumitelné, 72 %



uvedlo na stupnici 1 (srozumitelné) až 5 (nesrozumitelné) hodnoty 2 nebo 3. Většina studentů hodnotí úlohy jako náročné. To může souviset s nedostatkem času (to je důvod, který studenti při řešení úloh nejčastěji uvádějí) nebo neznalost práce s počítačem a astronomické tematiky. I přesto studenti uvádějí, že je úloha spíše užitečná a 73 % studentům přišla úloha zajímavá.

Výsledky dotazníků zároveň ukazují, že studenti běžně nemají možnost řešit úlohy, kde by použili data z katalogů astronomických objektů. Jejich učitelé na středních školách nevyužívají multimediálních učebních textů (např. Astronomia), které přinášejí oproti učebnicím výhodu v podobě včasné aktualizace informací s ohledem na rychle se

rozvíjející obor. Celkem 96 % studentů považovalo hodinu s praktickými úlohami za přínosnou a jejich celkový dojem z hodiny je na známce 2,1 (1 = nejlepší, 5 = nejhorší).

Doc. Dolejší z Matematicko-fyzikální fakulty UK v Praze prohlásil, cituji: „*Dříve nešla studovat fyzika bez latiny, dnes bez angličtiny.*“ Bohužel tomu neodpovídá výsledek otázky „*Je pro vás důležité ovládnutí v českém jazyce?*“, kde 83 % studentů uvedlo kladnou odpověď. Důvodem pro tento výsledek může být jistá pohodlnost, kterou máme při ovládnutí v mateřském jazyce. Nebo je to snad výsledek neznalosti cizího jazyka (zejména odborných pojmů) a neochota jej používat?

A jaká jsou zjištění z vyplněných pracovních listů? Studenti bohužel nezvládají základní úkony v tabulkovém procesoru Excel, zejména vložení vzorce do buňky, seřazení dat nebo sestavení jednoduchého bodového grafu. Uvádějí, že se jedná o náročnou úlohu vyžadující hlubší znalosti PC a že je nutné před zavedením podrobnou výuku v Excelu. Co potom studenti dělají během hodin informatiky na střední škole?

Během výpočtů studenti neřeší jednotky ve vzorcích. Pokud není paralaxa uvedena v úhlových vteřinách (v katalogu Hipparcos je uvedena v úhlových milivteřinách), vzdálenost pak není v parsecích. Může se tak stát, že vzdálenost vyjde v řádu setin parseku. Studenti by ovšem měli zpozornět a uvědomit si, že to není možné (nejbližší hvězda se nachází ve vzdálenosti 1,3 pc). U studentů jsem vyzkoušel nepřesnosti ve vyjadřování, např. uvedli, že na svislou osu lze vynášet pozorovanou hvězdnou velikost. Tato odpověď by se dala považovat za správnou pouze za předpokladu, kdyby student uvedl, že jsou hvězdy ve stejné vzdálenosti, jak platí u hvězdokup. Problematickým místem byla i neznalost předpon (např. u milivteřin) a základních jednotek SI.

Na závěr mi dovoluji několik zajímavých komentářů. Studentka z filozofické fakulty uvedla: „*Je potřeba více času, některé věci bylo pro mě španělská vesnice. Ale je to hrozně zajímavé, dozvěděla jsem se mnoho zajímavého, avšak to nikdy nepoužiji.*“ Zde by se jistě hodila paralela z filmu Marečku, podejte mi pero, kde prof. Hrbolek říká: „*No, i skladník ve šroubárně si může přečísti Vergilia v originále.*“ Další student uvádí: „*Bylo to docela těžké, na střední škole jsme nic takového nedělali.*“ Potěšující byl komentář od studenta: „*Úloha mi přišla zajímavá. S tímto typem úloh jsem se setkal poprvé a určitě bych si jí v budoucnu zopakoval.*“

A několik otevřených otázek na úplný závěr. Jak zlepšit neutěšenou vzdělanost u studentů? Co dělat s tímto neradostným stavem? Byl by právě tento typ úloh vhodný pro motivaci studentů? Bylo by možné použít tyto úlohy jako praktickou úlohu v rámci astronomické olympiády? Nebo na soustředění studentů při různých příležitostech?

Literatura

1. *Multimediální učební text Astronomia* [online]. c2011, [citováno 15. 4. 2011]. Dostupné z <<http://astronomia.zcu.cz>>

Kontaktní adresa

Ing. Ota Kéhar

Oddělení fyziky Katedry matematiky, fyziky a technické výchovy

Klatovská 51, Plzeň

Telefon: +420 377 636 300

E-mail: kehar@kmt.zcu.cz

JAK HODNOTÍ ABSOLVENTI STUDIUM UČITELSTVÍ FYZIKY NA MFF UK?

Martina KEKULE

Abstrakt

V příspěvku jsou prezentovány výsledky z krátkého zpětnovazebního šetření mezi absolventy učitelství fyziky na MFF UK. Zpětná vazba byla zaměřena zejména na přehledové zhodnocení obsahové a organizační stránky studia a subjektivní zhodnocení získaných znalostí a dovedností potřebných k výkonu učitelské profese. K získání zpětné vazby byl použit původní dotazník, který vyplnilo 16 absolventů.

HOW VALUES GRADUATES OF EDUCATION TEACHER TRAINING IN PHYSICS CHARLES UNIVERSITY IN PRAGUE?

Abstract

Results of graduates' feedback are presented in the paper. The feedback concerned physics teacher training. The evaluation was focused on two aspects. Firstly, graduates assessed the whole study at a glance. Secondly, they expressed their opinion about acquired knowledge and skills. As a tool a questionnaire was used. Altogether 16 graduates participated in the survey.

1. Úvod

V současné době probíhá jak v České, tak ve Slovenské republice reforma v oblasti vzdělávání, jejímž cílem je zkvalitnění výuky na základních a středních školách. Toto reformní úsilí by měla reflektovat i příprava učitelů na vysokých školách, a to zejména v oblasti pedagogických a didaktických disciplín. Prvním logickým krokem před navržením a provedením případných změn v pregraduálním studiu učitelských oborů je získání přehledu o současném stavu. Toto zjišťování je jedním z cílů projektu realizovaného v rámci česko-slovenské spolupráce „Kontakt“ č. MEB 0810054. Konkrétně se jedná o provedení analýzy a srovnání přípravy budoucích učitelů fyziky na dvou univerzitách v ČR a SR. Součástí analýzy výše uvedené přípravy je také zpětná vazba od absolventů, neboť jak je uvedeno v [1] „studentské ... posuzování pregraduální učitelské přípravy je dosud nevyužitým potenciálem pro ... evaluaci a skutečnou vnitřní proměnu učitelských studijních oborů“. Prezentace výsledků a závěrů získaných ze zpětnovazebního šetření je předmětem tohoto článku.

2. Dotazník

Pro zjišťování zpětné vazby od absolventů a studentů posledního ročníku magisterského studia byl použit dotazník vytvořený ve spolupráci s KF FPV UKF a vyučujících pedagogických předmětů pro studenty učitelství fyziky na této univerzitě. Cílem průzkumu bylo získat přehledové zhodnocení celého studia a dále zjistit, jak se studenti cítí a cítili být připraveni na roli učitele po absolvování studia. V rámci přehledového hodnocení hodnotili absolventi zejména (vymezení dle rozdělení v [2]) proces organizace a obsahové otázky učitelského vzdělávání. Konkrétně se jednalo o: celkovou úroveň studia, praktické nácviky a možnosti dalších souvisejících aktivit

během studia. Připravenost na povolání učitele byla zjišťována jednak přímo jednou závěrečnou otázkou a dále nepřímým hodnocením získání a osvojení vybraných znalostí a dovedností. Při konstrukci uzavřených položek dotazníku jsme vycházeli z výpovědí získaných na otevřené otázky zadávané v rámci tří pedagogických výzkumů, jejichž výsledky a výstupy byly prezentovány např. v [1], [3], [4], [5].

Dotazník obsahoval celkem 60 jak uzavřených, tak otevřených položek. Administrace dotazníku proběhla na podzim 2010. Sběr dat nebyl anonymní. Podrobnější informace o oslovení absolventů a navrácených dotaznicích uvádí Tabulka 1, podrobnější charakteristiku vzorku uvádí Tabulka 2.

Tabulka 1: Návratnost dotazníků

Počet oslovených absolventů a studentů	40	Ročník absolutoria oslovených absolventů	2004 – 2010
Počet navrácených vyplněných dotazníků	16	Ročník studia oslovených studentů	2. roč. NMGr. studia
Návratnost v procentech	40 %		

Tabulka 2: Charakteristika vzorku zapojených absolventů a absolventek

Počet absolventů dle pohlaví		Typ školy ¹	
muži	9	ZŠ	2
ženy	7	SOŠ/SOU	3
Počet vyučujících v praxi ²	11	G	8

3. Celkové zhodnocení studia

3.1. Největší pozitiva a negativa přípravy učitelů

V první části dotazníku týkající se celkového zhodnocení studia měli respondenti uvést vždy tři největší pozitiva a tři největší negativa studia. Dále měli reflektovat výběr zaměření jejich studia a volbu VŠ. V dotazníku se jednalo konkrétně o formulaci těchto čtyř položek:

1. Uved'te 3 největší pozitiva studia., 2. Uved'te 3 největší negativa studia., 3. Vybrali byste si znovu studium učitelství? Proč?, 4. A na této fakultě? Proč?

16 respondentů z MFF UK uvedlo celkem 43 oblastí, které vnímali během studia jako pozitivní. 39 oblastí bylo zařazeno do 9 skupin, 4 odpovědi zůstaly nezařazené. V případě negativních ohlasů byli studenti a absolventi více různorodí a také častěji na danou otázku neodpovídali. Celkem zůstalo nezařazeno 13 oblastí. Přehled výskytu četností jednotlivých grup uvádí následující tabulky:

Tabulka 3: Pozitiva studia učitelství na MFF UK dle absolventů

Grupa	Specifikace	Počet
Předměty, přednášky	užitečnost pro praxi	7
	odbornost přednášek	6
	široký výběr	4
Vyučující	příjemná komunikace	6

¹ Typ školy, na které výše uvedenou praxi vykonávali/vykonávají.

² Počet studentů a absolventů, kteří získali alespoň 1 rok souvislé praxe jako učitel/ka.

	dobrá odbornost	4
Aspekt novosti	osobní vazby, kontakty	4
	zkušenosti, aktivity	4
Materiální zázemí		2
Individuální přístup ke studentům		2
	nezařazené	4
	neuveďlo	5
	celkem	48

Tabulka 4: Negativa studia učitelství na MFF UK dle absolventů

Grupa	Specifikace	Počet
Předměty, přednášky	přílišná odbornost přednášek (zejména oborových)	5
	malá provázanost VŠ učiva s učivem ZŠ	4
	málo pedagogické přípravy	3
Nespokojenost s výukou druhého aprobačního předmětu		3
Náročnost zkoušek		2
	nezařazené	13
	neuveďlo	18
	celkem	48

Nejčastěji absolventi reflektovali obsah a formy výuky. Dle průzkumu v [1] se z počtu necelých 230 výroků o celkové úrovni vysokoškolské přípravy 40 % týkalo „požadavků na koncepční úpravy studia“. Absolventi MFF UK v této oblasti komentovali zejména praktickou složku přípravy, které se týkala další část dotazníku (viz níže).

Z absolventů, kteří vyplnili předložený dotazník, pouze jeden by si již znovu nevybral studium učitelství. Důvodem je zejména prestiž oboru: „Je to sice obor, který mě nejvíc baví a ve kterém se realizuji, ale není dobrý pro život. Nedá se jím dobře uživit, nemá prestiž a těžko se z něho odchází někam jinam.“. Studium na MFF UK by znovu nevolili 2 studenti ze 16. Důvodem je v obou případech přílišná odbornost studia. 14 absolventů by opět zvolilo studium na MFF UK. Nejčastějšími důvody (často uváděnými dohromady) je odborná úroveň a přístup vyučujících.

3.2. Praxe

Pro zjišťování zpětné vazby týkající se praktického nácviku bylo v dotazníku zařazeno celkem 6 položek. Tyto otázky byly zaměřeny na hodnocení druhu praxí, délky a počtu praxí, způsobu vedení praxí, způsobů hodnocení praxí a srovnání praxí z obou aprobačních předmětů. Konkrétní otázky a alternativy včetně četností výběrů jsou uvedeny v následující tabulce:

Tabulka 5: Hodnocení praktického nácviku na MFF UK dle absolventů

Otázka / výběr četností alternativ	Ano, nemám žádné komentáře	Celkem ano, ale zlepšil/a nebo přidal/a bych...	Ne, navrhuji následující zásadní změnu...
1. Vyhovovaly Vám nabízené druhy praxí (násluchová, dlouhodobá, mikrovýstupy)?	7	7	1
2. Vyhovovala Vám délka, počet praxí? Vyhovoval Vám čas, kdy byly začleněny do studia?	7	6	2

3. Vyhovovaly Vám způsoby vedení praxí?	8	5	1
4. Vyhovovaly Vám způsoby hodnocení praxí?	6	5	3
	Ano, využíval/a jsem tuto možnost	Ano, nevyužíval/a jsem tuto možnost, protože...	Ne, protože...
5. Měli jste možnost propojovat praxe z obou Vašich aprobačních předmětů?	15	0	0
	Ano	Ne, protože...	
6. Probíhaly praxe z Vašich aprobačních předmětů srovnatelně?	13	2	

Při hodnocení praxe byla víceméně polovina absolventů spokojena se současným stavem. Druhá polovina navrhovala konkrétní zlepšení. Nejčastěji se týkala časového rozsahu praxí a jejich formy a obsahu:

- 4 absolventi by požadovali celkově **mnohem delší souvislé praxe**, i na úkor přednášek;
 - 4 absolventi by během první začínající praxe chtěli působit jako **asistenti/asistentky** vyučujících;
 - 2 absolventi by během této praxe chtěli zejména hospitovat **u různých učitelů**, aby poznali **různé styly výuky**
 - 2 absolventi navrhuji **začít s praxí již od prvního ročníku** bakalářského studia.
- Celkem 7 komentářů se týkalo reflexe a hodnocení praxe:
- 4 absolventi by uvítali **více času** věnovanému právě **reflexi** a zhodnocení praxe ať už v průběhu praxe nebo po jejím skončení;
 - 2 absolventi by rádi po skončení praxe obdrželi **písemné hodnocení** od fakultního učitele;
 - 1 absolvent navrhoval provádět celkovou reflexi společně s ostatními studenty, fakultními učiteli a vedoucími praxí na MFF UK.

Výše uvedené požadavky nepřinášejí v podstatě nic nového ve srovnání s výsledky šetření mezi mladými učiteli do 30 let, které proběhlo v roce 2001 [3]. Téměř polovina respondentů zde jako podnět pro zlepšení přípravy studia uvedla praxi (více praxe, průběžné vyhodnocování praxe, potřeba začít s praxí od počátku studia).

3.3. Další možnosti aktivit v rámci studia

V rámci celkového zhodnocení studia jsme dále zjišťovali informovanost studentů o dalších možnostech vlastního profesního vzdělávání. Většina absolventů (11 - 15 z 16) vyjádřila souhlas s informovaností ve všech nabídnutých oblastech: vedení studentů na neformálních akcích (tábory, kroužky); setkávání se s učiteli z praxe a diskuze s nimi; přístup k zahraničním materiálům týkajícím se vzdělávání; pobyt v zahraničí na škole/odborném pracovišti. 5 absolventů uvedlo, že neměli možnost přístupu k zahraničním materiálům.

4. Přípravenost na roli učitele/učitelky

Zda se absolventi po skončení jejich studia cítili připraveni na vstup do školy jako učitelé, jsme sledovali dvěma způsoby. Jednak poslední položkou v dotazníku, která se

týkala jejich celkového subjektivního pocitu, a jednak pomocí zhodnocení dosažených a nabytých znalostí a dovedností důležitých pro práci učitele.

Závěrečná otázka a četnost výběru jednotlivých alternativ:

Tabulka 6: Závěrečná otázka

	Cítíte se připraveni na to vstoupit do školy jako učitelé? (Dodalo Vám studium potřebnou sebedůvěru?)	
četnost výběru alternativ	8	Ano. Studium mi v tomto hodně pomohlo.
	4	Ano. Studium mi v tomto trochu pomohlo.
	1	Ano. Ale studium mi v tomto téměř nebo vůbec nepomohlo.
	1	Ne. Studium mi v tomto téměř nepomohlo.
	0	Ne. Studium mě od vyučování odradilo.

Dvě absolventky vyjádřily názor, že jim studium v přípravě na učitelské povolání v podstatě nepomohlo. Obě absolventky uvedly zdůvodňující komentář, který může pomoci v identifikaci hlavních příčin výběru dané alternativy. V prvním případě absolventka zřejmě vzhledem ke své zkušenosti reflektuje důležitost praktického nácviku a jeho nedostatek během povinného studia: „Nejvíce mi pomohlo při přípravě na vyučování, že jsem členkou organizace na výchovu dětí.“ Druhá absolventka podala obšírný vysvětlující komentář, kde hodnotí nejen samotné studium, ale také podporu začínajících učitelů na školách. Z komentáře je dále patrné přesvědčení, že být dobrým učitelem je podmíněno zejména osobností a vysoká škola v této přípravě nemůže příliš pomoci. Podobný pohled převládá u 62 % začínajících studentů na PedF UJEP [5]. Na MFF UK jsme neprováděli zjišťování očekávání studentů na počátku jejich studia, není tedy možné více komentovat vývoj jejich přesvědčení v této oblasti.

Zhodnocení nabytých znalostí a dovedností

V dotazníku byl uveden seznam celkem 34 znalostí a dovedností, které byly předmětem hodnocení absolventů. Seznam byl vytvořen na základě výsledků předchozích šetření viz [1], [3], [4], [5]. Absolventi hodnotili nejen osvojení daných znalostí a dovedností, ale také vyjádřili jejich subjektivní pocit týkající se důležitosti těchto znalostí a dovedností pro povolání učitele. Znalosti a dovednosti se týkaly 7 oblastí:

odbornost předmětu, didaktická znalost oboru, vedení vyučovací hodiny, sociální komunikace, právní povědomí, školní administrativa a bezpečnost, vlastní pojetí výuky všeobecné.

V rámci tohoto příspěvku jsou uvedeny pouze přehledové výsledky, konkrétně odpovídáme na otázky:

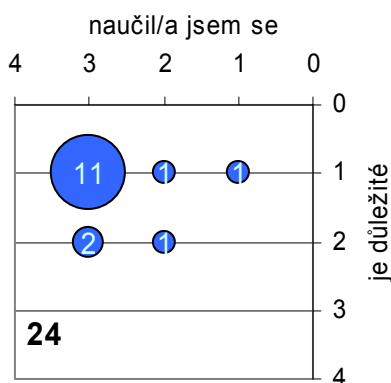
1. Které znalosti a dovednosti považuje alespoň 13 absolventů (tj. 81 % z dotázaných) za velmi důležité?
2. Které znalosti a dovednosti si dle vlastního názoru alespoň 13 absolventů osvojilo velmi dobře?

Ad 1. Za velmi důležité znalosti a dovednosti absolventi považují zejména odbornou složku přípravy, konkrétní didaktiku a znalosti/dovednosti, které můžeme zahrnout pod oblast sociální komunikace/interakce. Konkrétně se jednalo o tyto znalosti/dovednosti: *znalost důležitých fyzikálních principů, získání nadhledu v oboru, znalost o typických chybných představách žáků v jednotlivých oborech, dovednost pracovat s fyzikálními pomůckami, dovednost používat různé metody a formy výuky, dovednost pracovat s rozdílnými potřebami žáků v jedné vyučovací hodině, získání a udržení autority*

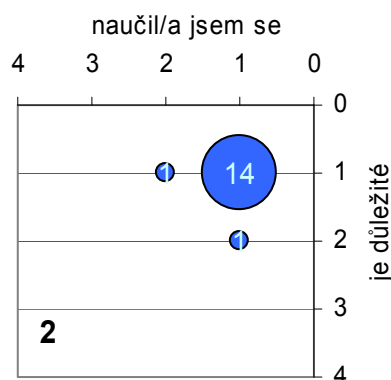
a respektu, dovednost hodnocení a klasifikace žáků, dovednost provádění vlastní sebereflexe výuky, dovednost motivace žáků, dovednost komunikace se žáky v konkrétních modelových situacích (první hodina, apod.), dovednost socializace žáků/řešení problému v kolektivu, znalosti o právech a povinnostech žáků a učitelů, znalost příslušných zákonů (školský zákon, zákoník práce).

Ad. 2. Více jak 80 % absolventů se domnívá, že velmi dobře si během studia osvojili pouze znalost důležitých fyzikálních principů. Ostatní znalosti/dovednosti absolventi získali částečně, případně si je velmi dobře osvojil pouze menší počet absolventů.

Znalost důležitých fyzikálních principů byla položka, na jejímž hodnocení se v obou dimenzích shodli absolventi nejvíce (viz graf č. 1). Hodnocení bylo prováděno pomocí tří stupňové škály (1 – velmi dobře/velmi důležité ... 3 – téměř vůbec/ téměř nedůležité). Zřejmě nejhůře ohodnocená položka na škále „naučil/a jsem se“ se týká znalosti příslušných školských zákonů. Výsledek prezentuje graf č. 2:



Graf 2: Položka č. 24: znalost školských zákonů
1 – velmi dobře/velmi důležité



Graf 1: Položka č. 2: znalost důležitých fyzikálních principů
1 – velmi dobře/velmi důležité

V průběhu sledovaného období byl pro studenty začleněn do výuky předmět se zaměřením na danou oblast. Absolventi tohoto předmětu už vykazují pozitivnější hodnocení

(viz body na souřadnicích 1,1; 2,1; 2,2). Podrobnější rozbor této části dotazníku bude publikován v některém z dalších příspěvků.

5. Závěr

Prezentované výsledky zpětné vazby absolventů ukazují silné stránky přípravy v předmětově odborné části přípravy, kterou i sami absolventi shodně považují za velmi důležitou. Slabé stránky absolventi shledávají zejména v malém časovém rozsahu praxí a v jejich nedostatečné reflexi. Podněty na zlepšení praktického nácviku v těchto oblastech navrhuje také mladí učitelé jiných aprobací [3], absolventi MFF UK tedy vyjadřují v tomto ohledu podobné názory. Podpora reflexe vlastního vyučování studentů a dále zjišťování a sledování jejich vlastního pojetí výuky a vytváření jejich portfolia je jedním z cílů zlepšování přípravy učitelů fyziky na MFF UK.

Literatura

- SVATOŠ, T. *Dilemata učitelského vzdělávání* In Profesní růst učitele. Brno, Konvoj 2002. s. 8 - 17.

2. LUKÁŠOVÁ-KANTORKOVÁ, H. *Učitelství a přípravné učitelské vzdělávání ve sbornících České asociace pedagogického výzkumu* In Sociální a kulturní souvislosti výchovy a vzdělávání. Sborník referátů XI. konference ČAPV. CD. Paido Brno 2003.
3. HAVLÍK, R. *Postoje mladých učitelů k vlastní přípravě* In Sociální a kulturní souvislosti výchovy a vzdělávání. Sborník referátů XI. konference ČAPV. CD. Paido Brno 2003. ISBN 80-7315-046-8.
4. SVATOŠ, T. *Jak absolventi reflektují svou pregraduální učitelskou přípravu* In Poslední desetiletí v českém a zahraničním pedagogickém výzkumu. Sborník příspěvků za VII. celostátní konference ČAPV. Hradec Králové 1999, s. 262-267
5. DOULÍK, P. ŠKODA, J. *Individuální pojetí role učitele studenty učitelství* In Současné metodologické přístupy a strategie pedagogického výzkumu. [CD-ROM] Plzeň: Západočeská univerzita, 2006. ISBN 80-7043-483-X. 8 s.

Kontaktní adresa

RNDr. Martina Kekule, Ph.D.
Katedra didaktiky fyziky, MFF UK
V Holešovických 2, Praha 8
Telefon: +420 221 912 429
E-mail: martina.kekule@mff.cuni.cz

VYUŽITÍ MIKROŘADIČE ZILOG Z8 VE VÝUCE

Markéta KLIMENTOVÁ, Miroslav TOBYŠKA

Abstrakt

Příspěvek pojednává o programování mikrořadičů ZiLOG Z8 a jejich využití při výuce elektroniky, elektrotechniky a výpočetní techniky na středních školách. Ukázka bude demonstrována na naprogramovaném krokovém motoru pomocí ZiLOG Z8. Zde se studenti učí nejen to, jak pracuje krokový motor, ale také si ho sami mohou zkusit naprogramovat a využít v technické praxi.

APPLICATION OF MICROCONTROLLER ZILOG Z8 IN EDUCATION

Abstract

The text deals with programming of microcontrollers ZiLOG Z8 and their utilization in teaching of electronic, electronics and computer techniques on secondary schools. An example will be demonstrated on programmed stepper motor by means of ZiLOGZ8. Students will learn not only, how the stepper motor works, but can also try to programme it and use it in technical practice.

Co je to ZiLOG?

Původně se jedná o americkou firmu, která v roce 1973 vstoupila na trh mikroprocesorů s typovým označením Z80. Jednalo se o osmibitový mikroprocesor s odlišnou architekturou, založenou na sadě univerzálních registrů. První využití těchto mikrořadičů a mikroprocesorů Z80 bylo v počítačích Sinclair.

Obvody řady Z8 jsou osmibitové CMOS mikrořadiče. Vycházejí z principu univerzálních sad registrů, na čipu je až 256 těchto registrů, takže můžeme hovořit o paměti typu RAM. Čip navíc obsahuje i paměť pro uložení programu typu PROM. Dále čip obsahuje dva 14-ti bitové čítače, dva analogové komparátory, oscilátor a nejméně 14 vstupů / výstupů.

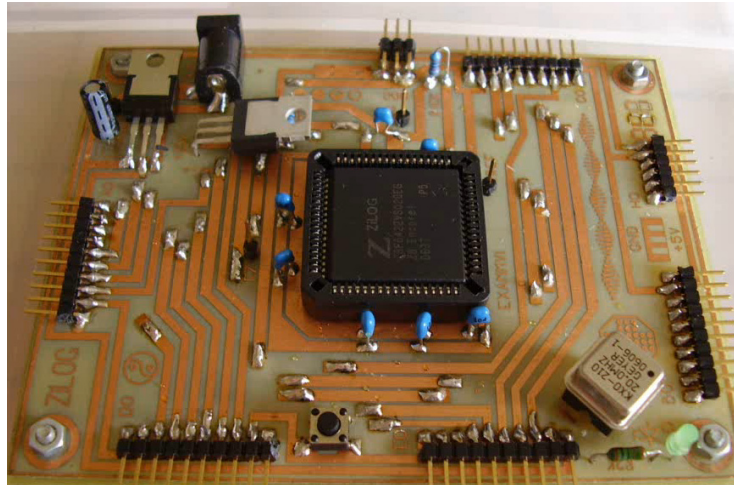
Jádro Z8 tvoří základ mnoha jednoúčelových obvodů, například pro řízení klávesnic osobních počítačů nebo obvodů pro infračervené dálkové ovládání. Široké využití tedy můžeme nalézt i při výuce nejen informatiky, ale také samozřejmě fyziky, elektroniky, elektrotechniky atd.

ZiLOG Z8 ve výuce.

Nyní Vám nabídneme jedno z možných využití mikrořadiče Z8 ve výuce. Konkrétně se bude jednat o řízení krokového motoru, kde studenti musí sestavit funkční výrobek. Tento úkol je určen pro studenty středních škol.

Celý úkol se sestává z několika dílčích kroků, ve kterých studenti prokazují jak teoretické, tak praktické znalosti a dovednosti.

Prvním krokem je vyrobení plošného spoje a osazení součástkami (viz Obr. 1).



Obr. 1: Plošný spoj osazený součástkami

Po úspěšné výrobě následuje oživení „destičky“ a může začít programování mikrořadiče Z8. Pro vlastní programování je zapotřebí mít příslušný software – ZiLOG ZDS II – Z8Encore! 4.11.0. Tento software je volně stažitelný a šířitelný ze stránek výrobce www.zilog.com (Obr. 2). Programovacím jazykem je Assembler (oficiálně česky Jazyk symbolických adres).

```
*****Program pro roztoceni kokoveho motoru****
INCLUDE "ez8.inc" ;kontrola pouzitych prikazu
VECTOR RESET=zacatek ;definice vektoru RESET
org %100 ;Ulozeni programu od adresy %100 do pameti FLASH

zacatek: ;Zde zacina program po stisku RESET

SRP #%00 ;Set Register Pointer-Nastavi ukazatel registru na zadanou stranku
LDX SPL, #%FF ;Stack Pointer Low-nizeji byte vychazi hodnoty ukazatele zasobniku
LDX SPH, #%00 ;Stack Pointer High-vyssi byte vychazi hodnoty ukazatele zasobniku
LDX PAADDR, #%01 ;Nastavi port-jeho piny na Vstup/vystup-digitalne "PA" cast prikazu P
LDX PACTL, #%00 ;CTL=Control. Kontrola nuly, zadna specialni fce portu
LDX R11, #%11 ;Ulozi do registru R11 dvojkovou hodnotu cisla 00010001

*****Nyni vse pripraveno pro hlavni cast programu****

toc: ;navesti pro opakovani kroku na motoru

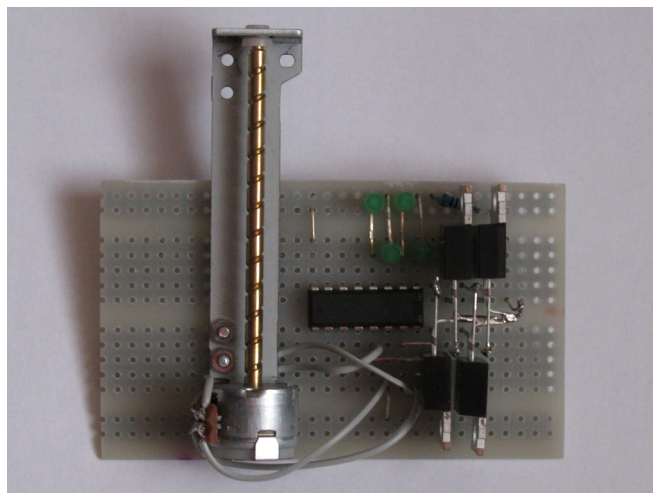
LDX PAOUT, R11 ;Nakopiruje na vystup portu hodnotu registru R11
RR R11 ;RR=rotation right;bitova rotace registru R11 v pravo
CALL cekej ;CALL=volat-volani programu pro zpomalení respektive rychlost krokov
JR toc ;JR=Jump Relative-relativni skok. Prikaz zajisti skok na navesti toc
```

Obr. 2: Ukázka pracovního prostředí softwaru ZiLOG ZDS II – Z8Encore! 4.11.0

Po úspěšné instalaci softwaru můžeme začít programovat vlastní mikrořadič. K tomuto účelu nám poslouží instruktážní videa, která jsou opět volně stažitelná a šířitelná z <http://www.jecha.name/vyuka/index.php>.

Pro správné naprogramování krokového motoru je nutné, aby studenti znali jeho fyzikální princip činnosti. V tuto chvíli se dostáváme do oblasti fyziky – elektřiny a magnetismu. I toto nalezneme v již zmíněných videích – konkrétně se jedná o video ZiLOG005_PG_KROKOVÝ_MOTOR.zip.

Dalším krokem úkolu je výroba periferního zařízení obsahujícího krokový motor. Toto zařízení se následně připojí na výstupy mikrořadiče Z8. Periferní zařízení je na Obr. 3.

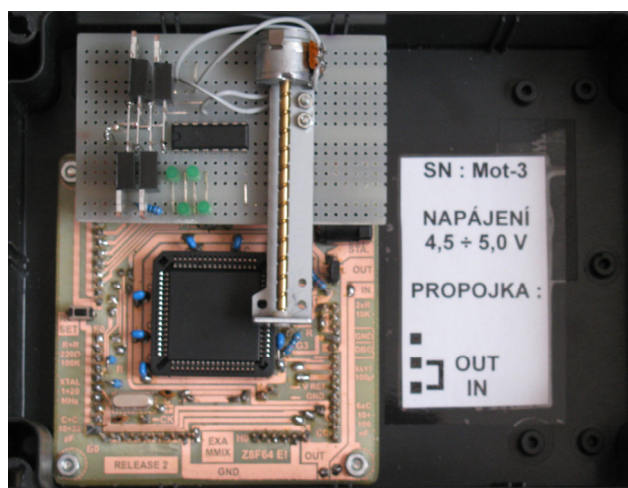


Obr. 3: Periferní zařízení s krokovým motorem

Pokud jsou studenti ve své práci úspěšní, tak po přehrání programu do mikrořadiče a odpojení od PC se krokový motor točí a blikají diody. Tyto diody nás informují o tom, kterou cívkou ve statoru motoru právě prochází elektrický proud. Při dotyku krabičky jsou zřetelně cítit otřesy, které jsou způsobené jednotlivými fázemi otáčení krokového motoru.

Výstupem úkolu je funkční výrobek a jeho technická dokumentace (viz Obr. 4).

Na tomto úkolu studenti aplikují teoretické znalosti v praxi a tím dochází k jejich prohloubení a fixaci.



Obr. 4: Kompletní sestava

Seznam zkratk

CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) – technologie využívaná k výrobě většiny integrovaných obvodů

RAM (Random-access memory) – druh počítačové paměti, paměť s přímým přístupem

PROM (Programmable Read-Only Memory) – elektricky jednorázově programovatelná permanentní paměť typu ROM

Literatura

1. HLOUŠEK, J. *Osmibitové řadiče ZiLOG Z8*. České Mezoříčí: ECOM s.r.o. 1999.

Kontaktní adresa

Mgr. Markéta Klimentová
PřF UHK
Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové
Telefon: +420 493 331 154
E-mail: marketa.klimentova@uhk.cz

Mgr. Miroslav Tobyška
PřF UHK
Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové
E-mail: miroslav.tobyska@uhk.cz

MEZIPŘEDMĚTOVÉ VÝUKOVÉ TÉMA BARVY KOLEM NÁS A JEHO PREZENTACE POMOCÍ NÁSTROJE FLEXIAUTOR

Václav KOHOUT

Abstrakt

Príspevek se věnuje mezipředmětovému výukovému tématu Barvy kolem nás z pohledu fyziky a informatiky a výpočetní techniky s přihlédnutím k možnostem vazeb na další vyučovací předměty - přírodopis a výtvarnou výchovu. Téma je určeno pro žáky 2. stupně základní školy. Materiály jsou připraveny s použitím multimediálních výukových prostředků, primárně jsou určeny pro výuku za pomoci interaktivní dotykové tabule. Vše je zpracováno autorským softwarovým nástrojem FlexiAutor, který umožňuje tvorbu vlastních výukových lekcí se stejnou funkčností a stejným ovládáním, jakou mají stávající interaktivní učebnice Nakladatelství Fraus.

CURRICULAR LEARNING TOPIC COLORS AROUND US AND ITS PRESENTATIONS WITH FLEXIAUTOR

Abstrakt

The article deals with the teaching cross-curricular theme colors around us in terms of physics and computer science and computer technology with regard to the possibilities of links with other subjects - biology and art. The theme is designed for students second elementary school. Materials are prepared using multimedia learning resources, primarily designed for teaching using interactive touch board. Everything is processed by copyright software tool FlexiAutor.

Zdůrazňování mezipředmětových vztahů mezi jednotlivými klasickými vyučovacími předměty v rámci jedné vzdělávací oblasti, např. Člověk a příroda, ale i mezi jednotlivými vzdělávacími oblastmi navzájem, je jistě v souladu s rámcovými vzdělávacími programy pro základní vzdělávání. Zajímavým problémem dotýkajícím se zejména fyziky a informatiky s výpočetní technikou je pojem barvy a vysvětlení tohoto pojmu z pohledu fyziky na úrovni základní školy na straně jedné a z pohledu informatiky, resp. výpočetní techniky na straně druhé. Téma barvy přesahuje dále do přírodopisu a do výtvarné výchovy. Ve fyzice se v tematickém celku optika vesměs dospěje k rozkladu bílého světla hranolem, pojmu spektrální (jednoduché) barvy, případně ke zmínce o trojbarevném vjemu barvy lidským okem a s tím souvisejícím popisem barevného monitoru. Trojbarevné vidění je rovněž zmíněno ve výuce přírodopisu v tematickém celku biologie člověka, v kapitole věnované lidským smyslům a zraku. V předmětu informatika a výpočetní technika se s pojmem barva pracuje zejména v tematickém celku věnovaném grafickým aplikacím, webové grafice apod. Vysvětluje se pojem RGB barvy a jejího zápisu. Ani ve fyzice ani v informatice a výpočetní technice se však na úrovni základní školy nedává do jasné souvislosti barva ve spektru a barva popsána pomocí RGB. Mezipředmětové výukové téma Barvy tyto souvislosti doplňuje, prezentuje na úrovni vhodné pro 2. stupeň základní školy a v některých aspektech dále rozšiřuje.

V dnešní době se stává vybavení základních škol prezentační technikou v podobě interaktivních dotykových tabulí poměrně běžnou záležitostí. Interaktivní tabule může

při vhodném použití významným způsobem zefektivnit a zatraktivnit výuku. K dispozici jsou různé nástroje pro prezentování výukového obsahu pomocí osobního počítače, projektoru a případně interaktivní tabule. Od běžného MS Powerpointu, který je součástí kancelářského balíku MS Office, po speciální aplikace vyvíjené přímo pro nasazení ve frontální výuce ve školách. Jednou z takovýchto specifických aplikací je rovněž Flexiautor, aplikace z dílny Nakladatelství Fraus. Mezipředmětové výukové téma Barvy bylo zpracováno v nejnovější verzi toho autorského nástroje a cílem využívat všech jeho předností, které má oproti jiným produktům.

ČASOVÝ PLÁN VÝUKOVÉHO TÉMATU, OPTIMÁLNÍ ŘAZENÍ DÍLČÍCH TÉMAT

- 1. fyzika** – 1–2 hodiny – 2. pololetí, cca duben
 - rozklad světla hranolem, spektrální barvy, barvy složené;
 - Co je to barva? – závislost barvy na povrchu předmětu, na osvětlení a pozorovateli;
- 2. biologie** – 1 hodina – 2. pololetí, duben/květen
 - vidění člověka, lidské oko – tyčinky a čípky;
pozn. – patrně ve většině případů nepůjde časově skloubit s učebními plány biologie, do výuky fyziky nelze téma lidské oko ještě zařadit, není k dispozici geometrická optika; v takovém případě zmínku o trojbarevném vidění lze zařadit do IVT při definici pojmu RGB;
- 3. informatika a výpočetní technika** – 3–4 hodiny – 2. pololetí, květen–červen
 - definice pojmu RGB, vnímání barvy lidským okem (viz poznámka výše), míchání barev v RGB, grafická reprezentace RGB barvového prostoru;
 - zmínka o HSB barvovém prostoru, míchání barev v HSB, grafická reprezentace HSB barvového prostoru; barvový prostor CMYK – důvody proč CMYK, míchání barev ve CMYKu, k čemu je dobrá černá barva K;
 - nejednoznačnost RGB a CMYK – závislost na zařízení, absolutní barvové prostory, např. xyY a jeho grafické znázornění chromatický diagram;
 - práce s chromatickým diagramem, barevný gamut, spektrální barvy a chromatický diagram, omezenost simulace reálného světa;
- 4. výtvarná výchova** – 1–2 hodiny – 2. pololetí, kdykoli po definici barvového prostoru CMYK v IVT
 - snaha o zhotovení konkrétní malby pouze za pomoci 4 základních pigmentů

Náplň jednotlivých témat je volena tak, že je bez problémů možné zařadit do výuky pouze některá z nich, přirozeně v posloupnosti uvedené zde. Je tedy možné zařadit pouze témata fyzikální a definici barvy RGB v informatice a výpočetní technice společně se zmínkou o trojbarevném vidění.

SOUVISEJÍCÍ TÉMATA V JEDNOTLIVÝCH VYUČOVACÍCH PŘEDMĚTECH A JEJICH VAZBY NA TÉMA BARVY KOLEM NÁS:

Fyzika

stávající učivo: optika, Newtonovské vlastnosti světla, rozklad světla optickým hranolem, barva světla

časové zařazení do výuky: optika vesměs 7. ročník, nejčastěji 2. pololetí

rozšíření učiva:

- barvy spektrální a složené;
- spektrum různých složených barev – demonstrace měření spektrofotometrem, (zajímavé momenty – černá barva není absolutně černá, bílá není absolutně bílá, bělené papíry mohou mít v části spektra odrazivost vyšší než 100 %);
- závislost barvy předmětu na jeho povrchu (spektrální odrazivosti) a na barvě dopadajícího světla, vyvození závěru, že barva závisí na kvalitě povrchu předmětu i na osvětlení; dále ještě na receptoru; tento třetí aspekt vnímání barvy, tj. specifické vlastnosti optického receptoru (= oka) postačí zmínit pouze okrajově (Jakou barvu vidí barvoslepý?);
- filtry jako barevné předměty průhledné – výsledná barva opět závisí na předmětu a na osvětlení;

BARVA SVĚTLA A ROZKLAD SVĚTLA HRANOLEM

Při divadelních vystoupeních a různých estrádních akcích je možno si všimnout, že jistě je osvětlováno světly, která vydávají světlo různé barvy. Můžeme spočítat, kolik různých barev na světlo existuje? A kde se vlastně barou různé barvy, když obryšné světlo je bílé? A kde se bere duha?

Po Isaacu Newtonovi je také pojmenována fyzikální jednotka síly 1 Newton.

Anglický matematik a fyzik Isaac Newton pozoroval v 17. století, jak z bílého slunečního světla vznikají po průchodu skleněným hranolem světla různých barev podobná duze na obloze. Ten jev podrobně zkoumal a popsal. Původně bílé světlo se rozloží do barevného pásu, ve kterém je zastoupeno velké množství barev.

Isaac Newton 1643-1727

Vznik barevného spektra

Bílé světlo je složené z jednoduchých, tzv. spektrálních barev. Ty však není lidské oko schopno přímo rozoznat. K rozložení bílého světla na spektrální barvy můžeme využít například lomu světla. Když na skleněný hranol dopadne úzký paprsek bílého světla, dojde na rozhraní vzduchu a skla k lomu světla. Úhel lomu závisí na rychlosti světla ve skle a světla různých barev se ve skle šíří různou rychlostí. Nejvíce se lomí světlo fialové, nejméně světlo červené.

Po průchodu svazku bílého světla hranolem ho necháme dopadat na stínítko a na něm vznikne pruh mnoha barev (spektrum), které přesahují jednu v duhu. Newton pojmenoval sedm základních barev – fialová, indigová (modrofialová), modrá, zelená, žlutá, oranžová, červená. Je třeba si uvědomit, že mezi těmito sedmi barvami je nekonečně mnoho dalších barevných odstínů. Pokud barvy spektra složíme zpět spojnou čočkou, dostaneme opět bílé světlo.

Při průchodu světla brněním drábkem dochází také k lomu a rozkladu světla.

Také při odrazu světla na disku CD dochází k rozkladu světla. Nejvíce se ukáží o rozkladu lomen.

Rozklad bílého světla lomením při průchodu skleněným hranolem

Opětovné složení barevných světél pomocí spojné čočky. Vzniká zase bílé světlo.

Duha

V přírodě se bílé sluneční světlo může rozkládat na jednoduché barvy při průchodu kapkami vody. V takovém případě vzniká jeden z nejhřejších a nejvýraznějších atmosferických optických jevů – duha.

SVĚTELNÉ JEVY - BARVY

Duhu můžeme pozorovat, pokud svítí slunce a zároveň přší. Sféru oblouku duhy leží přímo proti Slunci. Je-li Slunce nízko na obloze, zasahuje oblouk duhy výše. Nejvýraznější hlavní duha má vnitřní okraj fialový a vnější červený. Kromě hlavní duhy můžeme někdy pozorovat i duhu vedlejší. Ta je méně zřetelná, nachází se vně duhy hlavní a má obrácené pořadí barev. Vzniká dvojnásobným odrazem světla v kapece vody.

Duhu vidíme nejen při dešti, ale také jindy, pokud jsou ve vzduchu rozptýleny kapky vody, např. ve vodní třešti nad vodopádem nebo při zalévání zahradní hadicí.

Jednoduché a složené barvy, spektrofotometr

V přírodě existuje daleko více barev, než jen jednoduché, které můžeme pozorovat v barevném spektru. Nenajdeme v něm například hnědou, šedou, růžovou, khaki (zelenohnědou) barvu a spoustu dalších. Tyto barvy nazýváme **složené** a vznikají stejně jako bílé světlo skládáním jednoduchých barev. Pouze je skládáme v různých poměrech nebo neskládáme všechny existující barvy.

Ke zjištění, z jakých jednoduchých barev jsou barvy složené, používáme přístroje **spektrofotometry**. Na následujících obrázcích se můžete podívat, jak některé složené barvy vznikají.


Spektrofotometry

Žlutá, červená, růžová (purpurová), bílý papír, zelená, modrofialová, modrá (azurová), černý papír

Sestrojí se jednoduchý spektroskop - návod zde:

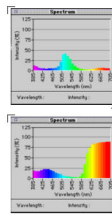
BARVA PŘEDMĚTŮ, CO JE TO BARVA?

Na jevišti vystupují артисты v červených kostýmech. Najednou je osvětli osvětla zelené světlo a kostýmy zčernají. Jako barvu má jejich oblečení – červenou nebo černou? A jak vidí jejich oblečení barvoslepy člověk, který nedokáže červenou od zelené rozlišit?

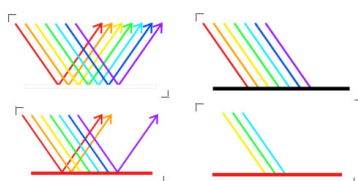


Barva při osvětlení barevným světlem

V běžném životě jsme zvyklí, že předměty jsou osvětleny bílým slunečním světlem nebo světlem žárovek či zářivek, jejichž barva se od bílé příliš neliší. Barva předmětu závisí na jejich schopnosti pohlcovat některé barvy a jiné barvy odrážet. Když se podíváme na graf znázorňující, jaké spektrální barvy obsahuje nějaká složená červená barva, zjistíme, že to mohou být téměř všechny barvy spektra s výjimkou zelených odstínů.



Pokud bude povrch předmětu pohlcovat žlutozelené, zelené a modro-zelené barvy a ostatní bude odrážet, bude se nám jevit jako červený. Ale pouze při osvětlení bílým světlem! Co se stane, když stejný povrch osvětlíme zeleným světlem? Řekli jsme, že zelené barvy se pohltí. Jiné barvy v dopadajícím světle nejsou, od povrchu předmětu se nic neodrazí a předmět se nám jeví tmavý, černý.




Zkusíte přijít na to, jaké barvy musí pohlcovat povrch předmětu, který se nám v bílém světle jeví modrý. Jakým světlem ho musím osvětlit, aby vypadal černý? Nakreslete pro tento případ podobné obrázky jako jsou výše pro červený předmět nasvícený postupně bílým a zeleným světlem. Řešení je skryté pod tlačítky vpravo.


SVĚTELNÉ JEVY – BARVY

Neprůhledné předměty světlo odrážejí, průhledné předměty světlo propouštějí, to již víme. I průhledné předměty mohou ale některé barvy pohlcovat. Proč se nám jeví červené sklíčko jako červené? Z dopadajícího bílého světla pohltí zelené barvy a propustí ty ostatní, které dohromady dávají nějaký červený odstín. Průhledným předmětem, které pohltí některé barvy dopadajícího světla, a tím mění barvu světla, říkáme barevné filtry. Používají se třeba v divadelních světlících, abychom získali zdroj barevného světla.


Existují také speciální světelné zdroje, které vyzářují světlo pouze jedné spektrální barvy. Jsou to např. sodíkové výbojky, reklamní „neonové“ trubice nebo lasery.



sodíková výbojka



zelený laser




Srovnajte spektrum bílého světla, světla odraženého od žlutého papíru a světla sodíkové výbojky.

Vnímání barev, barvoslepost

V úvodu jsme se zmínili o barvoslepém člověku. Je těžké se vžít do jeho role, ale víme, že červenou a zelenou nerozliší. Nemůžeme čekat, aby je takto pojmenoval. Vidíme, že s barvou předmětu je to těžké. Abychom předmět viděli červený, musí mít povrch určité vlastnosti (pohlcuje zelené barvy), musí na něj dopadat správné světlo (nejlépe bílé, ale určitě ne zelené) a ještě k tomu musíme mít zdravé oči, které barvy vidí.

Barvoslepost, v některých případech porucha barvoslepa, se dá zjistit pomocí čtení jednoduchých testovacích obrázků.



Barva je vjem, který závisí na předmětu, na osvětlení a na vlastnostech pozorovatele.

informatika a výpočetní technika

stávající učivo: zde jsou učební plány značně volné, závisí na škole a vyučujícím, co zařadí do výuky; existující související témata – grafické editory (Windows Malování apod.), volba a definice barvy v grafickém editoru (pro Windows Malování jde o RGB + HSB), základy HTML, definice barev v HTML (#FFFFFF syntaxe)

časové zařazení do výuky: opět na vyučujícím, na pilotní škole 2. pololetí 7. ročníku – téma grafické editory

rozšíření učiva

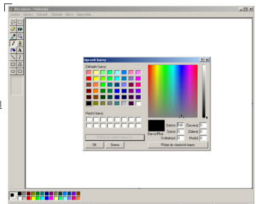
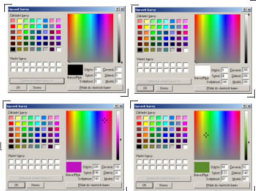

- RGB zápis barvy – motivačně – Proč vůbec je ve Windows Malování nějaké RGB?
- vnímání barvy lidským okem – tyčinky a tři druhy čípků citlivých na tři barvy (zde se jedná o učivo biologie člověka či fyziky, kapitola zrak / lidské oko, ale kvůli řazení biologie člověka vesměs o ročník výš a potřebu předřazení kapitol geometrické optiky ve fyzice před kapitolu lidské oko není vhodná časová návaznost – viz také řazení dílčích témat)

RGB ZNAMENÁ RED – GREEN – BLUE


V aplikaci Windows Malování si chceme zvolit svoji pěknou barvu. Jak na to? Každý jistě snadno najde v menu aplikace volbu Barvy → Upravit barvy... → Definovat vlastní barvy. Každý jistě také zvládne umístit klíček někde do zobrazované barevné palety, ale co s těmi šestí číselnými políčky vpravo dole? Jaká čísla tam mohou napsat a jak vůbec souvisí barvy s čísly?

K hodnotám Odstín – Sytost – Světlost se vrátíme později, nyní se podíváme se na hodnoty Červená – Zelená – Modrá. Raději je budeme nazývat mezinárodním označením RGB (Red – Green – Blue). Zkusme v aplikaci Windows Malování vybrat vlastní barvu a přitom posouvat záměrným klíčkem v barevném čtverci a uhlíkem v barevném sloupci úplně vpravo. (screenhotsy Malování, několik barev) Vidíme, že se číselné hodnoty mění. Tři nuly odpovídají černé, třikrát 255 odpovídá bílé. Každou barvu můžeme popsat trojicí čísel z rozmezí 0 až 255. První číslo v trojici udává, kolik je v barvě základní červené, druhé číslo udává, kolik je v barvě základní zelené, třetí číslo udává totéž pro modrou. Učti, jaká barva se skrývá pod trojicí 128 255 0 nebo pod trojicí 180 70 100. Najdi nějakou světle modrou barvu a zapiš ji pomocí čísel RGB.

Odpovídi na otázky:

Proč ale používáme k číselnému zápisu barev zrovna trojici červená – modrá – zelená? Souvisí to s vlastnostmi lidského oka. V biologii se budete učít, že lidské oko obsahuje dva základní typy buněk citlivých na světlo – tyčinky a čípky. Barvy vnímáme pomocí čípků a těch jsou tři druhy citlivé po řadě právě na červené, zelené a modré světlo. Nejjednodušší způsob, jak nastimulovat v oku barevný vjem třeba při sledování televize, je smíchat konkrétní barvu z červené, zelené a modré. Každou ze tří barevných složek budeme vnímat jedním z druhů čípků.



Citlivost světlocitlivých buněk tyčinek tradiční a čípku čoumá na různé barvy světla.


Zdroj: tyčinky a čípky

ZÁPIS BARVY V POČÍTAČOVÉ APLIKACI

Televizní obrazovka, barevný monitor

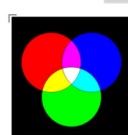
Když se podíváš lupou na televizní obrazovku, uvidíš, že celá její plocha je složena z malých barevných plošek, které svítí červeně, zeleně a modře. V místech s červeným obrazem svítí pouze červené plošky a také v místech, kde je zelená nebo modrá plocha svítí pouze odpovídající plošky. Ve žloutých místech svítí plošky červené a zelené, v oranžových svítí červeně více a zeleně méně.

Právě hodnoty RGB uvádějí, jak moc svítí jednotlivé barevné plošky. Když chce zobrazit výše zmíněnou zářivě žlutozelenou barvu 130 255 0, musím červené plošky rozsvítit na polovinu maximálního jasu (128 = 1/2 x 255, zelené plošky naplno (255) a modré zůstanou zhasnuté (0). Když se podíváš na monitor počítače v místě barevné palety aplikace Windows Malování, uvidíš ty samé plošky tři barev jako na televizní obrazovce a můžeš sledovat jejich jas v závislosti na zobrazené barvě.




Pomocí barev RGB nemusíme míchat barvy jen na televizní obrazovce či počítačovém monitoru. Když vezmeme tři svítilna s červeným, zeleným a modrým světlem, docílíme stejného výsledku.

Míchání barevných světél



RGB zařízení

I další zařízení, která pracují s barvami, je popisují pomocí RGB. Světlocitlivé čípky skenerů, digitálních fotoaparátů nebo videokamer jsou citlivé na červenou, zelenou a modrou stejně jako lidské oko. Ve všech případech, kdy mícháme barevná světla, můžeme použít zápis barvy v RGB.



Důležitá poznámka - Pokud budeme míchat barevné inkousty nebo tempery či práškové barvy a nanášet je na papír, bude vše trochu jinak. Brzy se dozvíte jak...

- RGB podrobněji + jeho grafická reprezentace – krychle, konkrétní příklady aditivního míchání barev jako důvod proč používat RGB = míchání světél, odvolání se na vnímání barev lidským okem
- další zápis barvy – např. HSB – velice stručně, hlavně proto, že se používá ve Windows Malování a pro demonstraci, že RGB není jediné; pokud možno také grafická reprezentace HSB prostoru – 2 kužely základnou k sobě
- další zápis barvy CMYK – lze demonstrovat na barevné inkoustové tiskárně – inkousty opravdu nejsou RGB; doplňkové barvy C<->R, M<->G, Y<->B. A proč vůbec používáme černou K?
- CMYK míchání inkoustů na papíře a v malířství („žlutá a modrá dá zelenou“ nebo přesněji „žlutá a azurová dá zelenou“)
- RGB ani CMYK nejsou jednoznačné – např. RGB různí výrobci obrazovek (wide gamut monitory – ideálně ukázat vzorky), CMYK různé odstíny základních inkoustů
- nejednoznačnost RGB a CMYK => nutnost absolutních barvových prostorů, např. xyY a jeho grafická reprezentace – chromatický diagram
- chromatický diagram a barevné gamuty – RGB, CMYK novinový, CMYK kvalitní; spoustu barev nezobrazíte monitorem ani nevytisknete; kde jsou v chromatickém diagramu barvy duhy? úvahy nad simulací reálného světa, která je vždy něčím limitovaná...

biologie

stávající učivo – lidské oko jako orgán zraku, tyčinky a tři druhy čípků

časové zařazení do výuky – v zájmu návaznosti by bylo ideální mít téma lidské oko zařazené před projektem Barvy kolem nás. Ve většině ŠVP však není reálné. Při výuce tématu lidské oko lze zpětně projekt připomenout a uvést do dalších souvislostí.

rozšíření učiva

- učivo nerozšiřovat, pro potřeby projektu stačí informace o třech typech čípků;
- volitelně lze zmínit barvoslepost a její druhy

výtvarná výchova

stávající učivo – míchání barev v malířství, počítačová grafika jako jeden z prostředků užitých při umělecké tvorbě pro zachycení jevů a procesů v proměnách a vztazích

časové zařazení do výuky – ideálně na závěr projektu, některé myšlenky projektu lze rozvinout v další výuce výtvarné výchovy

rozšíření učiva

- základní míchání malířských barev kvantifikovat při využití barvového prostoru CMYK;
- úkol namalovat daný obraz pouze pomocí 4 základních barev (lze to vůbec?);
- volitelně ucelené doplňující téma – základy čtyřbarevného tisku

CÍLE MEZIPŘEDMĚTOVÉHO VÝUKOVÉHO TÉMATU BARVY KOLEM NÁS

Základním cílem projektu Barvy kolem nás je interdisciplinární propojení učiva zejména fyziky a informatiky, případně dále výtvarné výchovy a biologie v rámci výuky jedno specifického tématu. Volba předkládaných informací se opírá o rámcově vzdělávací plány pro druhý stupeň základní školy, vychází z nich a vhodným způsobem je rozšiřuje.

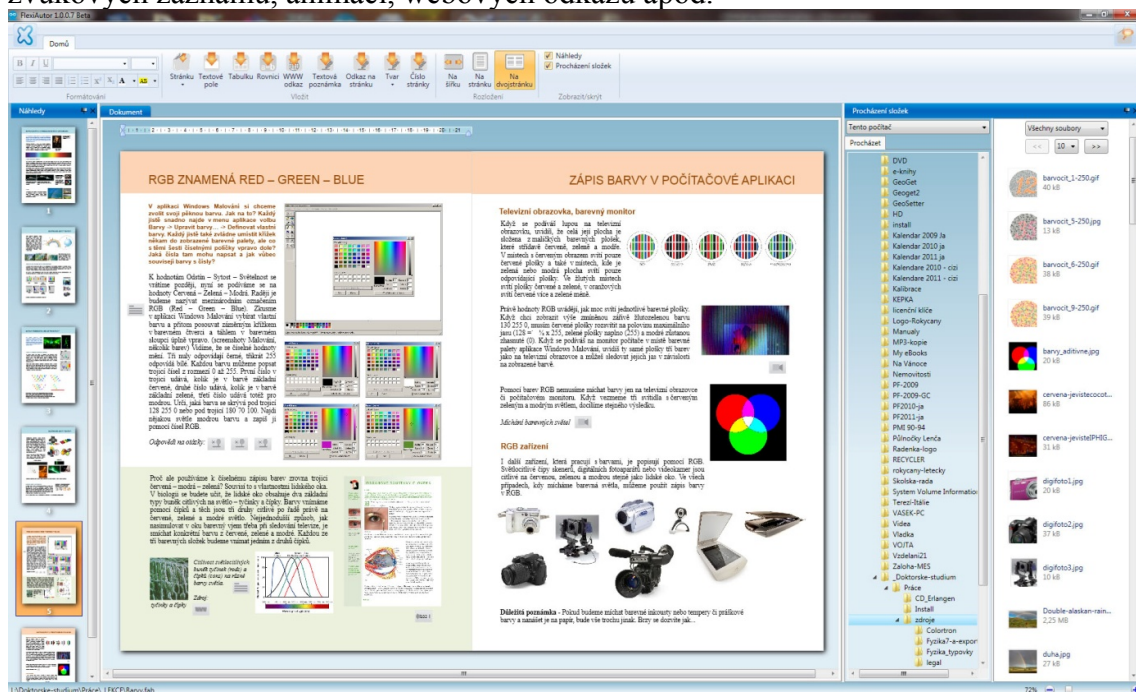
Po realizaci projektu by měli žáci zvládnout tyto cíle:

- popsat souvislost mezi bílým a barevným světlem ve slunečním spektru,
- objasnit rozdíl mezi čistou spektrální barvou a barvami složenými,
- vysvětlit princip vnímání barev lidským okem,
- objasnit princip aditivního a subtraktivního míchání barev a zvládnout míchání barev v konkrétní situaci,
- vysvětlit podstatu zápisu barev v počítačových aplikacích – RGB a CMYK,
- objasnit nevýhody barvových prostorů RGB a CMYK a důvod zavedení xyY apod.,
- popsat chromatický diagram a jeho souvislost se spektrálními barvami.

Cíle jsou pouze doporučené, na základě realizace samotného projektu lze formulovat ještě další cíle dle konkrétní situace.

AUTORSKÝ SOFTWAREVÝ NÁSTROJ FLEXIAUTOR NAKLADATELSTVÍ FRAUS

Flexiautor vychází z koncepce dnes již klasické interaktivní učebnice. Ta obsahuje nosnou výkladovou vrstvu zobrazující komplementární tištěnou učebnici a tuto základní rovinu rozšiřuje o možnosti interaktivní dotykové tabule. Prvním rozšířením (tzv. základní interaktivitou) je možnost rychlého zvětšování požadovaných částí stránky, jednotlivých obrázků a textů. Dále je doplněna operativní navigace pro přechod mezi obsahem, rejstříkem a odkazovanými stránkami. Dalším rozšířením klasické učebnice je doplnění výukového obsahu multimediálními materiály v podobě obrázků, videa, zvukových záznamů, animací, webových odkazů apod.



Oproti běžné i-učebnici, která je postavena na předem připraveném základním obsahu, umožňuje Flexiautor vytvořit výukové téma zcela od začátku. Po založení nového dokumentu je k dispozici první prázdná stránka, na kterou autor výukového tématu sám umísťuje jednotlivé objekty a tím vytváří celou stránku. Základními objektem jistě bude vždy textové pole s běžně užívanými atributy textu (velikost písma, tučnost, kurzíva atd.), grafiku stránky je možné vylepšit různými tvary (obdélníky, kruhy, šipkami,...). Do stránky se vloží obrázky, které mohou být v podobě tlačítka, malého náhledu nebo obrázku v plné velikosti. Multimediální obsah je zprostředkován stejným způsobem jako v interaktivní učebnici, tj. pomocí tlačítek reprezentujících různý obsah – video, audio, animace, www odkaz, textová poznámka, obecný dokument, interaktivní cvičení, externí přímo spustitelná aplikace a další.

Pro každý z vložených objektů mohou nastavit, zda bude či nebude interaktivní a tím řídit jeho chování. (Např. není vhodné, aby byly interaktivní i nějaké barevné stránkové podtitky.) Pokud je zapotřebí stránku upravit naprosto dokonale, je možné její jednotlivé prvky zarovnávat přímo na číselné pozice.

Výhody aplikace FlexiAutor

Základní výhodou je flexibilita připravovaného výukového obsahu. Mohu mít vytvořenou základní lekci, výukovou hodinu, která bude obsahovat související rozšiřující objekty – obrázky, videa, zvuky, webové odkazy atd. Pokud zjistím novou

informaci, kterou lze do vyučovací hodiny zařadit, nemusím pracně předělávat celou lekci, ale informaci jednoduše přidám na dvojstránku lekce. V extrémním případě může dvojstránka sloužit víceméně jen jako rozcestník pro mé další materiály – interaktivní cvičení, flashová cvičení, cvičení založená na jiných aplikacích (Geonext), videa, zvukové nahrávky,... Výhodou ale samozřejmě je, umístit nějakou pasáž přímo do základní stránky.

FlexiAutor umožňuje vytvoření zcela vlastní autorské interaktivní učebnice ve známé podobě, která se v dnešní době stává standardem.

Kontaktní adresa

*Mgr. Václav Kohout
Nakladatelství FRAUS
E-mail: kohout@fraus.cz*

VYUŽITÍ HLASOVACÍCH ZAŘÍZENÍ VE VÝUCE

Jana KONČELOVÁ

Abstrakt

Elektronické hlasování jako okamžitá zpětná vazba patří v současnosti mezi klíčové moderní informačně-komunikační technologie, které v průběhu výuky dovolují vysokou míru interaktivity a aktivního poznávání studentů. U nás je tato problematika, rozvíjená v zahraničí posledních 15 let, téměř neznámá. Jako aplikaci s ilustračními příklady a se sbírkou úloh článek rozebírá nejrozšířenější a nejvýznamnější metodu s využitím hlasovacího zařízení, metodu Peer Instruction.

USING A RESPONSE SYSTEM AT SCHOOL

Abstract

At present time electronic voting as an immediate feedback is a modern information-communication technology that belongs among key technologies allowing highly interactive teaching and student's active learning. In Czech Republic voting as a teaching method which is being developed in abroad intensively last fifteen years is practically unknown issue. As an application with particular illustrations and a collection of tasks the topic analyzes the most widely-used and important educational method using a response system - the Peer Instruction method.

Úvod

Na našich základních i středních školách mají již v mnoha případech učitelé k dispozici elektronická hlasovací zařízení. Taková zařízení učitelům usnadňují práci při opravách testů, díky nim je možné okamžitě zobrazovat výsledky žáků v grafech, zjednodušují učitelům přípravu na hodiny a zpříjemňují jejich průběh. Nemohla by ale hlasovací zařízení v našich školách pomáhat ještě více? Nechme se inspirovat dobrými výsledky ze zahraničních škol a pokusme se zařadit do výuky na našich školách efektivní didaktické vyučovací metody využívající hlasovací zařízení.

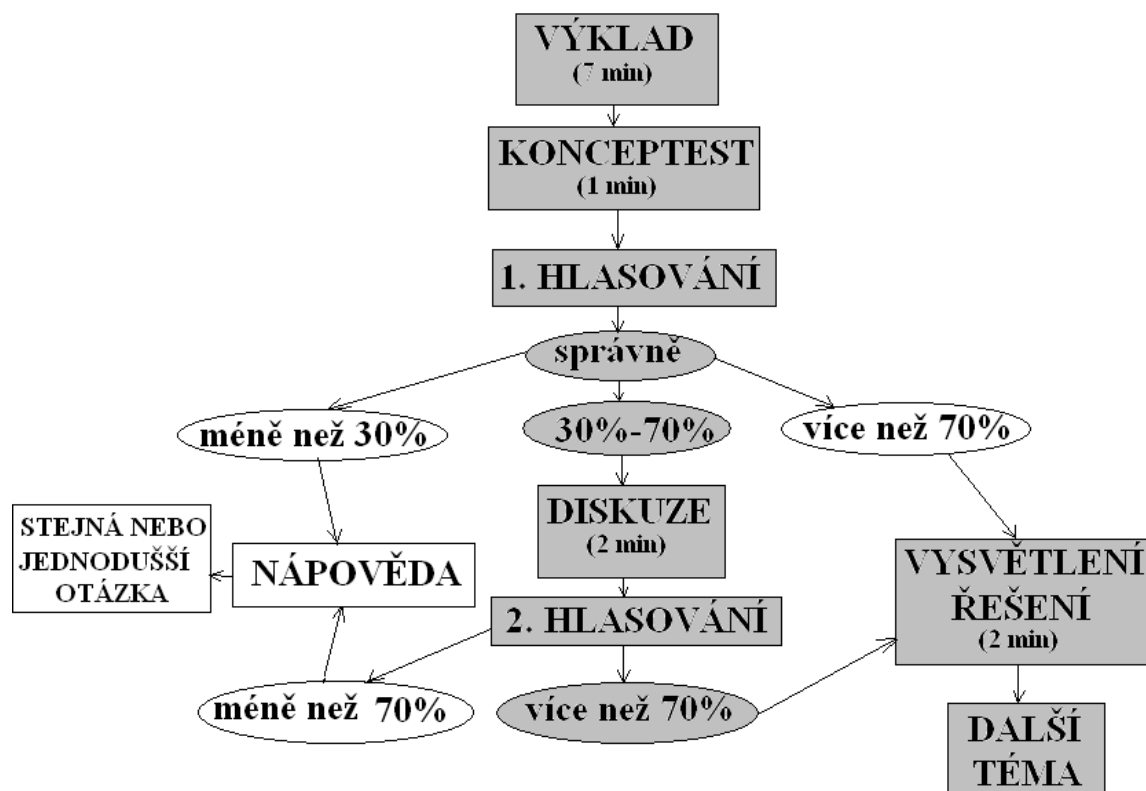
Peer Instruction

V současné době je světově nejrozšířenější didaktickou metodou využívající hlasovací zařízení ve výuce metoda Peer Instruction.

Metodu Peer Instruction začal vytvářet Eric Mazur, profesor Harvardovy univerzity v USA v polovině 90. let minulého století poté, co jeho studenti neuspěli v testech Force Concept Inventory. Profesor dal svým studentům tento test a byl přesvědčen, že jeho studenti s vypracováním nebudou mít vůbec žádné problémy. Pochyby přišly již chvíli po rozdělení úloh, když se jeden ze studentů zeptal, jestli má odpovídat podle toho, co si myslí, že je správně, nebo podle toho, co se učili. Test nedopadl dobře. Přesto, že přednášky Erica Mazura byly poutavé, logicky jasné, plné příkladů a u studentů velice oblíbené, měli studenti mezery v základních představách. To přimělo Erica Mazura k zásadní změně ve výuce fyziky. (HANČ, VASZIOVÁ 8)

Metoda Peer Instruction se skládá z bloků, přičemž každý blok se týká jednoho základního pojmu. Blok začíná krátkým výkladem, trvajícím přibližně 7-10 minut. Po něm následuje konceptest. Konceptest je konceptuální otázka s výběrem z odpovědí, která se nezaměřuje na znalosti definic a vzorců, ale zkoumá porozumění studentů. Tento pojem zavedl Eric Mazur. Konceptest je tedy otázka, na kterou studenti pomocí hlasovacích zařízení odpovídají.

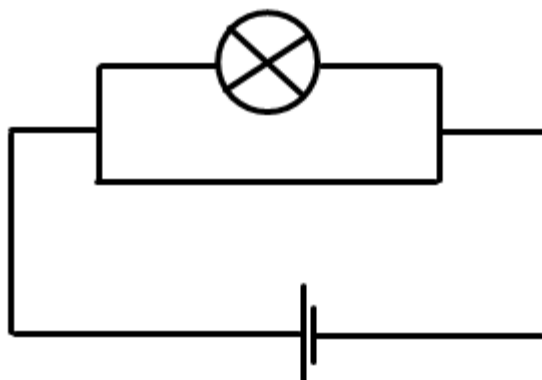
Po přečtení a rozmyšlení odpovědi studenti hlasují. V tuto chvíli ještě každý sám za sebe, opisování je nežádoucí. Poté následuje diskuze. Nejedná se o diskusi v rámci celé třídy, ale o takzvanou Peer diskusi, které se účastní tři nebo čtyřčlenné skupiny studentů. Při diskusi studenti přemýšlejí, argumentují a snaží se přesvědčit spolužáky o svém názoru. Učitel prochází mezi jednotlivými skupinami, poslouchá, jak studenti argumentují, co si o problému myslí a jak si s ním poradí. Pomáhá studentům vytvářet správné představy. Učitel díky diskuzím ví, s čím mají studenti problémy a může jim efektivně pomáhat. V diskuzích se také využívá myšlenky, že „učitelé“ i „žáci“, tedy ti, kteří mají o řešení problému jasnou představu, a ti, kteří s utříděním myšlenek potřebují pomoc, jsou vrstevníci, kteří hovoří stejným jazykem. Nemusí tedy překonávat komunikační bariéry způsobené odbornými termíny a nestydí se zeptat na věci, kterým nerozumí, jak tomu může být při komunikaci se skutečným učitelem. Po diskusi následuje další hlasování k té samé otázce. Praxe ukazuje, že úspěšnost po druhém hlasování bývá vyšší, než po prvním hlasování. Je tomu tak při použití správně zvolených otázek a při vhodném výkladu.



Obr. 1 Schéma průběhu jednoho bloku v metodě Peer Instruction

Ukázka z praxe

Metodu Peer Instruction jsem několikrát zařadila do své výuky na základní škole. Velmi zajímavé bylo její použití v osmém ročníku při probírání základních elektrických obvodů. Úkolem žáků bylo rozhodnout, zda žárovka v obvodu (viz obr. 2) svítí.



Obr. 2 Schéma elektrického obvodu

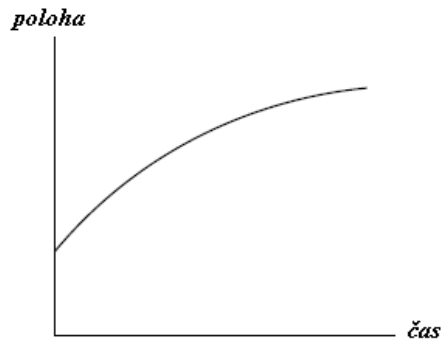
Před zadáním otázky jsme si společně zopakovali, že elektrický proud prochází uzavřeným obvodem. Po zadání otázky ještě před hlasováním měli žáci doplňující otázky zda není žárovka prasklá nebo baterie vybitá. Po ujištění, že je vše s obvodem v pořádku, celá třída hlasovala pro možnost, že žárovka svítí. Třída byla rozdělena do 4 skupin a každá skupina měla k dispozici sadu vodičů, baterii a žárovku. Ověření správnosti své odpovědi tedy provedli pokusem. Žádné skupině se zapojením obvodu z nákresu nepodařilo žárovku rozsvítit. Důvod, proč žárovka nesvítí, si sami nedokázali vysvětlit. Viděli ale, že nesvítí, proto celá třída při dalším hlasování zvolila možnost druhou – žárovka nesvítí. Poté jsme si vysvětlili, že proud „je líný“, „jde cestou nejmenšího odporu“ a projde raději větví bez žárovky.

Každý z žáků si díky této metodě musel sám utvořit vlastní názor, vyjádřit ho prvním hlasováním a společně se skupinou prodiskutovat svou odpověď. Sestavením obvodu došlo k ověření odpovědi a při dalším hlasování žáci hlasovali podle své nové zkušenosti. Zděšení ze špatné představy a samotné odhalení této miskoncepce vedlo u žáků k velice dobrému zapamatování probírané látky.

Ukázka konceptestů

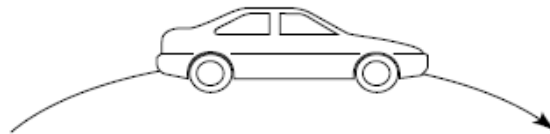
- Člověk stojící na okraji útesu hodí jeden míček přímo vzhůru a druhý přímo dolů se stejnými počátečními rychlostmi. Zanedbejte odpor vzduchu. Míček, který dopadne na zem pod útesem s větší rychlostí, je ten, který byl na začátku hozen
 - A) přímo vzhůru.
 - B) přímo dolů.
 - C) ani jeden, oba dopadnou se stejnou rychlostí.

- Vlak jede po přímé dlouhé trati. Graf závislosti polohy na čase na obrázku popisuje pohyb vlaku. Grafem je znázorněno, že vlak



Obr. 3 Graf závislosti polohy vlaku na čase

- A) stále zrychluje.
 - B) stále zpomaluje.
 - C) chvíli zrychluje a chvíli zpomaluje.
 - D) jede konstantní rychlostí.
- Auto projíždí zatáčkou stálou rychlostí. Působí na auto v zatáčce nějaká výsledná síla?



Obr. 4 Auto projíždějící zatáčkou

- A) Ne, auto jede stálou rychlostí.
 - B) Ano.
 - C) Záleží na zakřivení zatáčky a rychlosti auta.
- Sportovní auto zrychlí z nuly na 50 km/h za 1,5 s. Za jak dlouho zrychlí z nuly na 100 km/h, uvažujeme-li že výkon motoru je nezávislý na rychlosti a zanedbáme-li tření?
 - A) 2 s
 - B) 3 s
 - C) 4,5 s
 - D) 6 s
 - E) 9 s
 - F) 12 s

Literatura

1. ABRAHAMSON, L. *A Brief History of Networked classroom*, p.1-25, In: Banks , D. A. (ed.), *Audience Response Systems in Higher Education, Applications and Cases*, Information Science Publishing, Hershey (USA), London (UK) 2006, 405 p., ISBN: 978-1591409472
2. BANKS, D. A. *Audience Response Systems in Higher Education, Applications and Cases*, Information Science Publishing, Hershey (USA), London (UK) 2006, 405 p., ISBN: 978-1591409472
3. BRUFF, D. *Teaching with Classroom Response Systems: Creating Active Learning Environments*, Jossey-Bass, San Francisco, 2009. 240 p. ISBN: 978-0470288931 <http://derekbruff.com/teachingwithcrs/>, (cit. 22. 3. 2010)
6. CROUCH, C. H., MAZUR, E. *Peer Instruction: Ten years of experience and results*, In: *American Journal of Physics*, 2001, Vol. 69, No. 9, pp. 970-977, ISSN: 00029505.
7. DEREK BOK CENTER, MAZUR, E. *Interactive teaching DVD: Promoting Better learning Using Peer instruction and Just-in-Time Teaching*, Addison-Wesley, 2007 <http://www.teachingdvd.com>, (cit. 22. 3. 2010)
8. FAGEN, A. P., CROUCH, C. H., MAZUR, E. *Peer Instruction: Results from a Range of Classrooms*, In: *The Physics Teacher*, 2002, Vol. 40, pp 206-209. ISSN: 0031-921X
9. HANČ, J. *Aktívne poznávanie študentov pomocou metódy Peer Instruction*, Vyučovanie fyziky vo svetle nových poznatkov, 2008.
10. HANČ, J., VASZIOVÁ, G. *Metóda Peer Instruction: Metodický materiál*, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika, Košice, 2008.
11. HOLLAND, L. C., LIDE, W. G. *An Internet Based Classroom Response System*, In: *Journal of the Academy of Business Education*, 2006, 7, pp. 1-11. ISSN: 1542-8710.
12. JUDSON, E., SAWADA, D. *Learning from Past and Present: Electronic Response Systems in College Lecture Halls*, *Jl. of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 2002, Vol. 21, No. 2, pp. 167-181. ISSN: 0731-9258.
13. KONČELOVÁ, J. *Hlasování jako okamžitá zpětná vazba ve výuce fyziky* (diplomová práce). Ústí nad Labem: UJEP, 2010.
14. MAZUR, E. *Peer Instruction: A User's Manual*, Prentice Hall, 1997, 253 p., ISBN: 978-0135654415

Kontaktní adresa

Mgr. Jana Končelová
Přírodovědecká fakulta UJEP, katedra fyziky
České mládeže 8, 400 96 Ústí nad Labem
E-mail: janakoncelova@seznam.cz

PORÉZNÍ KŘEMÍK A CESTA K SENZORŮM CHEMICKÝCH LÁTEK (ELEKTRONICKÉ NOSY)

Martin KONEČNÝ, Juraj DIAN

Abstrakt

Příspěvek představuje nanokrystalický polovodičový materiál – porézní křemík – a možnosti jeho využití v praxi. Snahou je populárně přiblížit čtenáři princip viditelné fotoluminiscence porézního křemíku a postupy vedoucí ke konstrukci senzorů chemických látek pro plynnou fázi (elektronické nosy). Cílem článku je rozšíření obzorů v interdisciplinární oblasti fyzika – chemie – nanomateriály pro následné využití v hodinách fyziky a chemie na SŠ. Toto aktuální téma může být též doplňkem sady zajímavých a jednoduchých pokusů zabývajících se jevem luminiscence [1].

POROUS SILICON AND THE ROAD TO SENSORS OF CHEMICAL SPECIES (ELECTRONIC NOSES)

Abstract

The article presents a nanocrystalline semiconductor material – porous silicon – and its application possibilities. We would like to offer a popular insight into principles of visible photoluminescence of porous silicon and ways leading to the construction of chemical sensors for gas phase (electronic noses). This paper aims at broadening of horizons in the interdisciplinary fields of physics – chemistry – nanomaterials and the subsequent use in physics and chemistry high school lessons. This subject can also be a supplement of a set of interesting and simple experiments dealing with the luminescence phenomenon [1].

Úvod

Křemík (Si – silicium) je druhým nejrozšířenějším prvkem v zemské kůře.

¹ V přírodě se nachází pouze ve formě sloučenin z velké části odvozených od křemene (oxidu křemičitého SiO_2). Díky jeho chemickým a fyzikálním vlastnostem se s ním můžeme setkat v celé řadě oblastí. V dnešní době si již těžko dokážeme představit elektronické součástky (zvláště integrované obvody) bez křemíku. Od roku 1954, kdy byl Tealem zkonstruován první křemíkový tranzistor, zažívá křemík vývoj, který nemá obdoby u žádného jiného materiálu. Díky tomu se křemík stal jedním z nejlépe prostudovaných materiálů. [3]

Samotný krystalický křemík vykazuje velmi slabou fotoluminiscenci², která je navíc měřitelná pouze za velmi nízkých teplot. Až v roce 1990 byla L. T. Canhamem objevena viditelná fotoluminiscence u materiálu obsahujícího nanokrystalicity (porézní křemík). Tento objev vzbudil zájem fyziků i chemiků. Díky intenzivnímu výzkumu

¹ Ve vesmíru je až sedmý v pořadí po H, He, C, N, O a Ne [2].

² Luminiscence vzniká vybuzením atomu luminoforu do excitovaného (energeticky bohatšího) stavu a následným návratem atomu do základního stavu, při kterém dojde k vyzáření fotonu. Podle způsobu excitace rozlišujeme různé druhy luminiscence, např. u *fotoluminiscence* dochází k excitaci světlem.

nachází porézní křemík uplatnění v různých oblastech vědy (např. optoelektronice, medicíně). Nyní je nejvíce zkoumána možnost jeho využití jako senzoru chemických látek. V době hrozeb teroristických útoků a zamoření životního prostředí chemickými látkami roste poptávka po přístrojích, které by rychle a spolehlivě detekovaly uvedené látky a odhalily tak včas případnou hrozbu. Porézní křemík se jeví jako materiál schopný rychle a citlivě reagovat na svoje okolí a je tedy předurčen k výrobě chemosenzorů. [4] Z důvodu jeho velkého vnitřního povrchu (až $600 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) jej lze využít jako katalyzátor nebo nosič chemických látek. Může se rovněž využívat jako pomocný materiál pro výrobu elektronických součástek či mikromechanických součástek.

Pásová teorie pevných látek a princip fotoluminiscence porézního křemíku

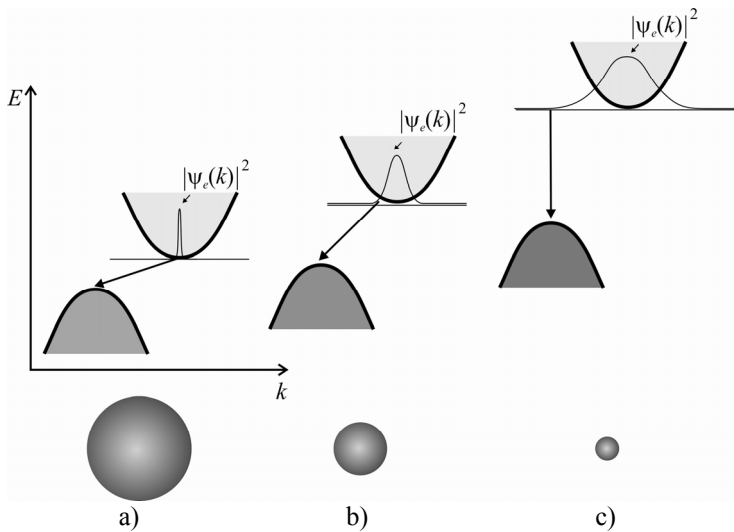
Pásová teorie pevných látek je energetický model pevné látky s periodickou strukturou, který používáme pro vysvětlení elektrických vlastností krystalických látek. Atomy u téměř všech krystalických látek jsou tak blízko u sebe, že jejich valenční elektrony tvoří společný systém elektronů v krystalu jako celku. Tento elektronový systém se řídí Pauliho vylučovacím principem a místo diskrétních charakteristických energetických hladin jednotlivého atomu je elektronová struktura krystalu tvořena pásy energií. Elektrony postupně obsazují tyto elektronové pásy, které jsou odděleny tzv. pásy zakázaných energií. Poslední pás energií zcela obsazený elektrony se nazývá valenční a první pás elektrony ne zcela obsazen pás vodivostní. [5]

K popisu elektronu v pevné látce je třeba využít přístupu kvantové mechaniky. Ta říká, že částicím nelze jednoznačně připsat částicové nebo vlnové vlastnosti. Tento vlnově-korpuskulární dualismus má za důsledek svázání typicky částicových veličin (energie E , hybnost \mathbf{p}) a vlnových veličin (úhlová frekvence ω , vlnový vektor \mathbf{k}) vztahy: $E = \hbar\omega$, $\mathbf{p} = \hbar\mathbf{k}$, kde \hbar je redukovaná Planckova konstanta. Elektrony ve vodivostním pásu lze v základním přiblížení popisovat jako elektrony volné. Energie volného elektronu o hmotnosti m je určena jeho kinetickou energií: $E = \frac{\mathbf{p}^2}{2m}$ a po uvážení vztahu

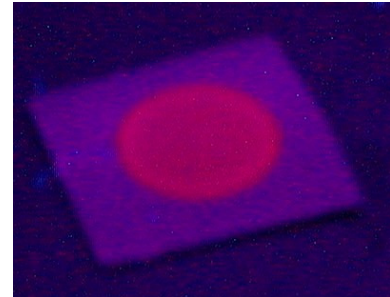
mezi hybností a vlnovým vektorem můžeme energii elektronu vyjádřit jako $E = \frac{\hbar^2 k^2}{2m}$.

Celková energie elektronu závisí tedy na vlnovém vektoru a v okolí minima ji lze popsat parabolickou závislostí.

U křemíku – polovodiče s nepřímým zakázaným pásem – je fotoluminiscence, neboli zářivá rekombinace elektronu a díry, vzhledem k vzájemně jiné poloze maxima valenčního a vodivostního pásu zakázaným procesem (viz Obr. 1a)). Pro elektron-děrové rekombinace je zapotřebí vedle splnění zákona zachování energie (dojde k vyzáření fotonu o energii odpovídající šířce zakázaného pásu) ještě interakce s kmity krystalové mřížky, tzv. fonony, kam se předá část energie. Tímto je zajištěno splnění zákona zachování hybnosti. Pravděpodobnost rekombinace je o několik řádů nižší než u polovodičů s přímým zakázaným pásem. Krystalický křemík proto vykazuje velmi slabou fotoluminiscenci, která je vzhledem k šířce zakázaného pásu (1,12 eV) v oblasti infračervené a lze ji měřit pouze za nízkých teplot (4,2 K) [4], viz Obr. 1a).



Obr. 1: Kvantový rozměrový jev pro polovodič s nepřímým zakázaným pásem
Převzato z [3]



Obr. 2:
Viditelná fotoluminiscence porézního křemíku
Převzato z [6]

Již před objevem viditelné fotoluminiscence porézního křemíku (viz Obr. 2) bylo zjištěno, že optické vlastnosti polykrystalických látek jsou závislé na velikosti krystalitů. Původ viditelné fotoluminiscence v nanokrystalickém křemíku je dán kvantovým rozměrovým jevem, který se začíná projevovat, když jsou rozměry nanokrystalů menší než 5 nm. V prvním přiblížení můžeme elektron v nanokrystalu křemíku popsat modelem elektronu v nekonečně hluboké potenciálové jámě šířky L . Z řešení Schrödingerovy rovnice plyne pro povolené hodnoty energie vztah:

$$E_n = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2mL^2} n^2, \quad (1)$$

kde m je hmotnost elektronu, n kvantové číslo. Kvantový rozměrový jev má v polovodiči s nepřímým zakázaným pásem několik důsledků:

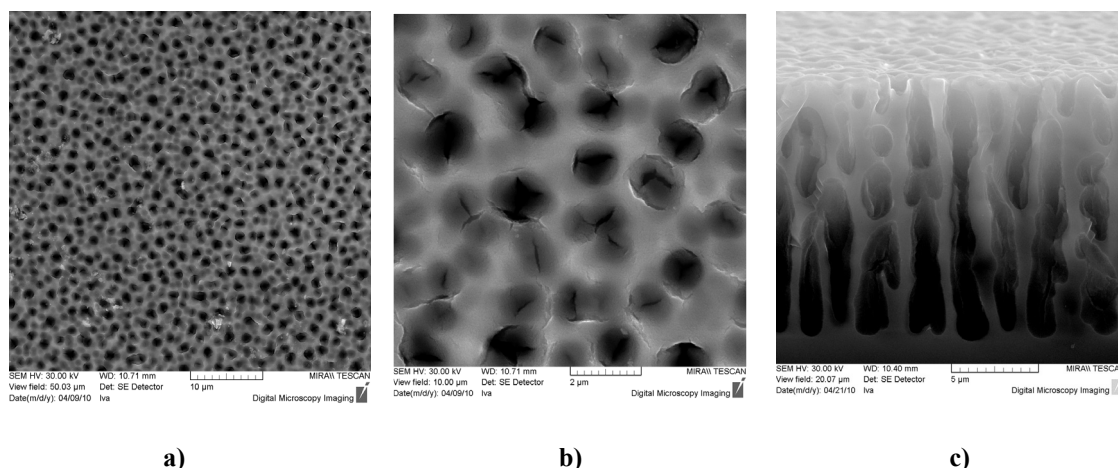
- Se zmenšováním rozměrů krystalitů dochází k posuvu energetických hladin k vyšším hodnotám (viz vztah (1)), což u nanokrystalického křemíku má za následek posun fotoluminiscence z infračervené oblasti do oblasti viditelné (Obr. 2).
- V důsledku Heisenbergova principu neurčitosti vede lokalizace elektronu v reálném prostoru k delokalizaci vlnové funkce elektronu v k -prostoru a u polovodiče dochází k „napřimování“ zakázaného pásu, jehož důsledkem je nárůst pravděpodobnosti nepřímých přechodů, viz Obr. 1c). Důsledkem tohoto chování je, že u křemíkových nanokrystalů lze pozorovat viditelnou fotoluminiscenci již pouhým okem a to i při pokojové teplotě.

Porézní křemík

Křemík čistoty 97 – 99 % se vyrábí redukcí velmi čistého křemenného písku koksem v elektrické obloukové peci na grafitové elektrodě. Taková čistota křemíku však pro elektronické aplikace nestačí. Pro výrobu velmi čistého křemíku se používá chemická metoda, tzv. Siemensův postup, kdy vzniká polykrystalický křemík s obsahem nečistot méně než 10^{-9} %. Polykrystalický křemík však není pro většinu polovodičových součástek vhodný, používá se křemík monokrystalický, který se vyrábí obvykle metodou spočívající v krystalizaci z taveniny, tzv. Czochralského metoda.

Takto vznikne válcový monokrystal, který se dále pro některé aplikace čistí zonálním tavením, čímž vznikne monokrystalický křemík o velmi vysoké čistotě. [4]

Již v roce 1956 v Bellových laboratořích v USA byla pozorována Uhlirem a Turnerem tenká porézní vrstva na povrchu elektrochemicky leptaného krystalického křemíku. Nejčastěji se porézní křemík připravuje právě elektrochemickým leptáním krystalického křemíku ve směsi kyseliny fluorovodíkové a ethanolu, kde je křemík zapojen jako anoda a jako katoda se používá platinová elektroda. Struktura porézního křemíku připomíná nepravidelný včelí plást (Obr. 3)



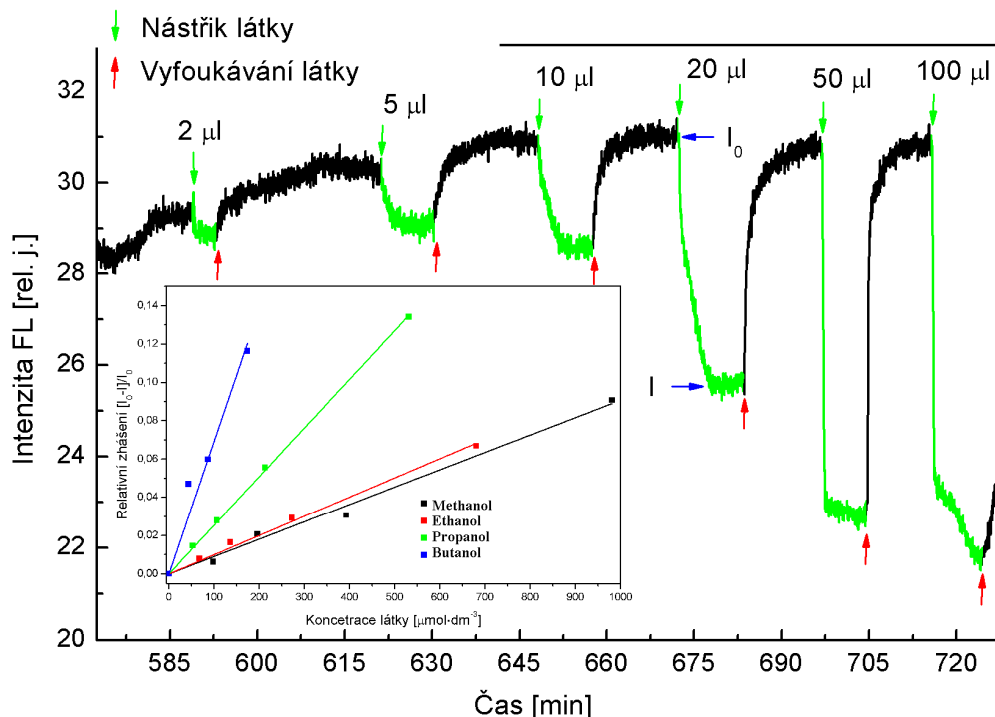
Obr. 3 Struktura a), b) povrchu a c) v řezu porézního křemíku

Senzory chemických látek (elektronické nosy)

Senzor je prvek, který je v kontaktu s měřeným prostředím a dokáže převést měřenou veličinu na dále zpracovatelný signál. Chemický senzor je schopen dát přímou informaci o chemickém složení okolí.

Různí lidé a zvířata mají různě citlivá čichová ústrojí, nosy. Vědci a firmy se snaží vyrobit jeho co možná nejlepší elektronickou kopii – senzory vůně nebo elektronický nos. Takovýto senzor by se dal využít v průmyslu, policejních složkách, gastronomii. Mohl by nahradit zvířata při hledání výbušnin, či drog. V době virtuální reality by byl doplňkem internetových seznamek nebo obchodů s parfémů. Zatímco elektronické provedení jiných smyslových orgánů se již úspěšně využívá, čich a sním spojená detekce pachů a vůní je málo obvyklá. Je to způsobeno strukturou pachu, která není definována žádnou konkrétní fyzikální veličinou. Člověk vnímá tisíce druhů pachů, které podle pocitů přiřazuje k podobné skupině. Tento vjem však nelze jednoduše parametrizovat jako je tomu například u světla – definováno vlnovou délkou.

U porézního křemíku můžeme dostat informaci o chemickém složení díky výrazné závislosti intenzity fotoluminiscence na chemickém okolí. Na Obr. 4 je znázorněna závislost intenzity fotoluminiscence porézního křemíku na chemickém okolí, v tomto případě na koncentraci butanolu v plynné fázi. Z obrázku je zřejmé, že se zvětšující se koncentrací alkoholu v plynné fázi dochází k většímu poklesu intenzity fotoluminiscence, tzv. zhášení. V Obr. 4 vlevo v rohu je znázorněna závislost relativního zhášení homologické řady lineárních alkoholů (methanol, ethanol, propanol, butanol) na koncentraci v plynné fázi. Právě tato vlastnost porézního křemíku umožňuje jeho využití jako senzorů chemických látek.



Obr. 4: Reakce intenzity fotoluminiscence na chemické okolí porézního křemíku

Detekci dané látky ve směsi lze dosáhnout modifikací povrchu vhodnými sloučeninami, které specificky interagují se sledovanou látkou. V supramolekulární chemii je známa celá řada sloučenin, které specificky vážou některé molekuly. Tento jev se nazývá molekulární rozpoznávání a příkladem může být např. specifická enzymů, které reagují pouze s určitou molekulou. Při modifikaci povrchu sloučeninou vykazující chemické rozpoznávání dojde zpravidla pouze k selektivě pro danou skupinu sloučenin. Sestavením různě modifikovaných sensorových prvků do sensorového pole pro detekci v plynné fázi lze vytvořit elektronický nos, kdy se současně měří odezva několika prvků s různým chemicky rozpoznávacím členem. Elektronickýmnosem je pak možné detekovat dané chemické individuum i ve směsi. Vzhledem k rychlosti sensorové odezvy porézního křemíku a kompatibilitě křemíku s mikroelektronikou lze očekávat, že elektronické nosy na bázi porézního křemíku umožní rychlé a spolehlivé určení chemického složení látek v okolí.

Shrnutí

Porézní křemík je nanokrystalický materiál, který je možno připravit elektrochemickým leptáním. Jeho struktura připomíná nepravidelný včelí plást (Obr. 3). Na rozdíl od krystalického křemíku je u něj možno pozorovat viditelnou fotoluminiscenci (Obr. 2) při pokojové teplotě, jejíž původ je v kvantovém rozměrovém jevu. Díky reakci intenzity fotoluminiscence (Obr. 4) na chemické okolí je možné jej využít pro konstrukci sensorů chemických látek.

Literatura

1. KONEČNÝ, M. *Co je to luminiscence?*. In Veletrh nápadů učitelů fyziky 13 : sborník z konference. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2008. s. 76-84. ISBN 978-80-7043-728-5.

2. Greenwood, N.N., Earnshaw, A. *Chemie prvků (Svazek I)*. Informatorium, Praha 1993, s. 402.
3. Dian J., Jelínek I. *Viditelná luminiscence materiálů na bázi křemíku*, Chemické listy 104, 2010. s. 1140-1147.
4. KONEČNÝ, Martin. *Optická detekce chemických látek pomocí senzorů na bázi porézního křemíku*. Praha, 2010. 50 s. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta. Vedoucí práce Doc. RNDr. J. Dian, CSc. Dostupné z WWW: <http://digitoor.is.cuni.cz.ezproxy.is.cuni.cz/R/-?func=dbin-jump-full&object_id=201916&silos_library=GEN01>.
5. MECHLOVÁ, E., KOŠTÁL, K. a kol. *Výkladový slovník fyziky : pro základní a vysokoškolský kurz*. Praha : Prometheus, 1999. 588 s. ISBN 80-7169-151-5.
6. WWW: < <http://porous.silicon.online.fr/images/poreux.jpg> > [cit. 2011-04-12]
7. WWW: < <http://cs.wikipedia.org/wiki/K%C5%99em%C3%ADk> > [cit. 2011-04-9]

Poděkování

Tento článek vznikl za podpory Kroužku fyziky, který je pravidelně organizován Katedrou didaktiky fyziky na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy v Praze (<http://krouzek-fyziky.ic.cz/>), a výzkumného záměru MŠMT MSM0021620835. Náš dík patří rovněž Doc. Mgr. I. Matolínové, Dr. a Prof. RNDr. V. Matolínovi, DrSc. z Katedry fyziky povrchů a plazmatu, MFF UK v Praze za vyhotovení obrázků ze skenovacího elektronového mikroskopu.

Kontaktní adresa

*Bc. Martin Konečný, student
Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova v Praze
- Katedra didaktiky fyziky
V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8
- Katedra chemické fyziky a optiky
Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2
Telefon: +420 723 769 640
e-mail: konecmar@seznam.cz*

GEOMETRICKÁ OPTIKA V PROGRAMU GEONE_xT

David KORDEK

Abstrakt

V článku je navrženo jedno z možných použití geometrického software GEONE_xT ve výuce fyziky, konkrétně téma geometrické optiky. Také je v článku pořízen výtah ze vzdělávacích standardů z fyziky pro oblast geometrické optiky. Software GEONE_xT je charakterizován a částečně je v článku popsáno jeho ovládání. V závěru jsou navrženy konkrétní možnosti využití úlohy „zobrazení na tenkých čočkách“ ve výuce např. implementace dané úlohy do vlastní webové stránky aj.

GEOMETRICAL OPTICS IN PROGRAMME GEONE_xT

Abstract

The article suggests a possible use of geometric software Geonext in physics education, specifically in the subject of geometrical optics. The article also contains a summary from educational standards in the field of geometrical optics. We characterize the program Geonext and also describe its use. In the conclusion we propose a specific possible use of the assignment “image by a thin lens” in teaching and also, as an example, the implementation of that exercise in a web page etc.

Úvod

Článek jsem napsal především pro učitele fyziky na středních školách, jako jednu z možností využití matematického software při výuce. Konkrétně je ukázka zaměřena na využití geometrického software GEONE_xT ve výuce geometrické (paprskové) optiky.

Podle vzdělávacích standardů [1] patří do geometrické optiky následující:

základní pojmy: rovinné zrcadlo

znalost-žák by měl: znát vlastnosti obrazu

vztahy a konstanty:

dovednosti-žák by měl: umět zkonstruovat obraz

základní pojmy: kulové zrcadlo-vypuklé, duté

znalost-žák by měl: znát chod význačných paprsků, znát zobrazovací rovnici včetně znaménkové konvence, znát vlastnosti obrazu včetně příčného zvětšení

vztahy a konstanty: $\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{f}$, $f = \frac{r}{2}$, $Z = \frac{y'}{y} = -\frac{a'}{a}$

dovednosti-žák by měl: umět zkonstruovat obraz, umět řešit úlohy pomocí zobrazovací rovnice, určit ohniskovou vzdálenost dutého zrcadla, umět použít vztah pro příčné zvětšení

základní pojmy: čočka-spojka, rozptylka

znalost-žák by měl: znát chod význačných paprsků, znát zobrazovací rovnici včetně znaménkové konvence, znát vlastnosti obrazu včetně příčného zvětšení

vztahy a konstanty: $\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{f}$, $Z = \frac{y'}{y} = -\frac{a'}{a}$

dovednosti-žák by měl: umět zkonstruovat obraz, řešit úlohy pomocí zobrazovací rovnice

V současné době stále roste u žáků středních škol zájem o počítače a jiné moderní přístroje spojené s počítači. Na tuto situaci by, podle mého názoru, měli učitelé reagovat. Pokud by to znamenalo zvýšení zájmu žáků o fyziku, pak promyšleně a efektivně zařadit počítače i do výuky fyziky. Jednu z možností nám nabízí právě i matematický software, a to jak komerční software, tak freeware či open-source.

Proč právě program GEONE_xT?

Program GEONE_xT je dynamický matematický software, který poskytuje pro výuku fyziky nové možnosti práce s učivem, a nabízí nové možnosti vizualizace, která nemůže být realizována na papíře nebo tabuli tradičními konstrukčními metodami. Program podléhá licenci GNU GPL, tedy patří do skupiny tzv. **svobodný software** (software, ke kterému je k dispozici také zdrojový kód, spolu s právem tento software používat, modifikovat a distribuovat). Svobodný software se překládá do angličtiny jako **Free Software**. Samotné free software má v angličtině však také druhý význam, který znamená software zadarmo, tedy něco zcela odlišného. Tomu se však obvykle říká freeware. Svobodný software není úplně totéž, jako **Open source software** (rozdíl je však spíše v ideologii). Jak je uvedeno na stránkách autorů software [5]: „GEONE_xT může být použit ve škole nebo domácnosti, a to zdarma. Tento software může být poskytnut studentům bez problémů s kopírovacími právy.“ To je jistě nesporná výhoda oproti obdobným, avšak komerčním programům.

Instalace a spuštění programu

Software můžeme získat na webové stránce: <http://geonext.uni-bayreuth.de/>. Na této stránce můžeme vybrat po označení jazyka „Czech“ instalaci pro námi používaný operační systém. Pokud nechceme, nebo nemůžeme software instalovat, můžeme použít odkaz „Run GEON_xT online“, a pracovat tak s programem v režimu online, což se ukazuje jako podstatná výhoda právě při výuce. K tomu je třeba mít v počítači instalován „Java™ 2 Runtime Environment 1.4“.

Základní ovládání programu

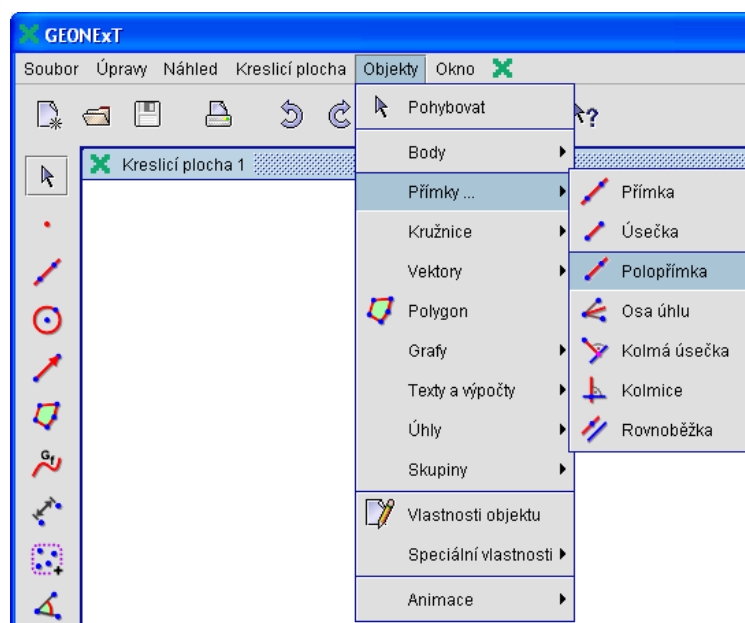
Ovládání programu se ničím zásadně neodlišuje od ovládání obdobných komerčních programů. Tedy ovládáme buď pomocí „kontextového menu“, nebo přímo pomocí lišt s nástroji, kde jsou k dispozici obrázková tlačítka. Nabídka „Soubor“ z „kontextového menu“ obsahuje mimo jiné položku „Nová kreslicí plocha“. Tuto položku vybereme, pokud chceme vytvářet nové objekty. Z velké nabídky funkcí stojí za zmínku možnost exportovat zkonstruovaný objekt na HTML, PNG, SVG nebo Diashow.

Vkládání objektů

Objekty na kreslicí plochu vkládáme výběrem položky „Objekty“ z „kontextového menu“, jak ukazuje obrázek 1. V objektech vybereme příslušný objekt, který chceme nakreslit a poklepem na kreslicí plochu jej nakreslíme. Podrobnější informace získáme nejlépe při práci s programem.

Geometrická optika

Pro ukázkou použití programu GEONE_xT ve výuce fyziky jsem zvolil oblast geometrické optiky, tedy oblast velmi vhodnou pro použití tohoto programu. Konkrétně vybereme zobrazování na tenkých čočkách. Jako příklad na kreslicí ploše tedy znázorníme základní situaci pro konstrukci zobrazení na tenké spojce, jak vidíme na obrázku 2. Obrázek 2 jsem vytvořil použitím předvolené funkce programu, konkrétně „Soubor/Exportovat/PNG“. Bodu **P**, který označuje koncový bod předmětu, definujeme pohyb, a při správné konstrukci se pak bude pohybovat i koncový bod obrazu **P'** konkrétně tak, aby pohyb odpovídal zobrazovací rovnici (program bere vzdálenost jako nezáporné číslo, tedy v určitých případech je třeba přidat znaménko minus, aby výpočet odpovídal zobrazovací rovnici). Žák tak vidí plynulý proces změny velikosti obrazu a jeho vzdálenosti od středu čočky vlivem změny polohy předmětu. Pohyb lze v libovolném časovém okamžiku zastavit a pracovat tak s kreslicí plochou jako s tabulí. Můžeme tak například žákům ukázat, že v určité situaci má obraz poloviční velikost než předmět. K tomu v programu stačí spustit „Texty a výpočty/Měřit vzdálenost“ a příslušné vzdálenosti změřit. Obdobným způsobem lze s ukázkou pracovat v režimu online, bez instalace software. Což se zdá být užitečné, zejména v případě, že není program na školních počítačích nainstalován. Jako další varianta využití se jeví možnost vložení celého programu do osobní webové stránky, kde můžeme připravit žákům různá cvičení, příklady, ukázky, domácí úkoly...



Obr. 1: Výběr konkrétního objektu z menu „Objekty“

Program nám také umožní nechat vypsát postup konstrukce. Pro náš příklad, tedy zobrazování na tenké spojce, program vytvořil následující postup konstrukce:

1. Nakresli bod A se souřadnicemi $x = -2.0$ a $y = -3.5$. [Skrytý]
2. Nakresli bod B se souřadnicemi $x = 18.5$ a $y = -3.5$. [Skrytý]
3. Nakresli úsečku a, která je určena body A a B. [Skrytý]
4. Nakresli střed O mezi body A a B.
5. Nakresli kolmici b procházející bodem O, která je kolmá k přímce a.
6. Nakresli bod D se souřadnicemi $x = 11.0$ a $y = -0.5$. [Skrytý]
7. Nakresli kružnici ka se středovým bodem O procházející bodem D na kružnici. [Skrytý]

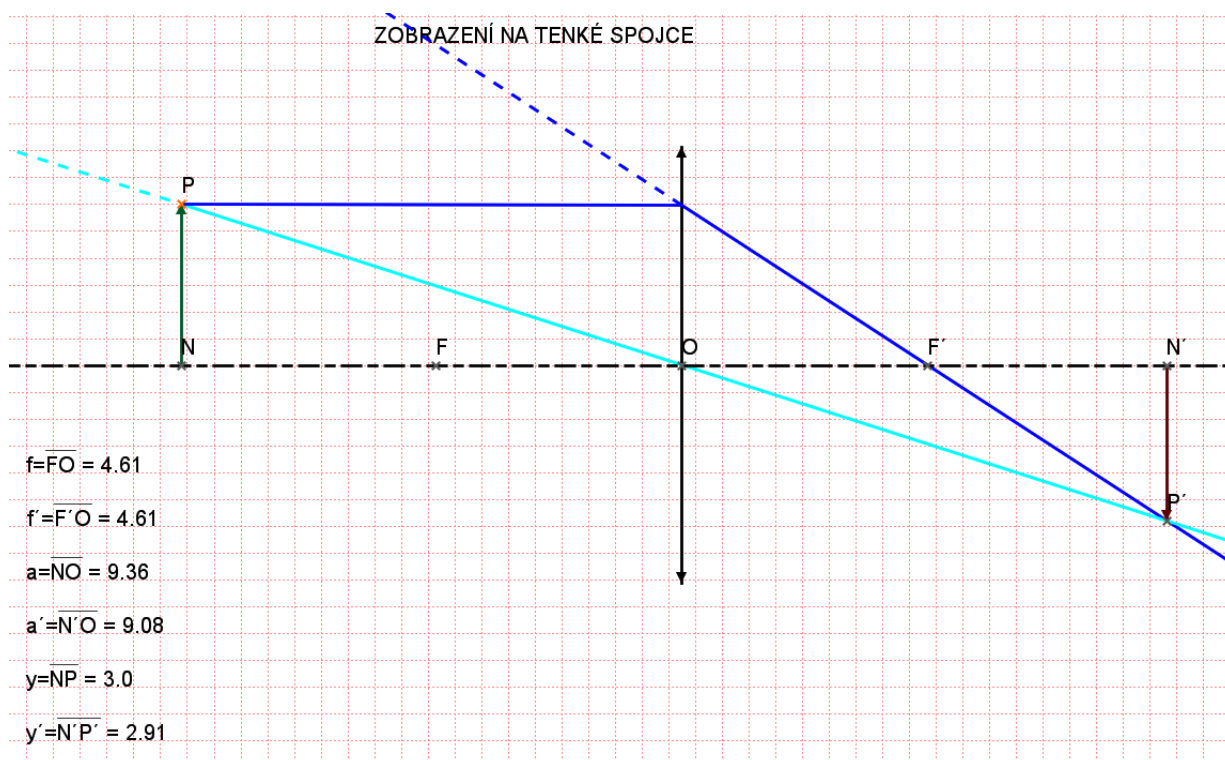
8. Průsečíky b s ka označ jako E a $F[1]$.
9. Nakresli vektor c s počátečním bodem O a koncovým bodem E .
10. Nakresli vektor d s počátečním bodem O a koncovým bodem $F[1]$.
11. Nakresli bod G se souřadnicemi $x = 3.75$ a $y = -2.5$. [Skrytý]
12. Nakresli kružnici kb se středovým bodem O procházející bodem G na kružnici. [Skrytý]
13. Průsečíky a s kb označ jako F' a F .
14. Nakresli bod C se souřadnicemi $x = 1.75$ a $y = -0.5$. [Skrytý]
15. Bodem C veď přímkou e rovnoběžnou s a .
16. Průsečík c s e označ jako H .
17. Bod I je pohyblivý bod na e . [Skrytý]
18. Nakresli úsečku f , která je určena body H a I . [Skrytý]
19. Bod P je pohyblivý bod na f .
20. Nakresli kolmici g procházející bodem P , která je kolmá k přímce a .
21. Průsečík a s g označ jako N .
22. Nakresli vektor h s počátečním bodem N a koncovým bodem P .
23. Nakresli polopřímku i z bodu H procházející bodem F' .
24. Nakresli polopřímku j z bodu P procházející bodem O .
25. Průsečík i s j označ jako P' .
26. Nakresli kolmici k procházející bodem P' , která je kolmá k přímce a .
27. Průsečík a s k označ jako N' .
28. Nakresli vektor l s počátečním bodem N' a koncovým bodem P' .
29. Nakresli úsečku m , která je určena body P a H .
30. Nakresli bod $N[1]$ se souřadnicemi $x = -3.0$ a $y = -0.5$. [Skrytý]
31. Nakresli polopřímku n z bodu P procházející bodem $N[1]$. [Skrytý]
32. Nakresli přímku o procházející body P a O . [Skrytý]
33. Bod J je pohyblivý bod na o . [Skrytý]
34. Nakresli polopřímku p z bodu P procházející bodem J .
35. Nakresli přímku q procházející body N a F' .
36. Text T0 zní ZOBRAZENÍ NA TENKÉ SPOJCE.
37. Text T3 zní $f = FO = \text{Dist}(F, O)$.
38. Text T5 zní $f' = F'O = \text{Dist}(F', O)$.
39. Text T8 zní $y' = N'P' = \text{Dist}(N', P')$.
40. Text T9 zní $y = NP = \text{Dist}(N, P)$.
41. Text T10 zní $a' = N'O = \text{Dist}(N', O)$.
42. Text T11 zní $a = NO = \text{Dist}(N, O)$.
43. Nakresli přímku r procházející body F' a H . [Skrytý]
44. Bod Q je pohyblivý bod na r . [Skrytý]
45. Nakresli polopřímku s , z bodu H procházející bodem Q .

Odpůrci využívání počítačů ve výuce mohou namítnout, že žáci nevidí postup konstrukce význačných paprsků. Což ovšem není pravda, protože můžeme celou konstrukci krok po kroku vytvářet přímo před žáky, tedy i s jejich aktivní účastí. Variantu, při které je již konstrukce hotová, jsem v příspěvku použil pouze z časových důvodů. Pro výuku nemusí být metodicky správná.

Závěr

Tato ukázka je jen jedním z mnoha možných použití programu GEONE_xT ve výuce fyziky pro učitele, kteří chtějí vyučovat moderněji a pro žáky snad poutavěji. Jako další užití tohoto programu ve vyučování fyzice můžeme uvést např. skládání rovnoběžných sil (v programu uijeme vektory, posunuté vektory) aj. Konkrétně již byla ukázka

použita při tvorbě e-learningového kurzu „Lidské smysly ve výuce na LF“ pro projekt MEFANET č. 17035.



Obr. 2: Zobrazení na tenké spojce, export do PNG.

Literatura

1. MECHLOVÁ, E.; MALACH, J. Vzdělávací standardy z fyziky pro střední školy s maturitou. *Matematika-Fyzika-Informatika*. Olomouc: Prometheus, 1993-94. roč. 3.
2. KORDEK, D. *Interaktivní učebnice Zrak a Zvuk ve výuce na střední škole*. 1. vyd. Hradec Králové: Gaudeamus, 2009. 34 s. ISBN 978-80-7435-017-7.
3. SVOBODA, E., aj. *Přehled středoškolské fyziky*. 4. vyd. Praha: Prometheus, 2006. 517 s. ISBN 80-7196-307-0.
4. MUSÍLEK, M. Geonext Open Source Software ve výuce matematiky a fyziky 1. 2006. 16 s.
5. <http://geonext.uni-bayreuth.de/>

Kontaktní adresa

RNDr. David Kordek, Ph.D.
Ústav lékařské biofyziky
Univerzita Karlova v Praze
Lékařská fakulta v Hradci Králové
Šimkova 870, Hradec Králové 1, 500 38
Telefon: +420 495816171
E-mail: kordekd@lfhk.cuni.cz

NETRADIČNÍ EXPERIMENTY Z ELEKTŘINY A MAGNETISMU (NEJEN) PRO STŘEDNÍ ŠKOLU

Věra KOUDELKOVÁ, Leoš DVOŘÁK

Abstrakt

Příspěvek popisuje tři netradiční (nejen) demonstrační experimenty z oblasti elektřiny a magnetismu. Motivací k prvnímu experimentu – Kutálení plechovky – bylo video ze serveru YouTube; cílem experimentu bylo změřit sílu, kterou nabitě brčko přitahuje plechovku. Druhý experiment demonstruje vlastnosti diamagnetických a paramagnetických látek (měří velikost síly, kterou je daná látka přitahována resp. odpuzována od magnetu). Třetí experiment ukazuje netradiční využití transformátoru včetně toho, že závit cívky nemusí být jen z drátu. Všechny tři experimenty jsou využitelné na různých stupních škol a jsou s úspěchem využívány i při přípravě budoucích učitelů fyziky na MFF UK.

NON-TRADITIONAL EXPERIMENTS FROM THE AREA OF ELECTRICITY AND MAGNETISM (NOT ONLY) FOR HIGH SCHOOL ' STUDENTS.

Abstract

The paper presents three non-traditional (not only) demonstrational experiments from the area of Electricity and Magnetism. Motivation for first experiment – Rotating can – was taken from video on YouTube. The goal of the experiment was to measure the force between charged straw and a can. Second experiment demonstrates behaviour of diamagnetic and paramagnetic material. Last experiment shows non-traditional uses of electric transformer including the fact that coil don't have to be made only from a wire. All three experiment can be used in different types of school and are used during future physics teachers' training.

Úvod

Cílem příspěvku je prezentovat tři experimenty, které ukazují (převážně známé) jevy netradičním způsobem. Všechny experimenty jsou s úspěchem využívány na střední škole, ale použitelné jsou na různých stupních škol (experiment Kutálení plechovky má úspěch jak u nejmenších – dětí na prvním stupni ZŠ, tak během přípravy budoucích učitelů fyziky na MFF).

1. Kutálení plechovky

Motivací pro následující experiment bylo video ze serveru YouTube ([1], přibližně od druhé minuty), ve kterém je plechovka kutálena po stole pomocí nabitě tyčky. Osvědčily se nám lehké plechovky od nápojů, k rozpořívání používáme nabitě brčko či nabitou plastovou tyč. Je potřeba velmi dbát na to, aby plechovky nebyly pomačkané. Experiment lze s úspěchem využít na různých stupních škol:

1.1. 1. stupeň ZŠ

Děti na 1. stupni ZŠ v rámci zájmové činnosti rády zkoumají, jak a kam je potřeba tyčku přiložit, aby se plechovka pohybovala co nejlépe, mohou se „přetahovat“ dvěma tyčkami o jednu plechovku, případně závodit, kdo dokutálí plechovku jako první na

druhý konec třídy. Vzhledem k tomu, že síla je poměrně malá, lze v rámci „závodu plechovek“ prozkoumat i všechny drobné nerovnosti na podlaze.

1.2. Studenti SŠ

Experiment jsme použili jako námět na část laboratorní práce pro studenty druhého ročníku pražského gymnázia.

Studenti dostali za úkol jednak prozkoumat, jak závisí velikost přitažlivé síly na velikosti náboje brčka a jednak kvalitativně pozorovat velikost síly.

V tabulce 1. jsou uvedeny nejčastější odpovědi na otázky týkající se závislosti přitažlivé síly na velikosti náboje:

Otázka	Nejčastější odpověď
Jak musí být brčko vůči plechovce umístěné?	Co nejbližší k plechovce, rovnoběžně s ní, aby působilo co největší plochou
Z jaké největší vzdálenosti brčko na plechovku reaguje („reakční vzdálenost“)?	1-2 cm
Jak se reakční vzdálenost změní, pokud použijete dvě nabitá brčka?	Cca 3 cm, vzdálenost se téměř zdvojnásobí

Tabulka 1. Odpovědi studentů na otázky týkající se závislosti velikosti přitažlivé síly na náboji brčka

Všichni studenti komentovali, že se „reakční vzdálenost“ při použití dvou nabitých brček zvětší. Většinou se objevovalo, že se zdvojnásobí, což může být způsobeno mimo jiné i tím, že pokud použijeme dvě brčka, jejich vzdálenost od plechovky se zvětší.

V další části laboratorní práce studenti zkoumali pohyb plechovky po nakloněné rovině. Většina z nich byla překvapena, že sklon nakloněné roviny, po které ještě plechovka vyjede, je velmi malý (pro jedno nabitá brčko cca $0,5^\circ - 1^\circ$, pro nabitou tyč přibližně $4^\circ - 6^\circ$; zvětšení sklonu při použití dvou nabitých brček je téměř nepozorovatelné).

To, že brčko plechovku vůbec přitáhne, většinu studentů nejdříve překvapilo, ale s dopomocí byli schopni jev vysvětlit.

Studenti laboratorní práci ocenili jako zajímavou a užitečnou (a to nejen proto, že nešlo o žádné přesné měření a tudíž nemuseli zpracovávat protokol), jak je vidět i z několika jejich komentářů:

„Poměrně jednoduché a nebylo těžké pokusy provést, ale zajímavé a poučné, tudíž jsem si dokázal přitažlivou sílu lépe představit.“

„Zaujal mě experiment s rozpořybováním plechovky“

Zaujetí studentů úlohou je vidět i z komentáře jedné studentky během kutálení plechovky po nakloněné rovině: „Tak pojed', ty potvoro, pojed'...“.

1.3. Studenti VŠ

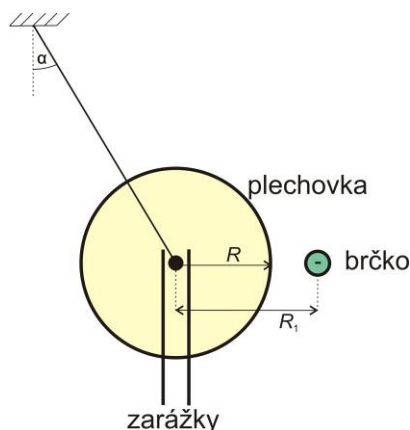
Posluchači učitelství už by měli být schopni sílu naměřit i kvantitativně. Jak ale změřit takto malou sílu?

1.3.1. Z úhlu závěsu:¹

Plechovka (kvůli menší hmotnosti je naše „plechovka“ vyrobena z papírové ruličky obalené alobalem) je zavěšena na dvou tenkých vláknech délky přibližně 2 m. Plechovku vychýlíme ze svislé polohy. Pohyb plechovky vymezují dvě zarážky, které jí

¹ Experiment byl v této podobě poprvé prezentován na konferenci „Week of doctoral students 2009“, viz [2].

nedovolí ani zcela přiskočit k brčku, ani se vrátit do nejnižší polohy. Pokud k plechovce přiblížíme nabitě brčko, nastane pro jistou vzdálenost rovnováha průmětu tíhové síly plechovky a elektrostatické síly mezi brčkem a plechovkou, z které lze velikost elektrostatické síly spočítat (při známé hmotnosti brčka). Schéma celé aparatury je vidět na obrázku 1.



Obr. 1: Schéma aparatury pro měření elektrostatické síly mezi brčkem a plechovkou

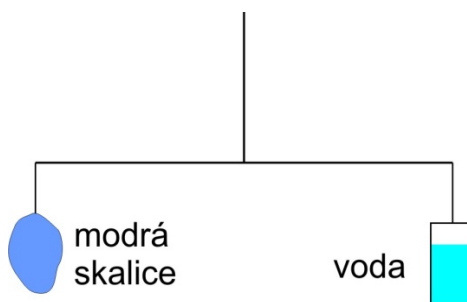
1.3.2. Na vahách:

Druhá metoda změření síly využívá citlivých digitálních vah k měření síly. Pokud plechovku položíme na váhy s přesností alespoň mg, váhy vytárujeme a přiblížíme k plechovce seshora nabitě brčko, ukáží váhy zápornou výchylku odpovídající přitažlivé síle mezi plechovkou a brčkem. Tento způsob měření je vhodný i jako rychlá demonstrace přímo do přednášky, případně lze samozřejmě závislost síly na vzdálenosti mezi brčkem a plechovkou naměřit ve volitelném semináři a na přednášce ukázat až výsledky.

Oběma způsoby vychází velikost naměřené síly ve velmi dobré shodě s teorií (teoretická závislost byla počítána pro nekonečně dlouhou plechovku a brčko pomocí Gaussovy věty). Naměřené výsledky včetně odvození teoretického vztahu budou publikováno jinde.

2. Dia- a paramagnetismus

Klasický experiment, který se používá k demonstraci magnetických vlastností neferomagnetických kovů, využívá torzní vahadlo (viz schéma na obrázku 3).

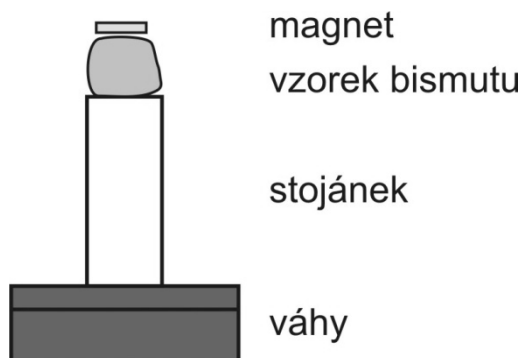


Obr. 2: Klasická demonstrace magnetických vlastností neferomagnetik.

Na tyčku vahadla je zavěšeno na jedné straně paramagnetikum (obvykle modrá skalice), na druhé diamagnetikum (nejčastěji voda v malé nádobce). Celé vahadlo je uprostřed zavěšeno. Pokud přiblížíme k dané látce magnet, vahadlo se vychýlí (k magnetu v případě modré skalice, resp. od magnetu v případě vody). Nevýhod tohoto

experimentu je několik, jako hlavní vidíme špatně prokazatelnou výchylku vahadla – vahadlo se natáčí i působením průvanu, pohybem ruky s magnetem...

K prokazatelnější demonstraci diamagnetismu a paramagnetismu lze využít citlivých digitálních vah (s přesností alespoň 0,05 g), které jsou dnes ve školách vcelku běžně dostupné.



Obr. 3: Uspořádání experimentu pro demonstraci dia- a paramagnetismu

Uspořádání experimentu je vidět na obrázku 4. Na vahách je umístěn nemagnetický stojánek (osvědčily se nám plastové kelímky od nápojů) o výšce alespoň 20 cm, aby magnet neovlivňoval samotnou plochu vah. Na stojánku je vzorek zkoumané látky. Váhy vytárujeme. Pokud ke vzorku přiblížíme magnet, váhy ukáží kladnou výchylku pro diamagnetikum, resp. zápornou pro paramagnetikum.

Asi nejproblematičtější částí experimentu je příslušný vzorek. Diamagnetika mají relativní permeabilitu mírně menší než jedna, čím menší relativní permeabilita, tím lepší diamaetikum. Z dostupných materiálů patří mezi silná diamagnetika například bismut, jehož magnetická susceptibilita (tj. rozdíl relativní permeability od jedné) je $-1,7 \cdot 10^{-4}$. Vodu využít lze, ale vzhledem k tomu, že její magnetická susceptibilita je o řád menší, bude výchylka vah jen v mg. Jako zástupce paramagnetik by mohl být v kabinetech chemie naležitelný např. chrom s magnetickou susceptibilitou $3,2 \cdot 10^{-4}$ (paramagnetika mají relativní permeabilitu lehce větší než jedna, proto je magnetická susceptibilita kladná).

Pro naše měření jsme měli k dispozici bismut o hmotnosti 90 g. Váhy ukázaly kladnou výchylku 0,14 g, což odpovídá odpudivé síle o velikosti 1,4 mN. Jako paramagnetikum jsme použili kusový chrom o hmotnosti 515 g. Váhy ukázaly zápornou výchylku 0,36 g, což odpovídá přitažlivé síle 3,6 mN.

Video s celým experimentem je k dispozici na adrese [3].

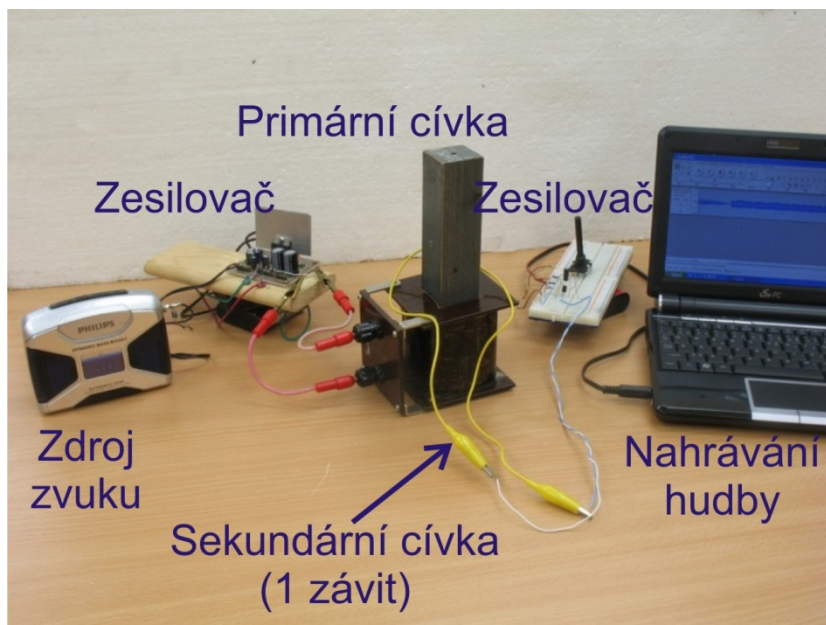
3. Netradiční transformátor

Motivací k následujícímu experimentu byla otázka, zda by nešlo princip transformátoru demonstrovat nějak zajímavěji než transformací střídavého napětí o síťové frekvenci.

Zajímavější než užívat napětí o frekvenci 50 Hz je transformovat hudební signál. Ještě překvapivější je skutečnost, že místo vodiče mohou jako závit sekundární cívky fungovat i naše prsty.

Uspořádání experimentu je vidět na obrázku 5. Hudba z přehrávače je přes zesilovač vedena na primární vinutí (600 závitů) transformátoru. Sekundární vinutí je tvořeno jedním závitkem. Výstup transformátoru je přes zesilovač veden do vstupu zvukové karty notebooku. Ten zde slouží jen pro záznam zvuku, výstup může být

nahrán například v programu Audacity. Současně jej lze v reproduktoru notebooku také poslouchat.



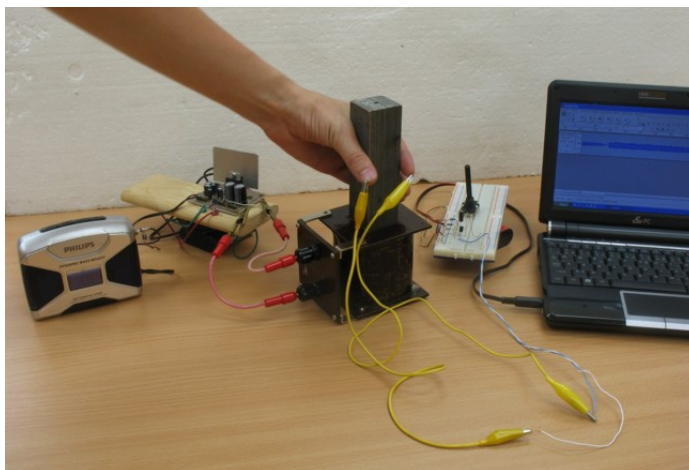
Obr. 4: Uspořádání experimentu „Netradiční transformátor“

Jeden závit na sekundární straně je dostatečný na to, aby byl signál dostatečně čistý a zřetelný. Pomocí experimentu lze současně ukázat nezávislost indukovaného napětí na velikosti závitu – změna velikosti závitu nemá žádný vliv na kvalitu výsledné hudby. Naopak, pokud místo jednoho závitu použijeme dva, je amplituda výstupního signálu dvakrát větší.

K závitům sekundární cívky nemusíme připojovat jen notebook. Připojíme-li k němu sluchátka, lze hudební signál přímo poslouchat (s poměrně malou hlasitostí, ale zřetelně). Dokonce můžeme závit připojit i k reproduktoru – signál na sekundáru pak můžeme poslouchat „nahlas“, sice tiše, ale přesto průkazně. (Netřeba asi dodávat, že je vhodné použít co nejcitlivější reproduktor.) I v tomto uspořádání lze jasně demonstrovat, že se stoupajícím počtem závitů sekundáru (stačí dva až čtyři závity) hlasitost stoupá.

V druhé variantě lze místo sekundárního závitu použít prsty (viz obr. 6) – ty spolu s dlaní tvoří většinu sekundárního závitu, k prstům jsou pomocí krokosvorek připojeny kablíky, které výsledný signál přenášejí do vstupu notebooku. Hudba transformovaná pomocí prstů je na hranici šumu, ale přesto zřetelná. Pro lepší slyšitelnost je výhodné omezit přechodový odpor prstů – namočit je ve vodě, případně obalit kousky alobalu, k nimž se pomocí krokodýlků připojí kablíky vedoucí ke vstupu do zvukové karty.

Parametry pokusu lze přizpůsobovat. Například místo primární cívky 600 závitů, jejíž impedance vyhovuje pro připojení k výstupu zesilovače, lze užít cívku 60 závitů, k níž pro jistotu do série zapojíme rezistor o odporu okolo 4 ohmů nebo více. Ovlivněním frekvenční charakteristiky a problematikou optimalizace experimentu vůbec se budeme zabývat v jiném příspěvku.



Obr. 5: Transformace hudby pomocí prstů

4. Závěr

Výše uvedené experimenty netradičním způsobem demonstrují některé jevy z oblasti elektřiny a magnetismu, které jsou sice převážně známé, ale žáky a studenty často nové. Varianty pokusů zde popsány jsou zvoleny tak, aby byly názorné a dostatečně motivační pro žáky a studenty. Pokud budete mít libovolné komentáře či dotazy k uvedeným experimentům, budu ráda, pokud se mi ozvete na mail vera.koudelkova@mff.cuni.cz

Literatura

1. *Static Electricity demonstrations*. Poslední aktualizace 28. 4. 2007. Dostupné na www: <<http://www.youtube.com/watch?v=QxZ6AWLpnUw&feature=related>>.
2. KOUDELKOVÁ, V. *Hand- and Minds-on Electricity and Magnetism II.* in: WDS'09 Proceedings of Contributed Papers, Part III. Matfyzpress, Praha 2009, ISBN: 987-80-7378-103-3
3. *Diamagnetismus a paramagnetismus*. Poslední aktualizace 30. 1. 2011. Dostupné na www: <<http://www.youtube.com/watch?v=-SN3p--XmEA>>.

Kontaktní adresa

Mgr. Věra Koudelková
KDF MFF UK
V Holešovických 2, 180 00 Praha 8
Telefon: +420 22191 2429
E-mail: vera.koudelkova@mff.cuni.cz

PROGRAMY PRO SYMBOLICKÉ VÝPOČTY VE VÝUCE FYZIKY

Radim KUSÁK

Abstrakt

Programy pro symbolické výpočty (CAS), jsou dnes standardem pro řešení náročných úloh z oblastí fyziky a matematiky. Dávají ale také možnost ke zlepšení výuky a to nejen na vysoké, ale i střední škole. Zde například představím použití těchto programů při práci grafy, s jednotkami a interaktivní změny v dokumentu. Tyto materiály vznikly v rámci mé diplomové práce „Matematické programy a jejich použití“ na MFF UK. Taktéž ukáži možné přístupy práce s programy ve výuce.

PROGRAMS FOR TEACHING IN SYMBOLIC CALCULATION OF PHYSICS

Abstract

Computer algebra systems (CAS) are nowadays standards for solving difficult tasks in physics and mathematics. These programs also give the opportunity to improve education not only at university, but also at high school. Here I introduce usage of these programs in work with plots, units and in the interactive changes of parts of document. These materials were created as part of my thesis Mathematical software and its usage at MFF UK. I will show also approaches how to work with programs in teaching.

Programy pro symbolické výpočty – trocha terminologie

Programy pro symbolické výpočty je označení pro programy typu C.A.S. – Computer Algebra System. Do češtiny se překládají i jako počítačové algebraické systémy. Pokročilejší programy tohoto typu nabízejí více, než symbolické výpočty případně nástroje pro algebru, tudíž ani jeden z předchozích názvů dostatečně nevystihuje možnosti těchto programů.

Potenciál těchto programů

Největší potenciál těchto programů spočívá v možnosti řešení komplexních problémů s jejich následnou vizualizací. Některé z možností těchto programů jsou např.:

1. Řešení rovnic a nerovnic
2. Vektory a matice
3. Integrovaný a diferenciální počet
4. Posloupnosti a řady
5. Grafy 2D a 3D
6. Fyzikální jednotky
7. Interaktivní změna dokumentu

K těmto možnostem se samozřejmě počítá také velké množství funkcí pro specifické oblasti matematiky a fyziky, kterých mají lepší programy tohoto typu (Mathematica, Maple) řádově tisíce. Také mají i jednotlivé programy specifické

možnosti navíc, kterými mezi ostatními vybočují (např. program Maple umožňuje výpočet limit a integrálů s postupem).

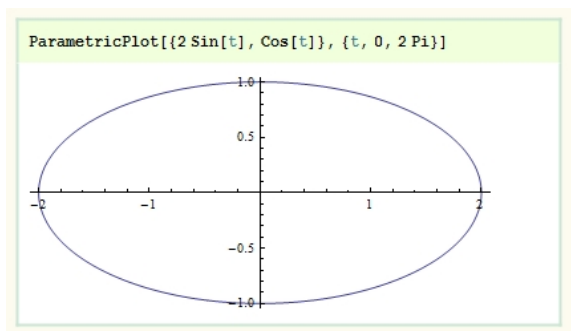
Matematické programy a jejich použití

Je název diplomové práce, která vznikla na Katedře didaktiky matematiky, věnující se programům CAS. Hlavní myšlenkou této práce bylo umožnit studentům, převážně učitelství, nejen poznat programy pro symbolické výpočty, ale také dát jim možnost tyto programy využívat již při svém studiu a následně je využívat ve své učitelské praxi. Práce se skládá ze tří hlavních částí – úvodního seznámení, sbírky úloh a webového rozhraní, které předchází dvě části na internetu snadno zpřístupňuje¹.

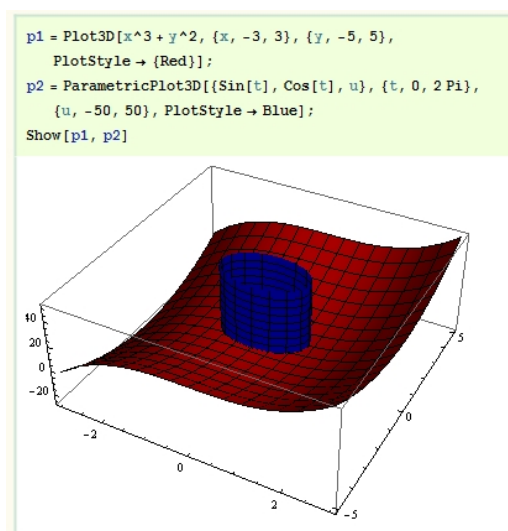
Použité programy této práce jsou Mathematica 7, Maple 12, Mathcad 14 a wxMaxima 0.8.5.

Grafy

Možnosti grafů jsou ve zmíněných programech široké. Kromě klasických grafů závislosti y na x , je možné také kreslit parametrické grafy, zobrazovat vektorové pole a mnoho dalších možností jak pro 2D tak 3D. Je také možné různé typy grafů kombinovat do jednoho grafu – např. parametrický graf 3D a běžný graf funkce $z(x,y)$.



Obr. 1: Parametrický graf parametru t



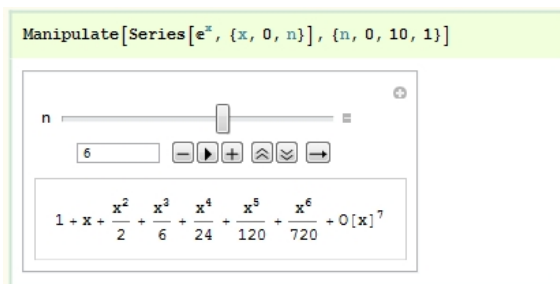
Obr. 2: Zobrazení více typů grafů v jednom grafu

Interaktivní změna dokumentu

Každý z výše uvedených programů umožňuje interaktivně měnit například parametry úlohy². Posouvá se tak pohled na samotné řešení úloh, jelikož je možné místo programátorského přiřazení $n=6$ měnit parametr a pomocí táhla (slideru) sledovat, jak se řešení úlohy změní v závislosti na tomto parametru (viz. **Obr. 3: Taylorův rozvoj stupně n**). Obecně je tato metoda práce podobná apletům, ale v rámci daného programu má mnohem větší možnosti použití.

¹ Práce je dostupná na adrese <http://utf.mff.cuni.cz/~kusak/mathematica.php>, případně <http://artax.karlin.mff.cuni.cz/~kusal3am/mathematica.php>

² Mimo program wxMaxima, která umožňuje měnit jen grafy v závislosti na parametru



Obr. 3: Taylorův rozvoj stupně n

Fyzikální jednotky

Pro řešení má každý program zabudované příslušné balíčky pro práci s jednotkami, které je potřeba před použitím „zavolat“. Programy obvykle umožňují převody jednotek a také práce s jednotkami u proměnných. Pro náročnější výpočty se ale hodí jednotky nepoužívat.



Obr. 4: Práce s jednotkami v programu Mathematica

Způsoby práce s programy

Každý z programů má své specifika jak je možné s programem pracovat. Pro vědeckou práci, která z velké části obsahuje psaní složitých programů pro řešení daného problému, je vhodnější využívat jakožto program se svým specifickým programovacím jazykem. Za zmínku ale stojí, že způsob programování začátečníka a pokročilého uživatele se diametrálně odlišuje – je možné využít oproti procedurálnímu programování, programování funkcionální, případně oba postupy kombinovat.

Na druhou stranu programy umožňují ve výuce práci pomocí palet, případně pomocí nejrůznějších nabídek pro zadávání příkazů bez hlubší znalosti jazyka příslušného programu. To má výhodu pro učitele pracujícího s interaktivní tabulí, případně pro studenta, který řeší z pohledu programu jednoduchý problém (například řešení rovnice).

Z pohledu přístupu k programům je možné je využít jen jako svého asistenta – např. ověření výsledku, ale také pro počítání náročnějších partií příkladu, případně při zobecnění řešení pro různé parametry úlohy.

Závěrem

Práce „Matematické programy a jejich použití“ přinesla studentům (nejen učitelství) možnost s programy typu CAS pracovat a také jim dala příležitost posunout hranice problémů, které mohou za pomoci svých sil řešit. Nakonec skrze sbírku příkladů nabídla studentům ukázkou řešení konkrétních úloh různé náročnosti z oblasti matematiky a fyziky.

Samozřejmě programy pro symbolické výpočty se stále vyvíjejí a jejich možnosti se stále zvyšují jak v oblasti vědy, tak i ve vzdělávání. Pro výuku na střední škole má velký potenciál internetová stránka <http://www.wolframalpha.com/>, která umožňuje řešit nejrůznější úlohy za pomoci jádra programu Mathematica a taktéž umožňuje přístup např. k astronomickým datům.

Literatura

1. KUSÁK, R. *Matematické programy a jejich použití*. diplomová práce na MFF UK, 2010.
2. Návod k programu Wolfram Mathematica 8, Wolfram Research

Kontaktní adresa

*Radim Kusák
Ústav teoretické fyziky MFF UK
V Holešovičkách 2, Praha 8 – Holešovice, 180 00
Telefon: +420 737 194 515
E-mail: radim.kusak@gmail.com*

ŠKOLNÍ EXPERIMENTY UMOCNĚNÉ TECHNOLOGIEMI VZDÁLENÝCH A VIRTUÁLNÍCH LABORATOŘÍ

František LUSTIG

Abstrakt

Příspěvek chce ukázat cestu ke zkvalitnění výuky přírodních věd pomocí integrovaného prostředí vzdálených a virtuálních laboratoří, které není alternativní, ale umocňující! Příspěvek přinese ukázky ze vzdálených laboratoří typu Remote control laboratory (RCL), či Remote sensing laboratory (RSL), resp. novinky z laboratoře typu Remote Network Laboratory (RNL) a ukáže cestu jak pomocí virtuálních simulací s datovým exportem a importem přispět k transformaci přírodovědných laboratoří.

SCHOOL EXPERIMENTS TECHNOLOGIES ENHANCED REMOTE AND VIRTUAL LABORATORIES

Abstract

It is the aim of this article to show a way of improving the natural sciences education using the Integrated Remote and Virtual Laboratory Environment, which is not an alternative but an enhancement! This article will include a preview of Remote Control Laboratory (RCL), Remote Sensing Laboratory (RSL) or news from our Remote Network Laboratory (RNL). It will also show a way to contribute to the transformation of natural sciences laboratories using virtual simulation with data export and import.

Úvod

Využívání počítačem podporovaných měřicích systémů, vzdálených a virtuálních laboratoří ve výuce je jednou z cest, jak experiment vrátit do výuky přírodních věd. Uvedli jsme i virtuální laboratoře, které nemusí být již jen alternativní, ale spolu s reálnými laboratořemi „hands on“ a s reálnými vzdálenými laboratořemi mohou výuku přírodních věd doslova umocňovat.

Tradiční reálné „hands on“ experimenty s PC budou se systémem ISES (<http://www.ises.info>), [1], [2], [3], či Vernier nebo Pasco. Vzdálené experimenty budou vystavěné na softwarové stavebnici ISES WEB Control [4]. Nové bude pojetí *virtuálních experimentů*, které mají *export* a *import dat*. Experimentální data z reálných experimentů, ze vzdálených experimentů a z virtuálních experimentů (ze simulací) lze vzájemně porovnávat, fitovat aj.

Příspěvek chce mobilizovat učitele k používání nových technologií ve školním experimentu. Uvědomme si rozpor technologií, které používají naši studenti mimo školu a ve škole! Naši studenti jsou z internetové, síťové „i-generace“. Jak je možné, že studenti běžně internetově, síťově komunikují, žijí v non stop multitasking, bez „externího učitele Google“ nezačnou nic řešit, Internet mají jako externí mozek, jsou non stop na ICQ, na Facebooku, hrají on-line hry - a ve škole se pak nudí pohledem na tabuli s křídou a na učitele „X-generace“, který žáky zahrnuje fakty a nikoliv kompetencemi. Zkusme studenty naučit se stále sebevzdělávat, zkusme od nich nechtít

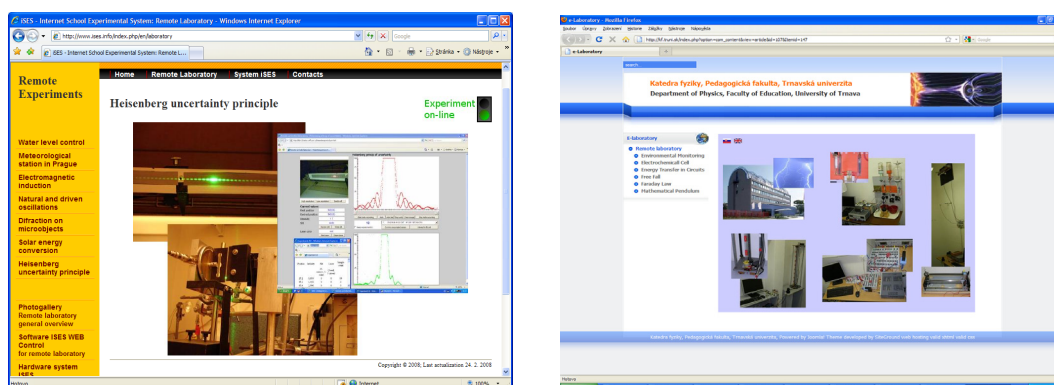
„správné odpovědi“, ale tvořit „správné otázky“. Jen tak přežijí v nové době exponenciálního nárůstu poznatků.

1. Tradiční „hands on“ laboratoře

Začneme na úrovni počítačem podporovaných laboratoří. Laboratoře bez počítače mají také jistě své kouzlo. Ale my zkusíme v laboratoři vzít klasické pomůcky a zkusíme je pomocí počítače zatraktivnit. Školy jsou často vybaveny měřicími systémy ISES, Vernier, Pasco, IP Coach aj. Pro učebnové laboratoře jsou vhodné systémy ISES [1] až [3], které jsou kompaktní, měřicí moduly jsou pevně spojené s měřicí konzolí, vzhledem k robustnosti systému zůstává systém ISES stabilně připojený k počítači. Do tradičních „hands on“ laboratoří lze zahrnout též mobilní laboratoře. Alokované mohou být jak ve školních laboratořích, ale hlavní uplatnění nelezou v terénu, mimo školní laboratoř. Umožňují měření jako datalogger, kdy se data analyzují on-line, případně off-line. Umožní měření v situacích, které studenti/žáci znají z běžného života, ale jevy si nedovedou „převést“ do fyziky, do chemie, do biologie. Novinkou jsou datalogger, které jsou mobilnější, pracují bez počítače, data se vyhodnocují on-line na dataloggeru, případně off-line na notebooku, stolním počítači (zástupci mobilní technologie jsou systémy Vernier, Pasco aj.).

2. Vzdálené laboratoře

Vzdálená laboratoř je reálná laboratoř s reálnými experimenty, ale přístup do této vzdálené laboratoře je umožněn komukoliv, kdykoliv a odkudkoliv pouze prostřednictvím internetového připojení, pouze prostřednictvím volně dostupných prohlížečů typu Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera, aj. Vzdálené laboratoře se dají využít jako soubor experimentů, laboratorních úloh pro studenty nebo též jako databáze experimentů pro vyučující, přednášející, kteří mohou požadovaný experiment zařadit „bez přípravy“ v libovolný čas do své výuky, přednášky aj. Studenti mohou na vzdálených laboratorních úlohách zkoušet badatelským způsobem jak se experiment chová, jaké závislosti lze odhalit, či ověřit, aj. Vzdálená úloha ovšem může být připravena jako standardní laboratorní cvičení, kdy student měří, ukládá si data, která lze přenést Internetem do jeho počítače, a nakonec student data vyhodnotí, vynese grafy, vyplní tabulky, ověří závislosti aj. V praxi je odzkoušeno, že takto lze odevzdávat písemné referáty z úloh, které jsou umístěny na internetu. Vyzkoušejte např. vzdálené experimenty v naší laboratoři <http://www.ises.info> (úlohy: non stop monitorování počasí včetně non stop sledování přirozené radioaktivity, úlohy s pružinou - tlumenou, s budicí silou aj., úlohy na ohyb na štěrbině, úlohy na indukci, fotoefekt, solární energii, řízení výšky vodní hladiny aj.). Často jsou naše vzdálené experimenty využívány vyučujícími při výuce, přednášce na zpestření výuky zajímavým, či typickým experimentem, který na daném místě nelze předvést. Vzdálené experimenty mají I rezervační systém, takže je lze rezervovat na jméno a heslo na daný čas výuky aj. Vzdálené laboratoře se stále „rozrůstají“ ve světě i v Česku: v Praze na MFF (<http://www.ises.info>) , v Brně na PedF (<http://ises.tym.cz>) i na Slovensku na PedF v Trnavě (<http://kf.truni.sk/remotelab>) aj. Výzva - vytvořme síť vzdálených laboratoří na různých školách, propojme různé experimenty do jednoho českého/EU rozcestníku aj.!



Obr. 1. Rozcestníky vzdálených experimentů <http://www.ises.info> a <http://kf.truni.sk/remotelab>

Typickým a vlastně jediným systémem pro tvorbu *volných* (všem ihned dostupných) vzdálených úloh je systém ISES a jeho softwarový stavebnicový modul ISES WEB Control [4], který umožní jednoduše stavebnicově sestavit libovolný vzdálený experiment i neprogramátorům. (pozn.: existuje ještě systém LabVIEW, který též umožňuje tvorbu vzdálených úloh, ale k práci vyžaduje nainstalování rozsáhlého balíku LabVIEW RunTime Engine, který je sice volně dostupný, ale instalaci lze provádět jenom s administrátorskými právy, takže využití LabVIEW je trochu komplikovanější. Nehledě na to, že se musí programovat). Vzdálené experimenty můžete „jenom“ používat např. na našich stránkách <http://www.ises.info/index.php/cs/laboratory> nebo je můžete aktivně sami tvořit. A není to o nic složitější než tvorba obyčejných HLML stránek. Vzdálené experimenty se systémem ISES a ISES WEB Control se jenom „poskládají“ z hotových velmi flexibilních komponent (Appletů). Vzdálené laboratorní úlohy poskytují experimentální data, která si může uživatel stáhnout přes clipboard (schránku) do svého počítače a dál je zpracovávat např. v EXCELu, aj., či např. ve virtuálních simulacích, viz dále v příspěvku. Více o vzdálených experimentech na www.ises.info.

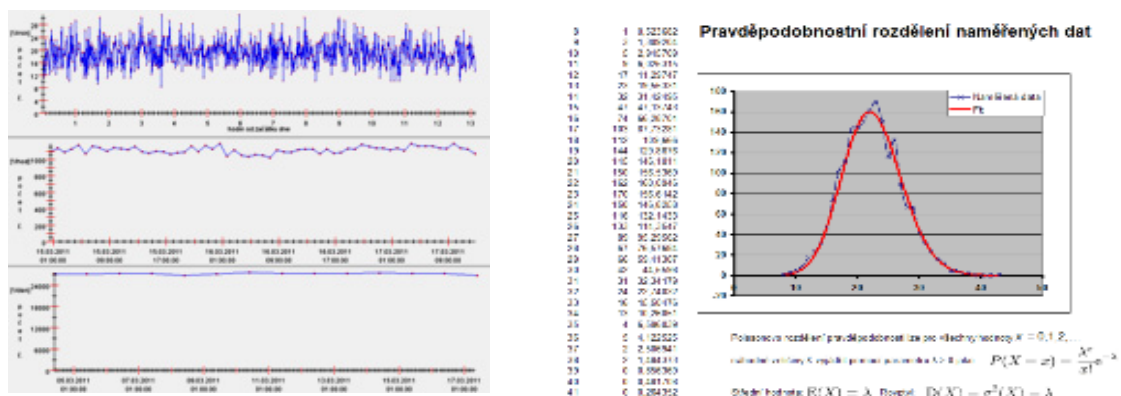
Vzdálené experimenty lze též budovat se systémem LabVIEW, systémy Pasco ani Vernier ani Phywe podporu vzdálených experimentů nemají.

Na závěr o vzdálených laboratořích přidáme ještě aktuální vzdálený experiment, kterým je sledování přirozeného radioaktivního pozadí. Jedná se o nejnovější vzdálené laboratoře typu RemLabNet, kdy stejný experiment provozujeme na různých místech (propojených sítí).

Naše konkrétní ukázka vzdáleného experimentu typu RemLabNet je sledování přirozeného radioaktivního pozadí na různých místech ČR (pracovní varianta je na adrese <http://kdt-26.karlov.mff.cuni.cz>). Sledujeme přirozenou radioaktivitu v minutových, hodinových a celodenních intervalech. Non stop každých 10 s pomocí Geigerova Mülleroва čítače měříme a ukládáme počet částic gama a beta, které prolétnou GM čítačem. Informace jsou on-line přístupné na výše uvedené WWW stránce. Data je možné vybírat za zvolený časový úsek a stahovat si je do svých počítačů a aplikací. Je to soubor hardwareových náhodných dat, které vypovídají o hodnotách radioaktivního pozadí, (které je hojně sledované např. nyní v čase japonské katastrofy tsunami a poškození jaderné elektrárny Fukušima), ale tato data lze efektivně využít i k ověření Poissonova rozdělení radioaktivního záření.

V krátkém souhrnu o vzdálených laboratořích vyzdvihneme fakt, že tyto laboratoře poskytují soubory reálných experimentálních dat, které lze získat

interaktivním aktivním řízením (Remote control laboratory), či pozorováním (Remote sensing laboratory), resp. v síťových variantách laboratoří typu RemLabNet.



Obr. 2. Minutové, hodinové a celodenní záznamy a Poissonovo rozdělení četností přirozeného radioaktivního záření, výstupy z <http://kdt-26.karlov.mff.cuni.cz>.

3. Virtuální laboratoře

Poslední typ laboratoře, který je v našem výčtu laboratoří, jsou virtuální laboratoře. Virtuální experimenty, virtuální laboratoře jsou simulace, virtuální modely, applety, flash animace aj. Jsou to tedy programy dostupné z lokálních umístění na počítači, případně spustitelné programy z Internetu. Appletů, animací, flashí je na Internetu nepřeberné množství, ale jako zajímavé zdroje se jeví např. <http://www.walter-fendt.de/> (jednodušší applety), či <http://phet.colorado.edu/> (velice povedené, někdy i složité applety, opravdu unikátní simulace). S těmito simulacemi lze provádět i virtuální experimenty, které v laboratoři prostě provádět nemůžeme (třeba změna gravitace, zkoumání mikro a makro prostoru, práce s nebezpečnými látkami, situacemi aj. V těchto virtuálních laboratořích se dá také zajímavě experimentovat, modelovat, ověřovat.

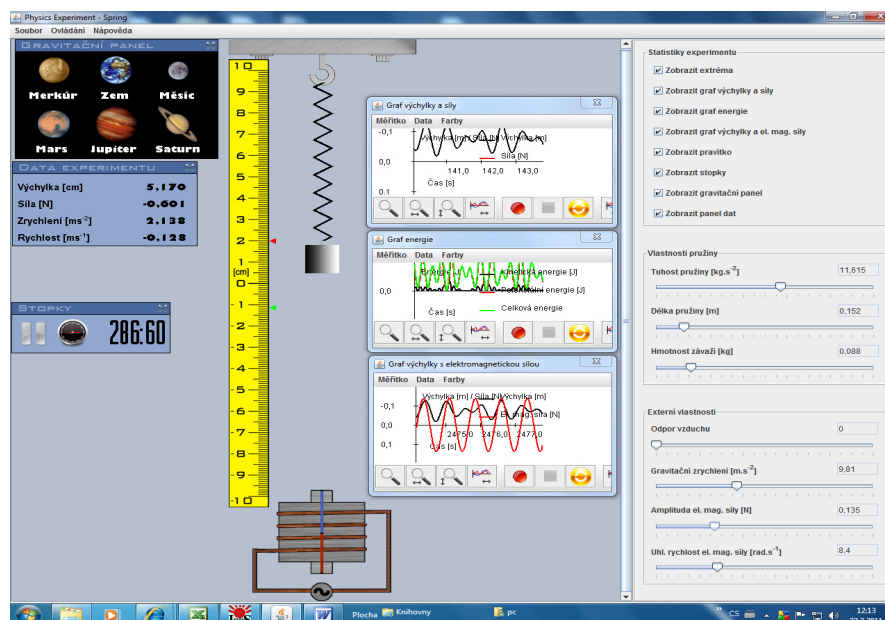
Stávající simulace neumožňují práci s daty, pouze si zkusíme na grafických výstupech změny vstupních dat aj. Poslední novinkou v simulacích jsou *simulace s exportem a importem dat* (!) Takové simulace vytvořili autoři F. Lustig a B. Bardiovský v softwareovém kitu [6]. Je to až s podivem, že se dosud neobjevily tyto varianty appletů a simulací. Zřejmě nebylo potřeba porovnávat, fitovat reálná data a simulovaná data.

Práci s takovýmto appletem představíme na virtuálním experimentu „Kmity na pružině“ (kmity volné, tlumené a vynucené). Zdařilá animace kmitů na pružině umožňuje interaktivní změnu mnoha parametrů v tomto experimentu – lze nastavovat hmotnost, tuhost, délku pružiny, dále lze nastavit vnější parametry jako je tlumení, budící síla. Dále lze nastavit tíhové zrychlení (pružina kmitá na Zemi, na Měsíci, na Saturnu aj.). Uvědomme si, že takovou změnu tíhového zrychlení v reálné laboratoři nelze provést. Ve virtuální laboratoři je to snadné. A student „překvapivě“ např. zjistí že doba kmitů je stejná na Zemi i na jiných planetách.

A nyní to nejzajímavější a nejnovější. Simulační prostředí disponuje datovým exportem a importem. Data z grafických výstupů je možno exportovat přes clipboard, či přes datový soubor do Vašeho počítače. Data již zpracováváme požadovaným způsobem. Ale ještě větším komfortem je import dat např. ze vzdáleného experimentu nebo z reálného lokálního experimentu. Tato data jsou na grafickém pozadí simulace a nastavením základních parametrů a variací dalších parametrů hledáte shodu reálného

vzdáleného, či lokálního experimentu s modelovaným simulovaným virtuálním experimentem.

Simulační prostředí autorů má též jednoduchý soubor nástrojů jako měřítko, či stopky a lze tak provádět měření, tak jako s reálnou pružinou – měří se výchylka, měří doba kmitů. Dále můžeme měnit amplitudu a frekvenci budící síly. Takto lze studovat problematiku rezonance, fázových posuvů, energetických přeměn. V simulačním prostředí jsou k dispozici grafické výstupy základních veličin experimentu, včetně složitějších grafických výstupů, např. energií. Takovýto applet vizualizuje na grafech situace, které si lze z popisu jevu a ze základních fyzikálních rovnic obtížně představovat. A zde ho máme téměř jako hru. Objevitelským, badatelským přístupem se blížíme k postupu vědců, kteří nejdříve studují jev, stanovují hypotézy, provádějí ověřující měření, vyhodnocují data a nakonec vyslovují nové závislosti, zákonitosti, objevy. Ano, téměř vždy od experimentu k teorii a nikoliv od teorie k experimentu, jak tomu je často na školách.



Obr. 3. Virtuální laboratorní prostředí s experimentem „Kmity na pružině“.

Tato simulace má import dat např. ze vzdáleného experimentu a umožňuje fitování reálných dat ze vzdáleného experimentu a teoretických dat ze simulace.

4. Integrace tří typů laboratoří – tradiční laboratoř, vzdálená laboratoř, virtuální laboratoř

Představte si, že probíráte kmity na pružině – volné, tlumené, buzené aj. prostě vše, co se kolem kmitů na pružině dá vyložit. Zatím jsme pouze představili tři typy laboratoří – tradiční, vzdálené a virtuální. Každý typ vyjmenované laboratoře má svůj nepopiratelný přínos. Ale my bychom chtěli ještě dále. Zkusme jeden objekt, jeden problém zkoumat všemi typy laboratorních prací. Nechť si studenti sami zvolí typ laboratorního postupu. Nechť se třída rozdělí na skupinky, které tentýž problém řeší tradičně, vzdáleně, či virtuálně.

Reálně experimentujeme s pružinou klidně i bez počítače, jenom se stopkami a měřítkem. Bez problémů zjistíme periodu kmitů, amplitudu kmitů, případně i tuhost pružiny, tlumení aj. Pokud vše budeme provádět na lokálním počítači s měřicím systémem, budeme mít k dispozici i časový záznam harmonických, a třeba i tlumených

kmitů, případně i buzených kmitů (měřicí systém může budit závaží na pružině např. harmonickou elektrickou/elektromagnetickou silou. Počítač vše zaznamená a na studentovi je rozbor grafického záznamu. Závěrem se dopracuje k rovnicím harmonického, případně tlumeného, případně buzeného pohybu tělesa na pružině. Tolik nám dá reálný lokální experiment.

Pokud nemáme k dispozici reálný experiment, můžeme zvolit reálný vzdálený experiment. A přes internet si „zaexperimentujeme“. Máme k dispozici on-line záběry z kamery, máme možnost interaktivního ovládání parametrů experimentu. Opět naměříme, data si klidně přeneseme přes Internet do svého počítače a experiment vyhodnotíme. A nebo máme možnost se studenty úlohu odzkoušet přímo ve vyučovací hodině, resp. zadat domácí úlohu k procvičení vlastností kmitavého pohybu. Necht' studenti změří tuhost pružiny na internetu (adresu experimentu studentům samozřejmě oznámíme), necht' určí periodu kmitů, necht' určí rezonanční frekvenci, necht' studují fázovou charakteristiku výchylky a budící síly. Plno úkolů, které studenti budou rádi řešit, protože „je to na Internetu“(!). Ověřeno vlastní praktickou výukou.

No a třetí skupinka necht' experimentuje virtuálně. A určitě to není nezajímavé. Zkouší pracovat s virtuální pružinou obdobně jako s reálnou pružinou. Ale má možnost měnit gravitaci, odpor prostředí, má k dispozici hned několik pružin s libovolnou tuhostí, různá závaží. Pokud student přistoupí na tuto virtuální realitu, tak má evidentně flexibilnější experiment. Studenti této skupiny pravděpodobně přinesou nejhodnotnější data a závěry. ANO chybí jim sice ta realita pružiny, ale tu jim nechceme odeprít. Své výsledky budou konfrontovat se skupinou, která měla fyzickou pružinu. Ve virtuální simulaci, např. naše „Kmity na pružině“ lze nejenom virtuálně experimentovat, ale v novém typu simulací s *importem dat* lze porovnávat, fitovat data z lokálního, či vzdáleného experimentu a simulovaná data.

Studenti ve všech třech typech laboratoří experiment posuzují jak kvalitativně, tak hlavně kvantitativně. Kontrolovatelným výstupem necht' jsou jejich data. Poté si vzájemně poreferují o svých výsledcích a pokusí se naměřená data vzájemně konfrontovat, vzájemně předávat a porovnávat.. Data, ať již naměřená reálně, vzdáleně, či simulovaná můžeme zpracovávat např. v EXCELU, či optimálně v simulačním prostředí, viz výše popsaná naše simulace „Kmity na pružině“.

Studijní materiály jsou v knižní podobě –učebnice, v elektronické podobě – studenti si sami dohledávají informace na Internetu, přičemž dbají na validitu internetových zdrojů, případně jsou studenti vedeni interaktivními návody aj. Studenti pracují samostatně, až individuálně, ale později při společné diskusi se učí kolektivní kolaboraci, což je také jeden z cílů výuky v laboratoři, na který se trochu pozapomíná.

Závěr

A nyní ještě otázka? A kde je učitel? Učitel je součást všech řešitelských týmů, učitel nekáže od tabule, učitel není expertem, chodící encyklopedií, je zprostředkovatelem procesu učení. Učitel studenty „táhne“ a ne „tlačí“, učí je klást správné odpovědi, učí je vzájemné kolaboraci, učitel se individuálně věnuje jak nadaným studentům, tak i studentům, kteří potřebují pomoc atd.. A to je plno důvodů, proč je učitel ve výuce nezastupitelný.

V tomto příspěvku jsme „integrovali“ různé typy laboratoří. Širší pojetí integrace je *integrované studijní prostředí*, které integruje e-text, e-simulace a e-

experimenty a které může být součástí LMS systémů (např. Moodle). Takovouto výuku nazýváme „*Integrovaný e-learning*“, podrobněji je popsána např. v [5].

Závěrem bychom rádi shrnuli, že právě *vzájemné propojení „hand made“, vzdáleného a virtuálního experimentování* je tou *novou přidanou hodnotou* v laboratorní práci studentů.

Literatura

1. LUSTIG, F. *Computer based system ISES*. dostupné na <http://www.ises.info>, 1990-2011.
2. SCHAUER, F. LUSTIG, F. OZVOLDOVA, M. *ISES - Internet School Experimental System for Computer-Based Laboratories in Physics*, in Innovations 2009 (USA). World Innovations in Engineering Education and Research. iNEER Special Volume 2009. chapter 10. pages 109-118. ISBN 978-0-9741252-9-9.
3. SCHAUER, F. LUSTIG, F. DVOŘÁK, J. OŽVOLDOVÁ, M. Easy to build remote laboratory with data transfer using ISES – Internet School Experimental System ISES. Eur. J. Phys. 29. 753-765. 2008.
4. LUSTIG, F. DVOŘÁK, J. *ISES WEB Control*, software kit for simple creation of remote experiments for ISES. ISES Rem Lab. Teaching tools co. PC-IN/OUT. addr. U Druhé Baterie 29. 162 00. Prague 6. Czech Rep. 2003.
5. SCHAUER, F. OZVOLDOVA, M. LUSTIG, F. *Integrated e-Learning - New Strategy of Cognition of Real World in Teaching Physics*, in Innovations 2009 (USA), World Innovations in Engineering Education and Research, iNEER Special Volume 2009, chapter 11, pages 119-135, ISBN 978-0-9741252-9-9.
6. LUSTIG, F. BARDIOVSKÝ, V. *Kmity na pružině. Simulační prostředí „ISES Sim Lab“*, Teaching tools co. PC-IN/OUT. addr. U Druhé Baterie 29. 162 00. Praha 6. Czech Rep. 2011.

Kontaktní adresa

doc. RNDr. František Lustig, CSc.
Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta
Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2
Telefon: +420 602 858 056
E-mail: Frantisek.Lustig@mff.cuni.cz

ŘEŠENÍ JEDNODUCHÝCH DIFERENCIÁLNÍCH ROVNIC V EXCELU

Pavel MASOPUST

Abstrakt

Článek ukazuje, jak je možné řešit úlohy vedoucí k diferenciálním rovnicím i bez důkladné znalosti matematického aparátu v pozadí. K řešení je použita Eulerova metoda a řešení je vizualizováno v MS EXCEL. Vzorově je řešena úloha volného pádu s uvažovaným odporem prostředí.

HOW TO SOLVE SIMPLE DIFFERENTIAL EQUATIONS IN EXCEL

Abstract

Article shows how to solve differential equation without the complex knowledge of underlying math. We use a simple Euler method and show the final results in MS EXCEL.

Řešení fyzikálních úloh s sebou nese nutnost použití rozličných matematických metod. Matematické znalosti studentů středních škol jsou limitované, a tím je omezen i výběr úloh, jež lze při výuce použít. Jsme často svědky toho (ačkoli to se týká spíše až VŠ kurzu fyziky), že úlohy nejsou „dotaženy do konce“. Vyučující konstatuje, že jsme našli řešení úlohy (např. v podobě nějaké matematické funkce) a že tedy můžeme postoupit k dalšímu příkladu. Velká většina studentů si však řešení není schopna představit a neví tak, co vlastně spočítali a z pouhého pohledu na matematický zápis funkce nedokáží odhadnout reálné fyzikální důsledky řešení. To je jistě chyba.

Diskuze získaného řešení je stejně tak důležitá jako postup vedoucí k jeho zisku. Nakreslení průběhu na tabuli a do sešitu je sice jistou možností, avšak z didaktického hlediska stále není ideální. K diskuzi výsledku patří i možnost „pohrát“ si s parametry úlohy. Tím je myšleno mít vizualizované řešení a mít možnost řešení ovlivňovat, např. změnou vstupních parametrů. Takovýto „komfort“ nám může poskytnou vizualizace řešení na osobním počítači. Ačkoli lze použít celou škálu specializovaných programů, jako např. MATLAB, je to nákladné jak na čas (potřebný k ovládnutí programu), tak na finance k pořízení licence programu.

Cílem tedy bude použít standardní počítačový program s jehož ovládnutím jsme obeznámeni a který již, velmi pravděpodobně, máme v počítači nainstalován. Výhodou je i to, že naši práci můžeme snadno nahrát studentům a ti již budou vědět „co s tím“.

Nabízí se tedy k vizualizaci výsledků fyzikální úlohy použít program Microsoft Excel. Je to standardní program, jehož ovládnutí patří k základům počítačové gramotnosti. Ti, co používají některý z Open source tabulkových procesorů, např. Open Office, mohou buď přímo použít nativní souborový formát Excelu .xls, nebo si řešení předělat pro svůj program. Rozdíly budou minimální.

Fyzikální situace jsou často popsány diferenciálními rovnicemi. Ačkoli je možné na střední škole, alespoň formálně, diferenciální rovnice studentům představit, nelze předpokládat hlubší pochopení vzájemných souvislostí. Studenti mohou intuitivně pochopit co znamenají diferenciální přírůstky proměnných atd., ale o úplném pochopení hovořit nelze.

Pomocí numerického výpočtu však lze provést řešení takovýchto úloh bez nutnosti zavádět aparát vyšší matematiky. Postup budeme demonstrovat na řešení základní úlohy z mechaniky – volném pádu tělesa.

Na středoškolské úrovni se úloha obvykle nekomplikuje zaváděním odporu prostředí a úloha může být zadána takto:

Úloha: Těleso je vrženo svisle vzhůru (dolů) s počáteční rychlostí v_0 v tíhovém poli s tíhovým zrychlením g . Určete průběhy rychlosti a polohy vrženého tělesa jako funkce času.

Řešení: Jedná se o rovnoměrně zrychlený pohyb počáteční rychlostí v_0 , okamžitá rychlost tedy bude popsána studentům známým vzorcem $v = v_0 + gt$ a poloha

$$y = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2.$$

Při úvodu do mechaniky jsou studenti seznámeni s Newtonovým zákonem síly $F = ma$. Tedy příčinou změny rychlosti tělesa (zrychlení) je síla. Lze si tedy představit takovou posloupnost:

$$F \dots a \dots v \dots x$$

Síla je příčinou zrychlení, zrychlení je příčinou změny rychlosti a poloha se mění v závislosti na rychlosti. Pozn. nad každou trojtečku by bylo možné napsat znak integrace, ale jelikož se tomuto pojmu v tomto postupu vyhýbáme, nepíšeme ho.

Na začátku je síla a zrychlení. Klasickým analytickým postupem vyjdeme z určeného tvaru zrychlení a řešením obyčejných diferenciálních rovnic určíme rychlost a polohu jako funkci času. Pokud je již zrychlení závislé na např. rychlosti nebo poloze je takové řešení matematicky náročné, někdy i analyticky neřešitelné.

V našem jednoduchém případě je řešení snadné a bylo již uvedeno. Numerické řešení budeme demonstrovat opět na příkladu volného pádu, nyní ovšem se započítáním odporu prostředí. Celková síla která na padající těleso působí je $F = mg - kv$. Pro

analytické řešení je potřeba řešit obyčejnou diferenciální rovnici $m \frac{dv}{dt} = mg - kv$, kde

kv popisuje vliv odporu prostředí. Řešením této rovnice je funkce

$$v = \frac{m}{k} \left(g - \left(g - \frac{m}{k} v_0 \right) e^{-\frac{k}{m} t} \right), v_0, \text{ je počáteční rychlost. Ačkoli řešení této diferenciální}$$

rovnice není složité, studentům středních škol není dostupné. Řešme nyní problém numericky.

Řešení je možné rozdělit na krátké časové okamžiky Δt (dt). Jednotlivé okamžiky označíme indexem i . Rychlost v čase t_{i+1} je ovlivněna zrychlením a rychlostí v čase t_i tedy $v_{i+1} = v_i + a_i \Delta t$. Toto je již zápis vhodný pro Excel. Schematicky v tabulce:

t [s]	a [ms^{-2}]	v [ms^{-1}]
0	a_0	v_0
0+dt	a_1	$v_1 = v_0 + a_0 \cdot dt$
0+dt+dt	a_2	$v_2 = v_0 + a_0 \cdot dt + a_1 \cdot dt$
...

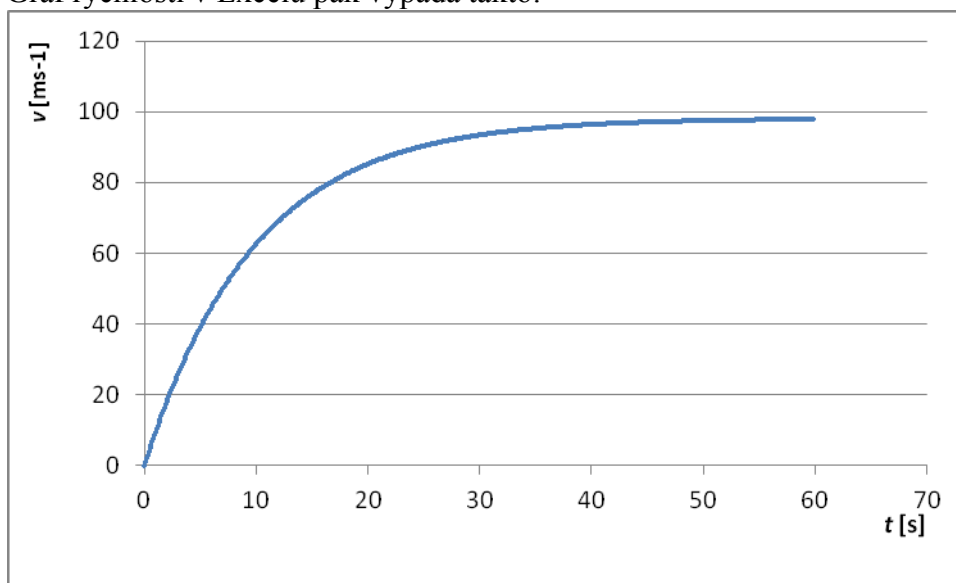
Tvoříme takovou tabulku – v prvním sloupci přibývá čas od nuly po kroku dt , v druhém sloupci je velikost zrychlení (v případě volného pádu bez odporu prostředí by zde bylo tíhové zrychlení g) a v třetím sloupci je rychlost, která je v každém kroku rovna předchozí rychlosti plus přírůstek – zrychlení v předchozím kroku krát dt .

Tabulka pro řešení našeho příkladu (svislý vrh v prostředí s odporem kv) by vypadala následovně.

t [s]	a [ms^{-2}]	v [ms^{-1}]
0	$a_0 = g$	v_0
0+dt	$a_1 = g - k/m \cdot v_0$	$v_1 = v_0 + a_0 \cdot dt$
0+dt+dt	$a_2 = g - k/m \cdot v_1$	$v_2 = v_0 + a_0 \cdot dt + a_1 \cdot dt$
...

Pro získání dostatečného počtu kroků musí mít tabulka velký počet řádek. Pokud např. $dt = 0,1s$ a potřebujeme 20 sekund řešení, musí mít tabulka 200 řádek.

Graf rychlosti v Excelu pak vypadá takto:

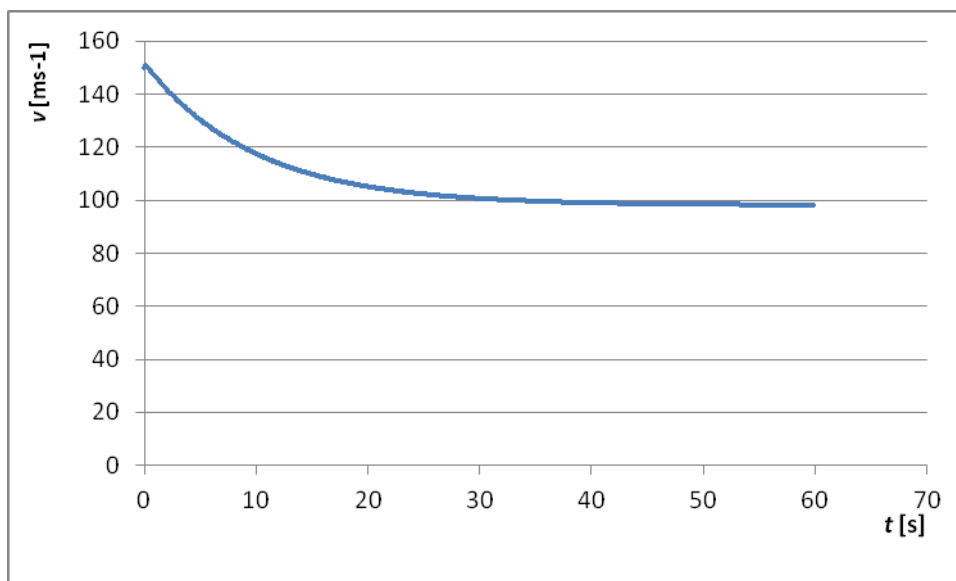


Ve shodě s analytickým řešením se funkce asymptoticky blíží k jisté hraniční rychlosti. Tuto rychlost snadno nalezneme uvědomíme-li si, že po dostatečně dlouhé době se odporová síla kv vyrovná s gravitační silou mg . Tedy: $mg = kv_{\max}$ a $v_{\max} = \frac{mg}{k}$.

Pro graf na obrázku byly použity hodnoty $k = 0,1 \frac{Ns}{m}$, $m = 1kg$, $g = 9,81 ms^{-2}$, tedy

hraniční rychlost $v_{\max} = \frac{9,81}{0,1} ms^{-1} = 98,1 ms^{-1}$, což je ve shodě s grafem. Pokud

nakreslíme stejný graf s počáteční rychlostí překračující hraniční rychlost vypadá graf následovně:



Rychlost tělesa se tak blíží k hraniční rychlosti „shora“. Popsaná metoda numerické řešení je takzvaná Eulerova metoda. Je metodou patrně nejjednodušší a současně i „nejprimitivnější“. Pro přesnější nebo rychlejší řešení bychom museli použít pokročilejší metody, např. metodu Runge-Kutta.

Shrnutí:

Numerické řešení diferenciální rovnice může být snadnou cestou jak vyřešit analyticky obtížně řešitelné úlohy. Studenti si tak sami mohou ověřit správnost sestavení diferenciální rovnice popisující fyzikální systém a ověřit si své předpokládané chování systému. Řešení této úlohy přímo jako soubor .xls lze nalézt na <http://home.zcu.cz/~pmasop/srni2011.xls>

Kontaktní adresa

PhDr. Pavel Masopust
Oddělení fyziky
Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy
Klatovská 51, 306 14 Plzeň
Telefon: +420 37763 6310
E-mail: pmasop@kmt.zcu.cz

MIKROPROCESOR PIC A JEHO VYUŽITÍ

Jan MATYSKA, Josef HORÁLEK

Abstrakt

Ukázka využití mikroprocesoru PIC ve výuce fyziky jako jednoduchého dekodéru digitálního zvuku. Článek se zabývá ukázkovým využitím funkcí mikroprocesoru PIC ve výuce elektřiny v hodinách fyziky. Na této praktické ukázce se demonstrují funkce mikroprocesoru v návaznosti na vhodná témata náplně středoškolské fyziky.

MICROPROCESSOR PIC AND ITS USAGE

Abstract

Example of using the PIC microcontroller in the teaching of physics as a simple digital audio decoder. The article will address the use of functions of the PIC microprocessor in teaching of the electricity in physics classes. This practical demonstration will be demonstrated in the following functions of the microprocessor suitable for filling high school physics topics.

Úvod

Ve výuce fyziky na gymnáziích, která je velice ovlivněna rámcovými vzdělávacími programy [1], je v části elektrické jevy, světlo velice vhodné studenty seznámit s moderní elektronikou, tak aby získali základní vazbu mezi probíranými tématy z oblasti elektřiny a magnetismu a současnými trendy, které pro svoji funkčnost využívají vyučované principy. Na Anglickém gymnáziu, SOŠ a VOŠ s.r.o., Pardubice, jsme zvolili ukázkou možností využití jednoduchého mikroprocesoru pro reprodukci zvuku.

Zařazení do výuky

V rámci výuky fyziky jsou v souladu s RVP, podle kterých je postaveno ŠVP výše zmíněné školy, zařazeno učivo:

- **elektrický náboj a elektrické pole** – elektrický náboj a jeho zachování; intenzita elektrického pole, elektrické napětí; kondensátor
- **elektrický proud v látkách** – proud jako veličina; Ohmův zákon pro část obvodu i uzavřený obvod;
- **elektrický odpor; elektrická energie a výkon stejnosměrného proudu; polovodičová dioda**
- **magnetické pole** – pole magnetů a vodičů s proudem, magnetická indukce; indukované napětí
- **střídavý proud** – harmonické střídavé napětí a proud, jejich frekvence; výkon střídavého proudu; generátor střídavého proudu; elektromotor; transformátor

V rámci výuky jsou tak studentům představeny i základní pasivní a aktivní obvody, konkrétně RC a RL články. Právě této znalosti bylo při praktické ukázce

využito. Pro vyšší efektivitu upevnění znalostí, byla jedna hodina věnována opakování potřebných znalostí pro pochopení principů fungování mikroprocesoru PIC pro reprodukci zvukového záznamu. Se studenty bylo zopakováno učivo, týkající se principu RC článku jako integrátoru. Principiálně byl představen operační zesilovač. Studentům bylo teoreticky vysvětleno zpracování vstupního signálu OZ. Jeho vnitřní struktura však zůstala jako „black box“.

Samotné praktické nasazení mikroprocesoru PIC pro reprodukci zvukového záznamu bylo vedeno formou frontálního pokusu, s dovysvětlením jednotlivých principů při samotné praktické ukázce. Mimo samotné elektrotechniky jako praktické ukázky využití fyzikálních principů bylo při samotné reprodukci zvukového záznamu z PC, se vrátit ke znalostem studentů z oblasti mechanického kmitání a vlnění. Samotná reprodukce tak posloužila i k zopakování principů tvorby zvuku a jeho přenosu, čím se podařilo zdůraznit provázanost jednotlivých témat z oblasti fyziky a ukázat, že jejich kooperací vzniká komplexní systém, pomocí něhož lze vysvětlit principy fungování moderních technologií.

Zařazení do výuky

Jak již bylo řečeno, cílem článku je představit mikroprocesorovou techniku jako pomůcku při výuce fyziky. V uvedeném příkladu půjde o využití mikroprocesoru jako jednoduchého dekodéru digitálního zvuku. Popsány budou jak základní schematická zapojení, tak i princip implementace software pro mikroprocesor i PC pro konverzi požadovaného zvukového souboru.

V rámci ukázkového příkladu byli žáci a studenti seznámeni s fyzikálními principy elektrických obvodů a základními typy elektronických součástek. Následovaly základní principy přenosu a reprodukce zvuku a jeho digitální reprezentace v počítačové technice.

Představení problematiky

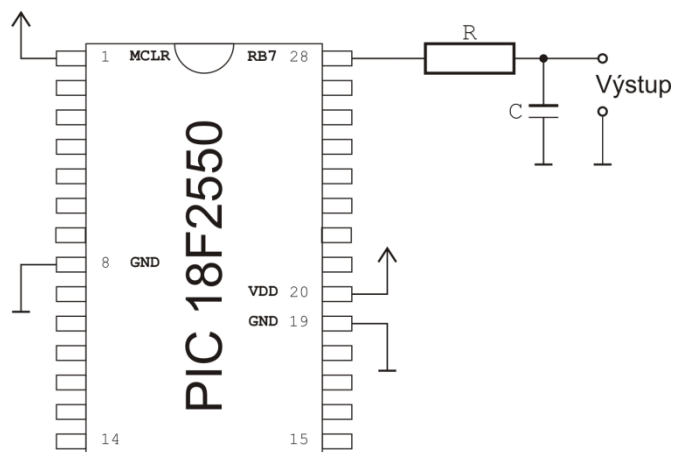
Mikroprocesory jako takové jsou dnes velmi rozšířeným prvkem v mnoha odvětvích elektroniky. Pro využití ve výuce se hodí především levné jednočipové mikroprocesory, například řada PIC firmy Microchip. Tyto mikroprocesory jsou vyráběny v několika modelových řadách a mnoha typech v jednotlivých řadách. Pro daný příklad byl zvolen mikroprocesor řady PIC 18F2550. Tento mikroprocesor disponuje vnitřními moduly časovačů, digitálně-analogových převodníků, komparátorů napěťových úrovní, interní EEPROM pamětí, dále pak komunikačními moduly pro sběrnice I²C, SPI, UART nebo USB. Další a zásadní výhodou je implementace vnitřního kalibrovaného oscilátoru, odpadá tak potřeba pro jednoduché pokusy doplňovat mikroprocesor o externí krystal jako rezonanční zdroj krokových impulsů.

Mikroprocesory PIC patří mezi procesory s modifikovanou Harvardskou architekturou [2]. To znamená, že mají paměť programu a registry jednotlivých periférií adresované souvisle, tak jak je specifikováno u Harvardské architektury, kde jsou programový kód a data fyzicky uloženy v jedné paměti. V rámci modifikace nepřicházíme o bezpečnostní výhody ochrany programového kódu vycházející s Von Neumanovy architekturou [2]. Díky tomu není možné do paměti programu zapisovat, ale pouze číst instrukce. V této modelové řadě jsou mikroprocesory PIC vybaveny RISC výpočetním jádrem. Obsahují tedy redukovanou instrukční sadu, která neobsahuje komplexní instrukce. Ty mohou například spojit několik základních instrukcí v jednu

(načtení dat z paměti, provedení operace a jejich opětovné uložení), oproti RISC, kde je potřeba každý krok rozepsat zvlášť.

Pro snadnější orientaci studentů v programovém kódu je pro programování mikroprocesoru zvolen jazyk C, který je snadnější na pochopení programovaných algoritmů ve srovnání s assemblerem.

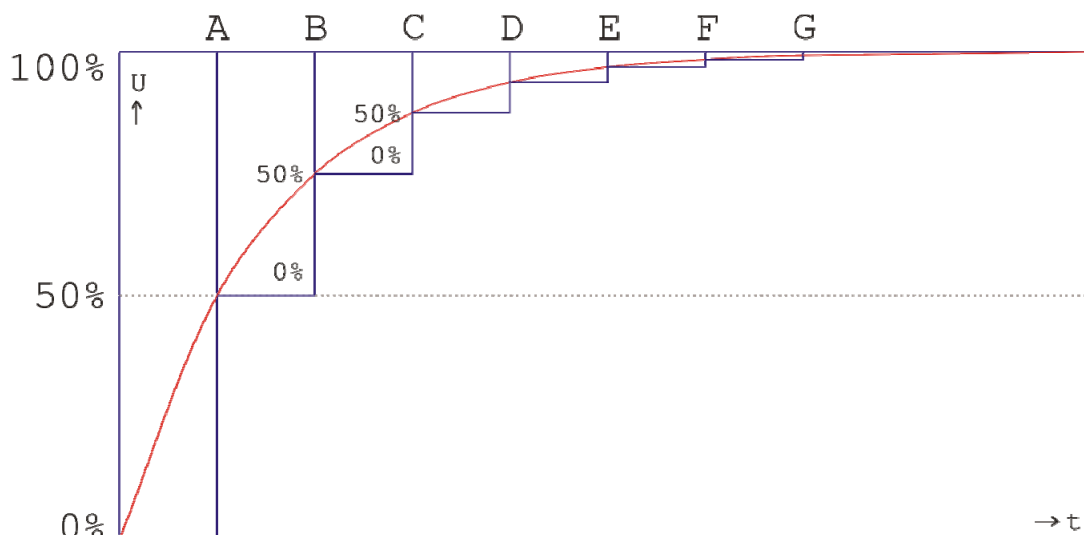
V ukázkovém příkladu byl využit pouze vstupně-výstupní piny a paměť EEPROM, do které bude uložen zakódovaný zvuk. Vzhledem k omezené kapacitě je zvuk zakódován jednobitovým konverzním algoritmem. Zvuk je na vstup reproduktoru dekódován pomocí primitivního digitálně-analogového převodníku, složeného z rezistoru a kondenzátoru, jehož vlastností je využito při konverzi zvuku.



Obr. 5: Schéma zapojení ukázkového příkladu

Nejprve bylo nutné zvážit, jaký zvuk budeme zpracovávat. Jde především o datový tok, který je vyjádřen množstvím vzorků za sekundu, které určují aktuální zvukovou úroveň přenášenou do převodníku. Vzhledem k jednoduchosti reprodukčního zařízení je například plně postačující datový tok 22 500 vzorků za sekundu. Vyšší datové toky by sice bylo možné zakódovat a následně reprodukovat, kvalita reprodukce by však nebyla přímo úměrná zvětšení objemu uložených dat v paměti.

Dalším krokem bylo samotné zakódování zvuku. K tomu byl vytvořen jednoduchý konverzní program v jazyce JAVA. Tento program prochází zvuková data a převádí je do soustavy hodnot 1 a 0. Tyto hodnoty reprezentují nabíjení nebo vybíjení integračního článku, který je použit na výstupu procesoru jako digitálně-analogový převodník. Výpočet konverze zvuku je pak plně závislý na konkrétních hodnotách použitých součástek. Samotný převod zvuku probíhá tak, že se porovnává aktuální úroveň vzorku, hodnota následujícího vzorku a přibližná poloha na nabíjecí/vybíjecí křivce integračního článku.



Obr. 6: Průběh nabíjení integračního článku

Pokud je následující hodnota vzorku vyšší než aktuální, zapíše se do výstupního souboru hodnota 1, která bude mikroprocesoru určovat, že má sepnout výstupní pin a začít nabíjet integrační článek [3] [4].

Je-li příští hodnota vzorku nižší než aktuální, zapíše se hodnota 0, ta zapříčiní vypnutí výstupního pinu mikroprocesoru a integrační článek se začne vybíjet. Dále je nutné převodní algoritmus doplnit o ošetření „hluchých míst“ zvukového souboru, aby nedošlo k úplnému vybití integračního článku. To by způsobilo nemožnost dostatečně rozkmitat reproduktor. Napětí na výstupu integračního článku je tedy potřeba udržovat v relativní nule, tedy na střední úrovni napětí (mezi hodnotou 0 V a napájecím napětím mikroprocesoru, typicky 5 V). Toho lze docílit pravidelným střídáním hodnot 0 a 1 ve výstupním souboru.

Posledním krokem bylo navržení algoritmu pro reprodukci zakódovaných dat. Data jsou uložena v poli bytů, vždy po osmi hodnotách v jednom bytu. Toto pole pak v programu mikroprocesoru procházíme ve smyčce. Mezi načítáním jednotlivých bitů je třeba vytvořit čekací smyčku definovanou vzorkovací frekvencí konvertovaného zvuku. Dobu, po jakou má program čekat mezi nastavením načtené hodnot na výstupní pin, zjistíme jednoduchým výpočtem:

$$t = \frac{1}{\text{vzorkovací frekvence}} [s].$$

Tím bylo docíleno nabíjení a vybíjení integračního článku připojeného na výstup mikroprocesoru v pravidelných časových intervalech. Na reproduktor je potom přenášeno napětí přibližně odpovídající původní hodnotě vzorku [4].

Další možností využití mikroprocesorů ve výuce může být například demonstrace funkce pulzně-šířkové modulace signálu na regulaci svitu připojené LED, ukázka fyzikálních principů přenosu dat a informací nebo jako řídicí systém, neelektrických pokusů (například ve spojení se servomotory jako pohybovými prvky).

Literatura

1. Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický, 2007. 100 s. [cit. 2011-04-08]. Dostupné z WWW: <http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07_final.pdf>. ISBN 978-80-87000-11-3.)

2. HUANG, Han-Way; CHARTRAND, Leo. PIC Microcontroller : An introduction to Software & Hardware Interfacing. First edition. [s.l.] : Delmar Cengage Learning, 2004. 608 s. ISBN 1401839673, 978-1401839673
3. BEZDĚK, Miloslav. Elektronika I. 1. vydání. České Budějovice : Kopp, 2003. ISBN 80-7232-171-4
4. BLAHOVEC, Antonín. Elektrotechnika II. 4. vydání. Praha : Informatorium, 2003. 154 s. ISBN 80-7333-013-X

Kontaktní adresa

*Bc. Jan Matyska
Student
Univerzita Hradec Králové
Fakulta informatiky a managementu
Rokitanského 62
500 03 Hradec Králové 3
Telefon: +420 776 367 846
E-mail: jan.matyska@uhk.cz*

*Mgr. Josef Horálek
Univerzita Hradec Králové
Fakulta informatiky a managementu
Rokitanského 62
500 03 Hradec Králové 3
Telefon: +420 605 826 817
E-mail: josef.horalek@uhk.cz*

DIVERGENTNÍ FYZIKÁLNÍ ÚLOHY – NĚKTERÉ NÁMĚTY A HODNOCENÍ

Václav MEŠKAN

Abstrakt

Divergentní fyzikální úlohy jsou otevřené úlohy zaměřené na rozvoj tvůrčího myšlení žáků. Příspěvek obsahuje některé typy divergentních fyzikálních úloh a ukázky práce žáků. V další části je pak rozebírána problematika jejich hodnocení.

DIVERGENT PHYSICAL TASKS – SOME SUGGESTIONS AND ASSESMENT

Abstract

Divergent physical tasks are open-ended tasks proposed for fostering and nurturing of creativity of pupils. This paper contains some suggestions of divergent tasks and examples of the work of basic school pupils. The paper deals also with problem of the assesment of divergent tasks.

1 Tvůrčí výuka fyziky

Cílem výuky fyziky je aktivní utváření fyzikálních poznatků, poznávání přírodních zákonů a způsobů poznávání. Rovněž by měl být u žáků rozvíjen zájem o předmět a motivace k jeho dalšímu studiu. Při výuce rovněž usilujeme o rozvoj samostatného tvůrčího myšlení při řešení problémů. Tvůrčí výukou pak není myšleno pouze jakési uvolněné kreativní hraní, ale především postupy založené na tvůrčím řešení problémů.

Metodika tvořivé výuky fyziky je obsáhlou a současně poměrně mladou kapitolou. Zabývat se jejími jednotlivými aspekty by ovšem přesahovalo rámec tohoto textu. Pro další podrobnější informace o této problematice může čtenář vyhledat vhodnou literaturu [5, 6]. Především je nutné zajistit potřebnou míru motivace a aktivity žáků, nové učivo musí být předáváno s důrazem na aktivní poznávání a vztahy mezi informacemi. Nezbytné je rovněž odstraňovat bariéry, které v tradiční výuce brání tvůrčí činnosti, jako je orientace na úspěch, nízká tolerance vůči selhání, autoritářství a další [6]. Snad je možné stručně shrnout, že: „**Samostatná a tvořivá práce vyžaduje pohodu, důvěru, odstranění napětí a také dostatek času pro přemýšlení a prožívání** [6].“

V tomto článku se ovšem zaměřuji na samostatný proces rozvoje tvůrčího myšlení. Proces myšlení při tvůrčím řešení problémů je v literatuře popisován pojmy divergentní (rozbíhavé), respektive konvergentní (sbíhavé) myšlenkové operace. Myšlení divergentní směřuje k vytváření mnoha různých nápadů a myšlenek a je esencí tvořivého myšlení. Naopak konvergentní myšlení se uplatňuje při řešení problémů ve fázi, kdy řešitel z vygenerovaného množství nápadů vybírá ten nejvhodnější a ten následně dopracovává do podoby konečného řešení problému. Ve školním vyučování se konvergentní myšlení uplatňuje při řešení běžných výukových problémů například v matematice. Naproti tomu myšlení divergentní je ve vyučování tradičně potlačeno. Úkolem tedy je nalézt způsob, jak efektivně rozvíjet právě tuto složku tvůrčího myšlení a to především v předmětech technického a přírodovědného charakteru.

Pro potřeby vytvoření metodiky tvůrčí výuky fyziky na základní škole byla navržena sada divergentních fyzikálních úloh. V tomto článku chci čtenáři představit některé náměty divergentních úloh i s ukázkami práce žáků. V závěru se zmíním ještě stručně o problematice hodnocení úloh tohoto typu.

2 Divergentní fyzikální úlohy – některé náměty a ukázka práce žáků

Žák přistupující k řešení některé složitější divergentní úlohy musí mít za sebou již určitý trénink, který jej seznámí s metodou řešení podobných úloh. V první fázi je vhodné zařadit „rozcvičku“ – jednoduché úlohy na rozvoj divergentního myšlení. U těchto úloh bývá někdy potlačena samotná fyzika. V této fázi jde ovšem především o to, naladit žáky „na správnou vlnu“ a seznámit je se stylem práce.

Příkladem úlohy tohoto typu může být:

- *K čemu lze v hodinách fyziky využít cihlu (ramínko na šaty, hliníkovou lžičku, PET láhev, ...)*

Ukázka práce žáků:

K čemu lze v hodinách fyziky využít cihlu?

Odpovědi žáků sedmého ročníku:

- měření jejích rozměrů, hmotnosti, objemu,
- výpočet její hustoty,
- výpočet její tíhy,
- určení tíhového zrychlení pomocí volného pádu cihly,
- výpočet rychlosti pohybu cihly,
- cihla jako pomůcka při demonstraci pohybu,
- měření vztahové síly působící na cihlu,
- využití cihly k měření délky,
- cihla jako závaží,
- cihla jako „podklad“ pod páku,
- trestání žáků.

Lépe strukturovanou úlohou, která již představuje hodnotnou fyzikální úlohu, je například: Jak lze využít PET lahev k určení hustoty neznámé kapaliny?

Odpovědi žáků:

- PET lahev jako odměrná nádoba k určení objemu,
- porovnávání hustot kapalin podle rozvrstvení v PET lahvi,
- určení vztahové síly působící na lahev s vodou v kapalině,
- do lahve postupně dolévat neznámou kapalinu, až bude průměrná hustota lahve stejná jako hustota vody,
- podle deformace PET lahve v kapalině určit velikost hydrostatického tlaku.

V hodinách fyziky je ovšem nutné věnovat pozornost samotné fyzice a řešení fyzikálních problémů. Nedílnou součástí fyziky jsou kvantitativní početní úlohy. Právě u těchto úloh tvořivé myšlení žáků často trpí nejvíce, protože se omezuje na naučené

postupy řešení. Po zvládnutí základních fyzikálních početních úloh je nutné se i zde zaměřit na rozvoj tvůrčího myšlení. V první „výcvikové“ fázi jde o úlohy, pro které jsem pracovníčně zavedl označení „**fyzikální úloha live**“. Jde o frontální práci, při níž žáci spoluvytvářejí fyzikální úlohu přímo v hodině fyziky. Učitel připraví „kostru“ zadání a při vyučování společně se žáky dotváří zadání do konečné podoby vtipného slovního zadání či příběhu, který slouží jako zadání úlohy. Podobné aktivity lze do vyučování velmi dobře zařadit a tradiční hodiny fyziky tímto způsobem výrazně oživit.

Jako první samostatně řešené divergentní fyzikální úlohy přicházejí na řadu ve vyučování úlohy typu „**Vypočítej a oživ úlohu**“. Tradiční početní fyzikální úloha je zadána pouze pomocí symbolů a čísel. Úkolem žáka je vypočítat úlohu a vymyslet jí smysluplné vtipné slovní zadání či příběh sloužící jako zadání. Jsou-li žáci seznámeni s nonverbálními fyzikálními úlohami [8, 9], mohou dostat též za úkol nakreslit obrázek, který bude sloužit jako zadání úlohy.

Příklad:

- *Vypočítej následující úlohu a vymysli krátký příběh, který bude sloužit jako zadání příkladu. Příběh doplň obrázkem:*

$$V = 0,25 \text{ m}^3$$

$$\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$F_{vz} = ? \text{ N}$$

V další fázi již mohou žáci vymýšlet vlastní úlohy zcela. Není ovšem vhodné zadávat úkol příliš otevřený: „Vymysli úlohu na výpočet vztlakové síly“. Často je více než vhodné zadání omezit. Výsledkem jsou divergentní úlohy typu „**Vymysli příklad, aby výsledek byl...**“. Výsledkem může být rovněž slovní či neverbální obrázkové zadání.

Příklad:

- *Vymysli úlohu, aby výsledek byl 2000 J.*

V tomto případě je vhodné úlohu dále omezit: Vymysli úlohu na výpočet polohové energie, aby výsledek byl 2000 J.

Ukázka práce žáků

- *Vymysli úlohu na výpočet průměrné rychlosti, aby výsledek byl 20 ms^{-1} .*

Výsledek: Kůň žokeje Váni urazil vzdálenost 4,96 km za 4 minuty a 8 sekund. Jaká je jeho průměrná rychlost?

- *Vymysli úlohu na výpočet průměrné rychlosti a nakresli obrázek jako zadání úlohy.*

Výsledek: Nejrychlejší šnek odplazil ve šnečím maratonu 1 km za 2,5 hodiny. Jakou rychlostí se plazil?



Obr. 1: Obrázek jako zadání úlohy.

Poněkud z jiného soudku jsou úlohy typu „*Navrhni zařízení*“. Jde o úlohu technicky tvořivého charakteru, které jsou dobře použitelné v některých oblastech učiva.

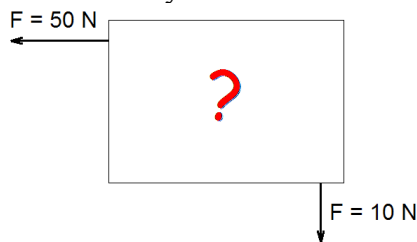
Příklad (bez dalšího rozboru):

- Navrhni přístroj na vážení času.
- Navrhni systém vytápění středověkého hradu.
- Navrhni elektrický obvod, který bude rozsvícením žárovky signalizovat, že se žák houpe na židličce.
- Navrhni, jak vylepšit sázečí kolík.

Podobné předchozím jsou úlohy typu „*Odhal skryté zařízení*“

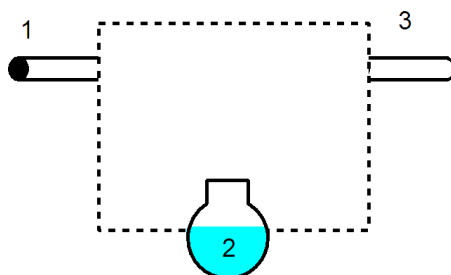
Příklad:

- Odhal, jaké zařízení by se mohlo ukrývat uvnitř krabice (viz obrázek 2).



Obr. 2: Odhal skryté zařízení.

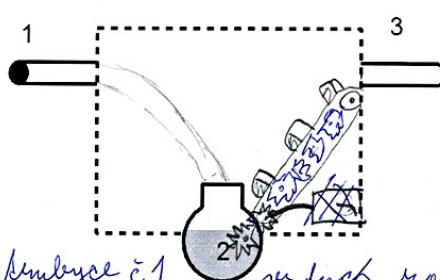
- Uvnitř krabice na obrázku (obrázek 3) je ukryté neznámé zařízení. Když foukneš do trubice č. 1, kapalina z nádoby č. 2 začne vytékat z trubice č. 3. Navrhni, jaký mechanismus by se mohl ukrývat uvnitř krabice (můžeš navrhnout více možností):



Obr. 3: Odhal skryté zařízení.

Ukázka práce žáků:

Řešení výše uvedené úlohy:



Fouknem do trubice č.1. vzduch roztočí vrtulku s ozubeným kolečkem rozhybe kolečkový systém. okolo je pás, který je pás kde jsou přidělané nádoby. jako když držíš...

Obr. 4: Text u obrázku: Fouknem do trubice č. 1, vzduch roztočí vrtulku s ozubeným kolečkem, rozhybe kolečkový systém. Okolo koleček je pás, kde jsou přidělané nádoby...

Jedním z důležitých úkolů při vyučování fyziky na základní škole je vypěstovat u žáků správnou představu o rozměru fyzikálních veličin. U žáků nižších ročníků se k tomuto dobře hodí úloha typu „**Nakresli obrázek, na kterém bude těleso o určitých vlastnostech**“, kdy je úkolem žáka nakreslit obrázek tělesa nebo více těles podle předem zadaných parametrů.

Příklad a ukázka práce žáků:

Nakresli obrázek, na kterém budou spolu „účinkovat“ tělesa o hmotnostech 1 g, 1 kg, 100 kg a 1 t (příklad řešení je na obrázku 5).



Obr. 5: Řešení předchozího úkolu.

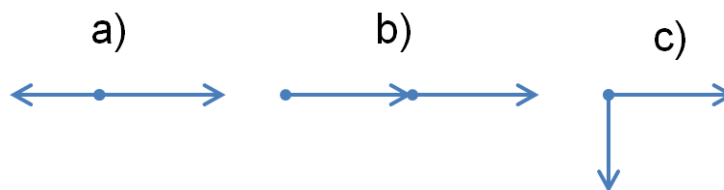
Výše uvedený příklad je jeden z řady možných divergentních úloh, při kterých mají žáci za úkol kreslit. Úlohy tohoto typu mohou aktivizovat i žáky, kteří jinak o výuku fyziky nejeví zájem a jsou jim bližší spíše humanitně a umělecky orientované předměty. Při řešení takových úloh dostávají tito žáci možnost se i v hodinách své neoblíbené fyziky také realizovat.

Jiné náměty na „kreslicí“ úlohy jsou například:

- **Nakresli fyzikální zákon**
 - *Nakresli zákon akce a reakce.*
 - ...
- **Nakresli obrázek na téma...**
 - *Nakresli obrázek na téma teplotní anomálie vody.*
 - *Nakresli obrázek na téma $F = 10 \text{ N}$.*
 - ...

Mohl by následovat výčet mnoha dalších divergentních úloh, které nelze zařadit do žádné z předchozích kategorií. Lze říci, že každý tematický celek nabízí určité specifické úlohy, jejichž počet je potenciálně nekonečný. Závisí tedy především na kreativitě samotného učitele.

Příklad nezařazené úlohy z tematického celku síly a jejich vlastnosti, konkrétně skládání sil: *Jakou situaci mohou představovat následující silové diagramy (obrázek 6)?*



Obr. 6: K zadání divergentní úlohy

Odpověď žákyně sedmého ročníku k diagramu a): „Dvě ženy, ani jedna nechce určitého chlapa, tak ho tlačí k té druhé.“

Po vymyšlení, zadání a vypracování úlohy žáky přichází na řadu hodnocení, které má oproti klasickým úlohám svá specifika. Základní informace k hodnocení divergentních úloh nabízím v následující kapitole.

3 Hodnocení divergentních úloh

Hodnocení má úlohu motivační a současně slouží jako zpětná vazba žákovi, jehož výkony se mají s časem zlepšovat. Tato úloha je zásadní a nezastupitelná. Hodnocení divergentních úloh se ovšem liší od hodnocení tradičních úloh. Tento rozdíl je dán faktem, že u divergentních úloh je předmětem hodnocení nejen fyzikální správnost, ale především míra kreativity. Tento rozdíl je natolik zásadní, že je dokonce nutné oddělit hodnocení fyzikálních znalostí od hodnocení tvořivosti. Především je důležité, aby žák předem věděl, zda bude hodnocen za úroveň svých znalostí či za svou kreativitu. Důvodem je neochota riskovat tvůrčí řešení, pokud má být hodnocena na prvním místě znalost. V takovém případě žák „hraje na jistotu“.

Rozhodneme-li se zadat žákům tvůrčí práci a dopředu je o tom zpravíme, je důležité též seznámit je s kritérii hodnocení.

Studium teorie tvořivosti a praxe pomohly určit tři kritéria, která podle mého názoru a zkušeností dostačují k hodnocení divergentních úloh. Jsou to:

1. **Originalita řešení** – nakolik je řešení nové. Nejsnáze lze posoudit podle četnosti výskytu podobných řešení v práci ostatních žáků.
2. **Množství kategorií** – má-li žák za úkol vymýšlet více různých řešení (což je u řešení divergentních úloh běžné), je lépe hodnocen ten žák, který vytvoří více kategoricky odlišných řešení než ten, který tvoří kvantum řešení pouze obměnou nedůležitých detailů.
3. **Propracovanost řešení**

Stranou hodnocení ovšem nesmí zůstat ani fyzikální správnost řešení. Důležité je, aby na případné nedostatky byl žák upozorněn, nejlépe formou diskuse se zbytkem třídy. Bylo by ale chybou jej za nedostatky ve znalostech klasifikovat.

4 Závěr

Divergentní fyzikální úlohy jsou ve výuce fyziky hodnotným inovativním prvkem z hlediska zpestření tradiční výuky, schopnosti motivovat žáky a především z hlediska rozvoje tvůrčího myšlení žáků. V didaktice fyziky jde o nové a málo zpracované téma, které se v současné době stále vyvíjí a zároveň jsou získávány první praktické zkušenosti. Tyto dosavadní zkušenosti jsou prozatím poměrně pozitivní a toto téma si tak zasluhuje nadále naši pozornost. Divergentní úlohy ovšem vznikly v rámci celé navrhované metodiky tvůrčí výuky fyziky na základní škole a jako takové jsou součástí

většího metodického celku, který zahrnuje další nástroje, otázky motivace a způsoby osvojování učiva. Jde o velmi široké téma a samotné zařazení divergentních úloh do výuky není zázračným samospasitelným lékem.

Literatura

1. DACEY, J. S., LENNON, K. H. *Kreativita*. 1. vyd. Praha: Grada, 2000. ISBN 80-7169-903-9.
2. De BONO, E. *Serious Creativity*. 1. vyd.: London: HarperCollins Publishers, 1992. ISBN 0-00-637958-3.
3. GUILFORD, J.P. *The Nature of Human Intelligence*. 1. vyd. New York: McGraw-Hill Education, 1967. ISBN: 978-0070251359.
4. HLAVSA, J. *Psychologické základy teorie tvorby*. 1. vyd. Praha: Academia, 1985. ISBN 21-087-85.
5. LOKŠOVÁ, I., LOKŠA, J. *Pozornost, motivace, relaxace a tvořivost dětí ve škole*. 1. vyd. Praha: Portál, 1999. ISBN 80-7178-205-X.
6. MAŇÁK, J. *Stručný nástin metodiky tvořivé práce ve škole*. 1. vyd. Brno: Paido, 2001. ISBN 80-7315-002-6.
7. PIETRASINSKI, Z. *Psychologie správného myšlení*. 1. vyd. Praha: Orbis, 1964. ISBN 11-127-64.
8. TESAŘ, J.: *Nonverbální úlohy*. In: Sborník z konference Aby fyzika žáky bavila 2, Vlachovice, 19. – 22. 10. 2005, editor R. Kolářová, UP Olomouc, 2005, s 115 – 120. ISBN 80-224-1181-4.
9. *Nonverbální úlohy* [online]. [cit. 2010-08-25]. Dostupné z <http://fyzweb.cz/materialy/nonverb/>.

Kontaktní adresa

PhDr. Václav Meškan
Fakultní základní škola L. Kuby, České Budějovice
Ludvíka Kuby 48, České Budějovice
Telefon: +420 602 451 669
E-mail: meskan@email.cz

AKUSTIKA ANO, ČI NE?

Petr NEZAVDAL

Abstrakt

Akustika je jedním ze základních oborů fyziky. V článku porovnávám učebnice z minulého století a současnosti. Jak se měnil studijní obsah. V dnešní době se omezuje výuka akustiky, je to dobře? Co vše by mohla akustika dnes žákům nabídnout. Je potřeba mít navíc nějaké poznatky, nebo stačí současný trend?

ACOUSTICS YES OR NO?

Abstract

The acoustic is one of the basic physic's domains. In the article, I compare textbooks from the last century and today. How the study's content were changing. In these days the tuition of acoustic is reduced, is it right? What all the acoustic would offer to students. Is it necessary to have some special knowledges or is it the contemporary trend enough?

Úvod

Člověk se setkává v běžném životě s akustikou velmi často. Mnohokrát si to ani neuvědomuje, ale přesto jí využívá denně. Taková řeč. Začala se vyvíjet, aby skupiny lovců lépe utočily na svou kořist. Dnes pro nás znamená nejlepší možnost komunikace s okolím. Sluch nás zase chránil před napadením od zvěře, či jiné pohromy.

Významem zvuku, je tedy pro nás nezanedbatelný. Sluch je přeci jedním z pěti tradičních smyslů člověka. Po zraku, zřejmě nejvýznamnějším. Nezaslouží si tedy akustika více místa v poznání žáků, jako mají ostatní obory ve výuce fyziky?

Akustika v učebnicích

V průběhu 20. století se měnil význam akustiky jako vyučovacího předmětu. Na počátku století to byl jeden z rovnocenných oborů fyziky, který po obsahové stránce mohl konkurovat dalším oblastem. Postupný vývoj v dalších disciplínách pomalu ubíral na důležitosti akustiky. V dnešní době je tento obor na okraji výuky. Mnohdy se pro nedostatek času ani nevyučuje (často se přesouvá do seminářů). Obsah se v minulém století dosti pozměnil a bohužel i zkrátil. Jako příklad změn v akustice jsou uvedeny dvě učebnice určené pro střední školy.

První učebnici vydalo Statní pedagogické nakladatelství v 50. letech. Nakladatelství postupně vydalo učebnice pro tři ročníky střední školy, kde se objevilo 6 témat (1. Mechanika látek pevných, kapalných a plynů; 2. Molekulární fyzika a teplo; 3. Nauka o vlnění a akustika; 4. Geometrická optika; 5. Elektřina; 6. Záření a stavba atomu). Z této série byla v roce 1954 vydána učebnice Fyzika pro desátý postupný ročník, kde jsou témata 2-4. Z akustiky se zde objevují podkapitoly: Chvění zvučícího tělesa; Šíření a rychlost zvuku. Zvukové vlny; Odraz zvukových vln; Tón. Intenzita a výška tónu. *Sirény; Interference zvukových vln; Vlastní tón zvučícího tělesa; Základní tón zvučícího tělesa; Vyšší tóny harmonické; Zabarvení zvuku; Resonance zvuku; Gramofon;*

Ultrazvuk; *Škodlivé působení zvuku; Užití zvukových jevů ve vojenské technice* (kurzívou označené podkapitoly se v nových učebnicích téměř neobjevují). Rozsah akustiky v této učebnici je na 19 stran. Jednotlivé části jsou rozebírány podrobněji. Kromě popisu jednotlivých pojmů, jsou zde i ukázky jak je možné dané poznatky využít v reálném světě.

Současné učebnice jsou v části akustika méně obsáhlé. Již podle počtu stran věnované této tématice jde usoudit o zmenšení obsahu výuky. Ze současných učebnic používaných na středních školách jsem vybral k porovnání Fyziku pro střední školy II od nakladatelství Prometheus. Zde se objevuje mnohem více oborů fyziky počínaje kmitáním a vlněním, přes elektřinu a magnetismus, optiku, až po astrofyziku. Zajímavé je, že zde už není akustika jako samostatné téma. Objevuje se zde jako jediná podkapitola u kmitání a vlnění s názvem Zvuk. Daná problematika se rozebírá na 6 stranách. Na rozdíl od první učebnice se zde pouze jednoduše popisují (někde i jen definují) jednotlivé pojmy. U některých pojmů zcela chybí i jejich využití (například ultrazvuk a jeho význam pro člověka). Krom toho úplně chybí hudební akustika. Žádné nástroje, žádné stupnice, přestože se na nich dá mnohé dobře vysvětlovat.

V porovnání těchto učebnic vyšla lépe starší kniha. Znamená to, že dnešní žáci nejsou schopni chápat to co dřív? Myslím si, že ne. Je tedy čas natolik důležitý, aby žáci přicházeli o zajímavé poznatky, které denně využívají?

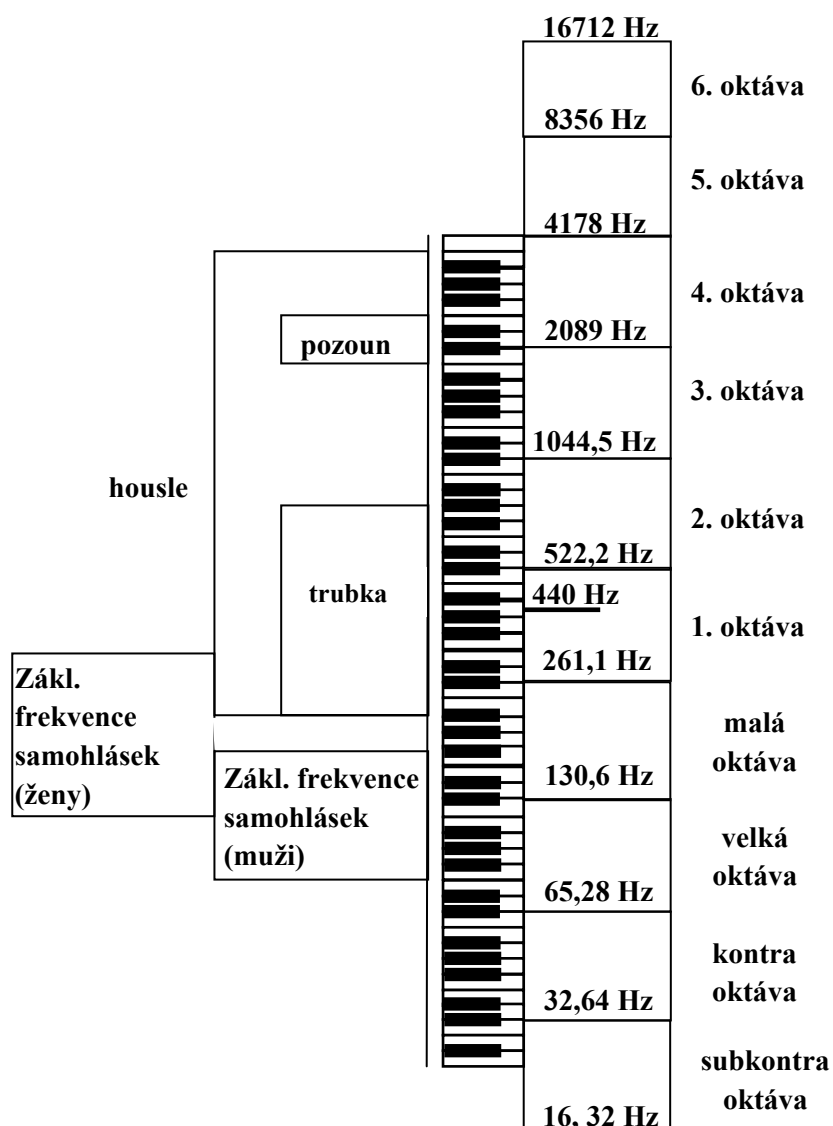
Kam můžeme směřovat

Současné učebnice na akustiku trochu zanevřely. Přesto by stačilo jen trochu rozšířit jejich obsah. Jak jsem již psal výše, opět by se mohla vrátit hudební akustika. Na čem jiném by se mohla lépe vysvětlovat, když ne na nástrojích. Na obrázku 1 je ukázán frekvenční rozsah člověka s porovnáním rozsahu klavíru a dalších hudebních nástrojů. Pro představu žáka by jistě napomohla i názorná ukázka tónů klavíru, či jiných hudebních nástrojů.

V současnosti se učitelé snaží témata vysvětlovat i pomocí mezipředmětových vztahu. Vybral jsem předměty, do kterých se dá akustika zahrnout spolu s několika tématy, která se dají propojit:

- hudební výchova (nástroje, ton, ladění, odraz a izolace – opera, CD, gramofonová deska),
- biologie (hlasivky, hrtan, ucho, zvířata – infrazvuk, ultrazvuk, ultrasonografie – lékařství),
- český jazyk (fonetika),
- základy společenských věd (identifikace pomocí hlasu, rádio),
- zeměpis (ozvěna, sonar – ultrazvuk, větrné elektrárny, sopečná činnost – infrazvuk),
- chemie (ultrazvuk – vypuzování plynů z kapalin nebo roztavených kovů, skla),
- informatika (záznam zvuku na CD, formáty mp3, wma apd.),
- matematiky (výpočet frekvence)
- dějepis (historie vynálezů).

Kromě souvislosti s dalšími předměty má akustika další velkou výhodu. Experimenty a jednoduché demonstrace. Stačí se podívat kolem sebe a jen se zaposlouchat. Všude vedle nás je možné něco z akustiky nalézt. Byla by škoda ochudit žáky o tuto zajímavou část fyziky.



Obr. 7: Frekvenční rozsah rozdělený oktávami.

Literatura

1. ŠOLER, K a kol. Fyzika pro desátý postupný ročník. 1.vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1954. 249 s.
2. LEPIL, O a kol. Fyzika pro střední školy II. 3.vyd. Praha: Prometheus, 2004. 311 s. ISBN 80-7196-185-X.

Kontaktní adresa

Mgr. Petr Nezavdal
 Katedra fyziky, Univerzita Hradec Králové
 náměstí Svobody 301, Hradec Králové
 Telefon: +420 493 331 518
 E-mail: petr.nezavdal@uhk.cz

ANALÝZA EXPERIMENTŮ METODOU VIDEOSTUDIE V HODINÁCH FYZIKY NA ZŠ

Petr NOVÁK, Josef TRNA

Abstrakt

Článek popisuje výsledky výzkumu zaměřeného na experimentování v hodinách fyziky na základní škole. Pro tento výzkum byla použita metoda videostudie, kategoriální systémy se zaměřují fáze experimentování, experiment demonstrační a žákovský a experiment kvalitativní a kvantitativní. Mezi uvedenými kategoriálními systémy jsou hledány vzájemné korelace mezi dvěma proměnnými, které uvádíme v grafické podobě, doplněné našim komentářem.

ANALYSIS OF EXPERIMENTAL METHOD VIDEOSTUDIES IN PHYSICS CLASSES AT THE ELEMENTARY SCHOOL

Abstract

The article describes the results of research on experimentation in physics classes in elementary school. For this research method was used videostudy.

1 Úvod

Pro naše výzkumné šetření zaměřené na analýzu experimentování v hodinách fyziky jsme použili metodu videostudie. Byly vytvořeny příslušné kategoriální systémy, některé jsme z části převzali a vytvořili k nim manuály pro potřeby našeho výzkumu. Podle těchto kategoriálních systémů jsme nakódovaly natočené videohodiny. Získaná data jsme zpracovali do grafů, které jsou součástí této studie. Zaměřujeme se v ní především na korelace mezi dvěma proměnnými.

2 Metoda videostudie

Tato metoda je založena na analýze videozáznamu. Ve světě se tato metoda rozvinula v 90. letech dvacátého století ve vztahu k výzkumům pojmenovaným TIMSS (1995 a 1999). Touto metodou se zabývá v České republice od roku 2004 Centrum pedagogického výzkumu (dnes Institut výzkumu školního vzdělávání, dále IVŠV) Pedagogické fakulty MU [1]. Název tohoto realizovaného projektu IVŠV je „Videostudie fyziky“. Tato metoda byla přenesena z univerzitních didaktických pracovišť v Německu (Kiel) a Švýcarsku (Zürich a Bern). Popis a využití této metody je mj. popsán v publikaci *Videostudie – výzkum výuky založený na analýze videozáznamu* viz [1].

3 Videostudie experimentování ve výuce fyziky

Pro náš výzkum byly použity videohodiny fyziky pořízené IVŠV v 7. a 8. ročnících základních škol v Brně. Celkem se videostudie zúčastnilo 12 základních škol, z nichž s natáčením souhlasilo 13 učitelů fyziky.

Byly vytvořeny příslušné kategoriální systémy pro potřeby našeho výzkumného šetření:

- fáze experimentování,
- experiment kvalitativní a kvantitativní,

- experiment demonstrační a žákovský,
- jednoduchý experiment.

V prvních třech případech jsme kategoriální systémy převzali [2] a vytvořili k nim manuály (viz tab. 1. – 3.). Pro kódování jednoduchého experimentu jsme vytvořili vlastní kategoriální systém a k němu příslušný manuál [3]. V manuálu jsou vymezeny kategorie pro kódování, označující jasně hranice mezi jednotlivými kategoriemi. Jednotlivé kategoriální systémy byly ověřovány tzv. zaškolením kódovatelů. Jednalo se o přípravu, která probíhala na zkušebních videohodinách fyziky pocházející z videostudie TIMMS 1999. Míra shody mezi kódovateli se zjišťuje prostřednictvím koeficientu Kohenova kapka a míry přímé shody (zjišťování inter-rater-reability). Jakmile bylo dosaženo požadované míry shody následovalo kódování videohodin fyziky [4].

Uvedené kategoriální systémy byly použity pro jednotlivá kódování. Tato kódování byla provedena na celkem 62 videozáznamech hodin fyziky, jednalo se o tematické celky „skládání sil“ (27 videohodin) a „elektrický obvod“ (35 videohodin).

Fáze experimentování	5 – nejasné
	4 – práce navazující na experiment
	3 – realizace experimentu
	2 – příprava experimentu
	1 – experiment neprobíhá
	0 – žádná

Tab.1. Kategoriální systém pro kódování – fáze experimentování.

Experiment demonstrační a žákovský	5 – nejasné
	4 – žákyně/žák ve skupinách
	3 – žákyně/žák jednotlivě
	2 – demonstrace žákyně/žáka
	1 – demonstrace vyučujícího
	0 – žádná

Tab. 2. Kategoriální systém pro kódování – experiment demonstrační – žákovský.

Experiment kvalitativní a kvantitativní	3 – nejasné
	2 – kvantitativní
	1 – kvalitativní
	0 – žádná

Tab. 3. Kategoriální systém pro kódování – experiment kvalitativní – kvantitativní.

4 Korelace mezi dvěma proměnnými

Ve spolupráci s IVŠV bylo provedeno grafické vyhodnocení našeho výzkumu, jehož výsledky uvádíme v grafech 1. - 6. Grafické vyhodnocení bylo vytvořeno v softwaru *STATISTICA verze 9.1*. V naší studii jsme se zaměřili na korelace mezi dvěma proměnnými, jedná se o následující dvojice proměnných:

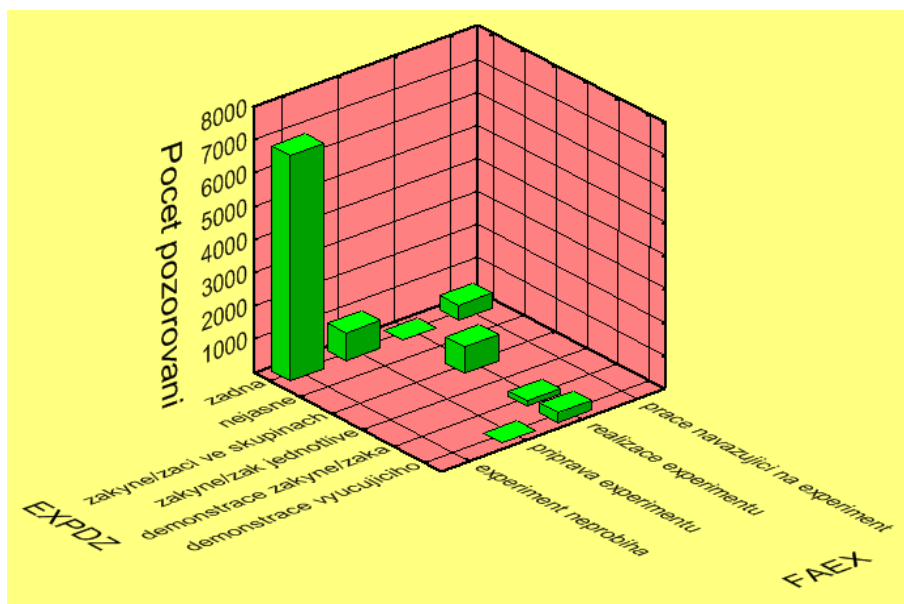
- experiment demonstrační a žákovský proti fáze experimentování,
- experiment kvalitativní a kvantitativní proti fáze experimentování,

- experiment kvalitativní a kvantitativní proti experiment demonstrační a žákovský.

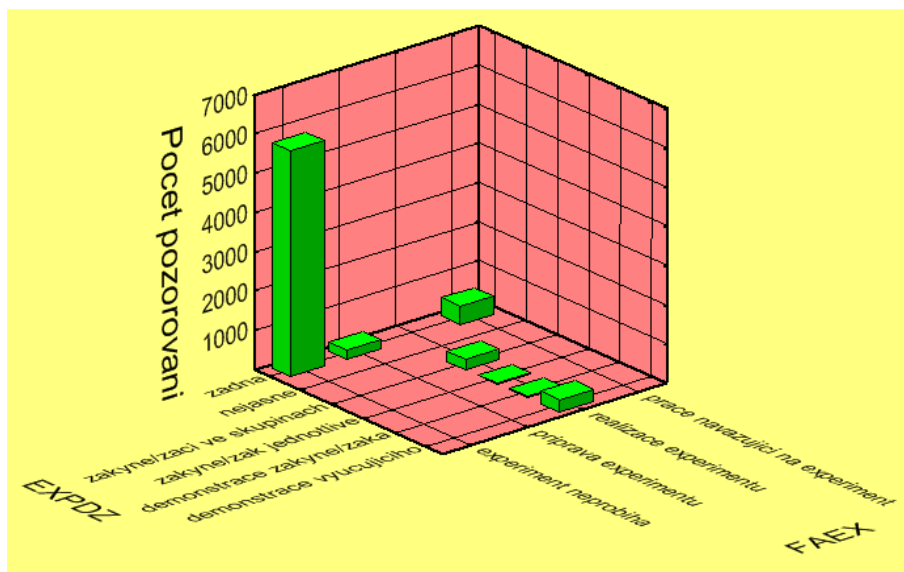
Tyto proměnné jsme zvolili, protože nás zajímalo, projeví-li se mezi jednotlivými kategoriemi našeho kategoriálního systému korelace nebo-li souvztažnost. Korelací rozumíme vzájemnou závislost mezi dvěma či více jevy. Pokud korelace nastane, projeví se to ve zvýšení sloupce v určitém místě našeho histogramu. Pro úplnost prezentujeme také proměnnou s názvem žádná, což znamená, že se neprovádí žádné experimentování.

4.1 Experiment demonstrační a žákovský proti fáze experimentování

Pro lepší pochopení výsledků našeho výzkumu uvádíme grafy obou tematických celků vždy pod sebou. Na grafu 1. je zobrazena proměnná experiment demonstrační a žákovský proti proměnné fáze experimentování, v tomto případě se jedná o tematický celek elektrický obvod. Graf 2. pro stejné proměnné jako graf 1. prezentuje tematický celek skládání sil.



Graf 1. Tematický celek elektrický obvod, experiment demonstrační a žákovský proti fáze experimentování



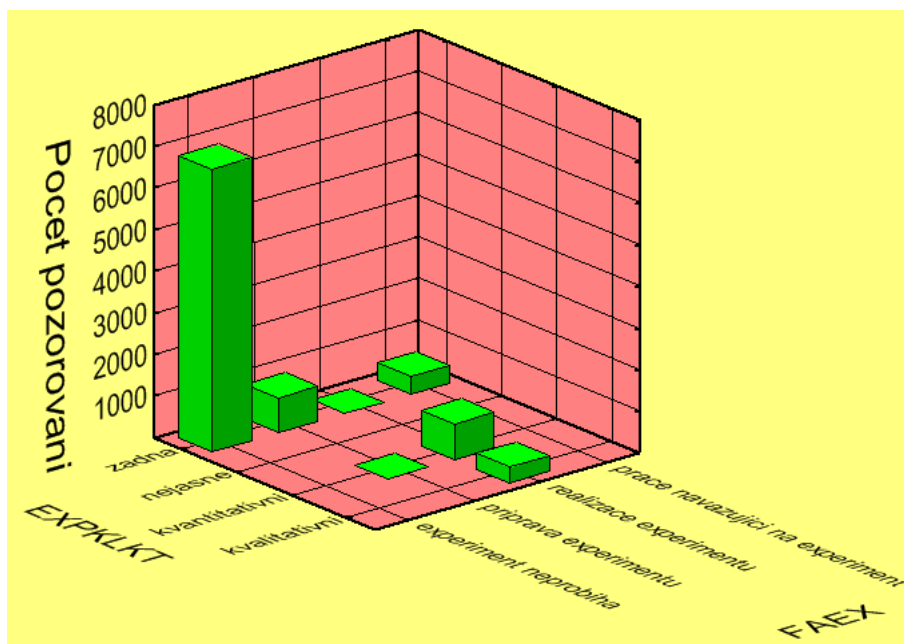
Graf 2. Tematický celek skládání sil, experiment demonstrační a žákovský proti fáze experimentování

Interpretace výsledků:

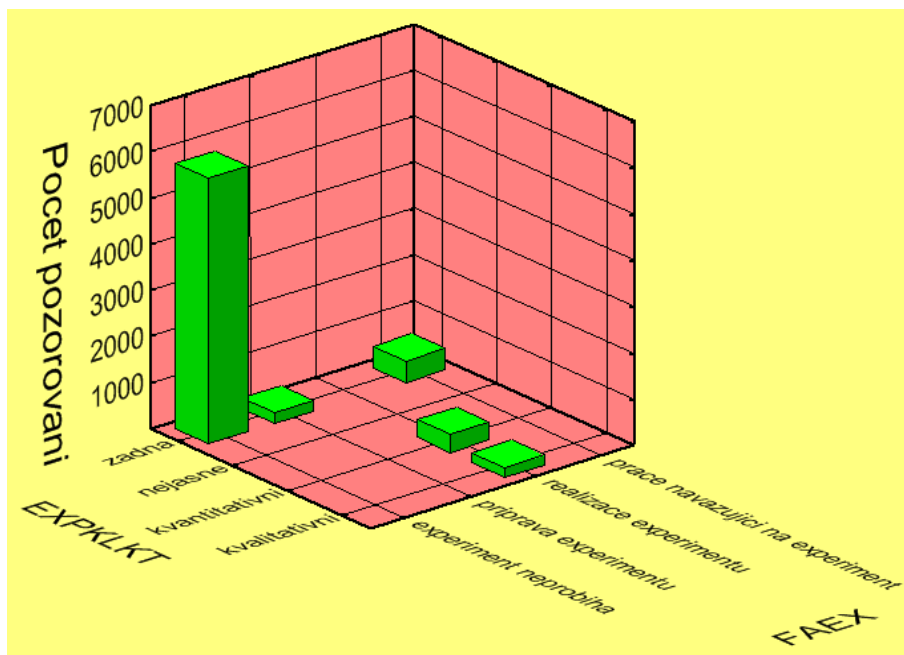
Z grafu je patrné, že pracují-li žákyně/žáci ve skupinkách, realizují experimenty ve větší míře, než je tomu u ostatních proměnných. Tato korelace je z grafu nejpatrnější, dále je to demonstrace vyučujícího. Graf 2 na rozdíl od grafu 1. zobrazuje nepatrně výraznější korelaci v případě, že experimenty provádí vyučující.

4.2 Experiment kvalitativní a kvantitativní a fáze experimentování

Na grafu 3. je zobrazena proměnná experiment kvalitativní a kvantitativní proti proměnné fáze experimentování, v tomto případě se jedná o tematický celek elektrický obvod. Graf 4. pro stejné proměnné jako grafu 3. prezentuje tematický celek skládání sil.



Graf 3: Tematický celek elektrický obvod, experiment kvalitativní a kvantitativní proti fáze experimentování



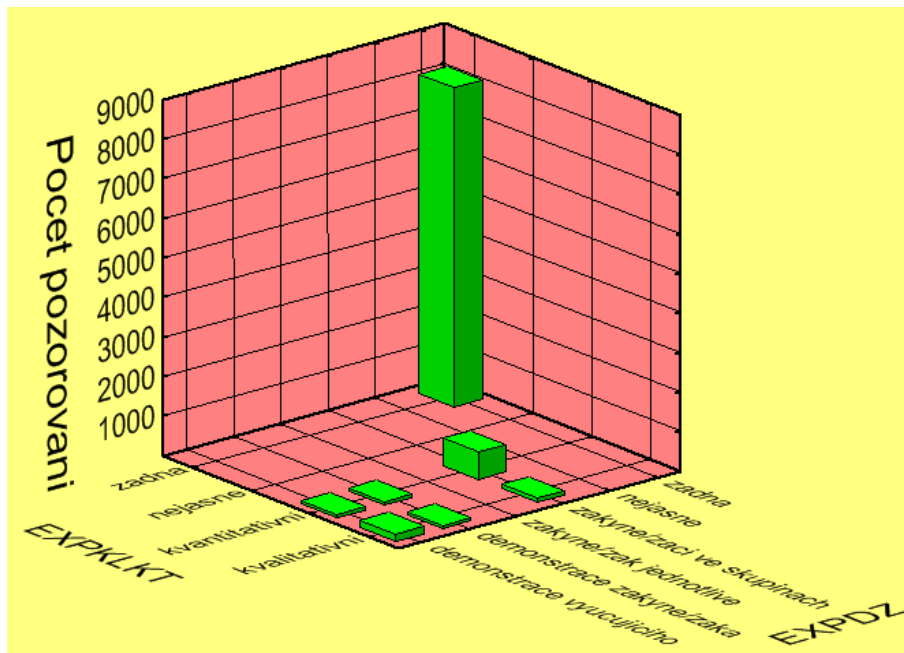
Graf 4. Tematický celek skládání sil, experiment kvalitativní a kvantitativní proti fáze experimentování

Interpretace výsledků:

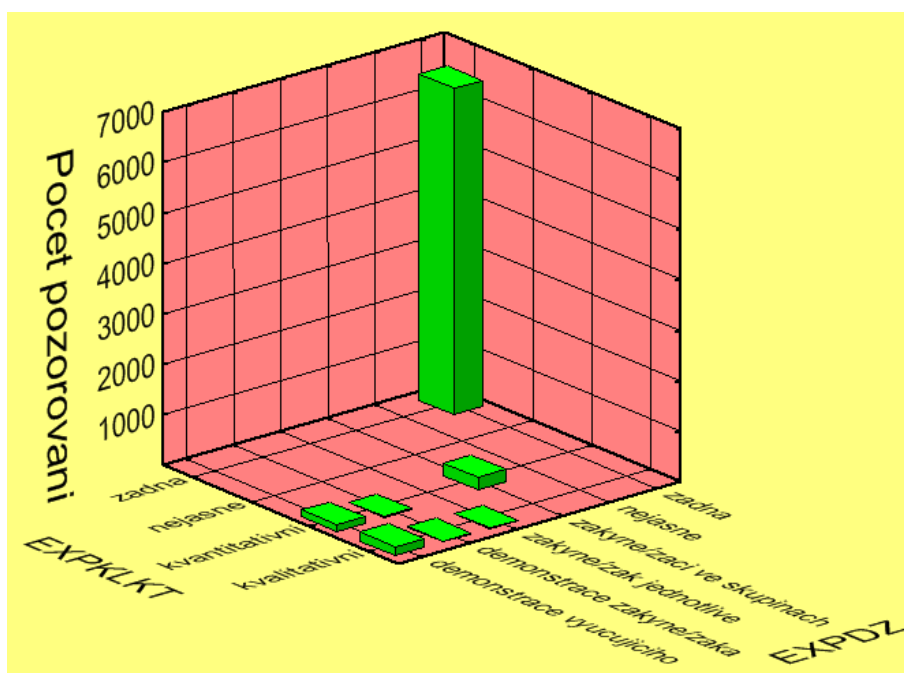
Z grafu 3. je patrné, že korelace je mezi proměnnou kvantitativní experiment a proměnnou realizace experimentu. V našem výzkumu se ukázalo, že kvantitativní experimenty převažují nad kvalitativními, což se v tomto zobrazení potvrdilo. Také u tematického celku skládání sil se projevila významnější korelace u experimentů kvantitativních než kvalitativních. V tomto případě je ale rozdíl menší než u grafu 3.

4.3 Experiment kvalitativní a kvantitativní a experiment demonstrační a žákovský

Na grafu 5. je zobrazena proměnná experiment kvalitativní a kvantitativní proti proměnné experiment demonstrační a žákovský. Graf 6. pro stejné proměnné jako graf 5. prezentuje tematický celek skládání sil.



Graf 5: Tematický celek elektrický obvod, experiment kvalitativní a kvantitativní proti experiment demonstrační a žákovský



Graf 6: Tematický celek skládání sil, experiment kvalitativní a kvantitativní proti experiment demonstrační a žákovský

Interpretace výsledků:

U kvantitativních experimentů je korelace mezi proměnnými experiment kvantitativní a žákyně/žák ve skupinách. U kvalitativních experimentů mezi proměnnými experiment kvalitativní a demonstrace vyučujícího. Na grafu 6. je zobrazení podobné, pouze korelace se projeví v menší míře.

5 Závěr

Uvedená grafická zobrazení našich výzkumných dat formou grafů umožňují nahlédnout do problematiky experimentování v hodinách fyziky. Korelace mezi proměnnými umožňují nacházet vzájemné souvztažnosti mezi jednotlivými kategoriálními systémy, a tak hlouběji analyzovat data získané výzkumem. Je ve snaze autorů nadále analyzovat informace získané z našich výzkumných šetření a hledat vazby mezi jednotlivými proměnnými. Náš výzkum se dále bude zabývat dalším statistickým vyhodnocením získaných výzkumných dat.

Literatura

1. JANÍK T., MÍKOVÁ M. *Videostudie*. Brno: Paido, 2006. ISBN 80-7315-127-8.
2. TESCH, M. *Das Experiment im Physikunterricht: Didaktische Konzepte und Ergebnisse einer Videostudie*. Kiel: IPN, 2005.
3. NOVÁK, P., TRNA, J. *Videostudie jednoduchého experimentu v hodinách fyziky na ZŠ*. In DIDFYZ 2010. 2010. ISBN 978-80-8094-795-8.
4. VACULOVÁ, I. *Výzkum výuky fyziky realizovaný prostřednictvím videostudie*. In *Pedagogický výzkum jako podpora proměny současné školy*. 2008. ISBN 987-80-7041-958-8.

Kontaktní adresa

Mgr. Petr Novák

Pedagogická fakulta, Masarykova univerzita, Brno, ČR

E-mail: newman01@seznam.cz

NOVÉ DEFINICE ZÁKLADNÍCH FYZIKÁLNÍCH JEDNOTEK

Jan OBDRŽÁLEK

Abstrakt

Kilogram je v současnosti definován jako hmotnost jistého artefaktu, což nevyhovuje současným nárokům a je v rozporu s principy moderní metrologie. Na definici kilogramu dále závisí definice ampéru, případně molu. Nevyhovující je i definice kelvinu. Všechny tyto jednotky budou definovány jinak. Článek rozebírá dvě možné cesty k redefinici kilogramu (výkonové váhy, projekt Avogadro) a rozebírá celou problematiku podrobněji s přihlédnutím k možnému výkladu na střední škole.

Článek vznikl za podpory grantů MŠMT – INGO, a to LA09036 a LA90937.

THE NEW DEFINITIONS OF THE BASE PHYSICAL UNITS

Abstract

The kilogram is now defined as a mass of a certain artefact. It does not meet current demands and it is contrary to the principles of modern metrology. The definition of ampere and mole also depends on the definition of kilogram. The definition of kelvin is poor as well. All these units should be re-defined. This paper analyzes two possible approaches to a redefinition of the kilogram (power balance, the Avogadro project) and deals with the topics considering a possible use on the secondary school.

This article was supported by grants INGO of Czech Ministry of Education

Historie a současný stav

Kilogram byl původně definován, dnešní dikcí, jako hmotnost 1 dm³ čisté vody při její nejvyšší hustotě, tedy při 3.98 °C. Třetí konferencí CPM (1901) byl redefinován jako hmotnost mezinárodního prototypu (uloženého v Sèvres u Paříže).

Ampér byl zaveden IEC v r. 1893 a 9. konferencí CGPM (1948) byl redefinován jako stálý proud vzbuzující mezi dvěma rovnoběžnými přímými vodiči zanedbatelného kruhového průřezu vzdálených od sebe 1 m ve vakuu silovou hustotu 2×10^{-7} N/m. To má dva důsledky: jednak magnetická konstanta μ_0 (též zvaná permeabilitou vakua) má hodnotu přesně $4\pi \times 10^{-7}$ H/m, jednak – protože jednotka síly je definována pomocí hmotnosti a zrychlení a závisí tedy také na definici kilogramu – je i definice ampéru závislá na definici kilogramu.

Mol coby jednotka látkového množství je definován jako množství substance v systému obsahujícím tolik entit této substance, kolik je atomů uhlíku v 0,012 kg ¹²C. Připomeňme, že substancí nemusí být látka, ale i abstraktum, např. dvojná vazba C=N či valenční elektrony apod., a že musí být jasně definováno s vyloučením víceznačnosti (např. formulace 1 mol vodíku neříká, zda jde o atomy H, či molekuly H₂).

Kelvin je definován jako 1/273,16 část teploty trojného bodu vody.

Nedostatkem u kilogramu je samozřejmě vazba na jistý artefakt, mj. proto, že analogií s ostatními prototypy lze usuzovat na to, že jeho hmotnost se léty změnila až o 50 µg. (Široce rozšířené moderní měřicí techniky jsou schopny na hmotnosti 1 kg zjistit odchylku několika mikrogramů.)

Také je koncepčně pochybná vazba na vodu (u kilogramu i kelvinu): proč právě voda? A jaké má mít izotopické složení z možných atomů ^1H , ^2D , ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O , a proč?

Návrh nových definicí^[1]

Jádro nového znění (odhlédneme-li od preambulí atd.) stanoví, že Mezinárodní soustava jednotek, SI, je soustava jednotek, při které kmitočet $\Delta\nu$ odpovídající hyperjemnému přechodu v základním stavu cesia ^{133}Cs je přesně 9 192 631 770 Hz,

rychlost c_0 světla ve vakuu je přesně 299 792 458 m/s,

Planckova konstanta h je přesně $6,626\,06\text{X} \times 10^{-34}$ Js,

elementární náboj e je přesně $1,602\,17\text{X} \times 10^{-19}$ C,

Boltzmannova konstanta k_B je přesně $1,380\,6\text{X} \times 10^{-23}$ J/K,

Avogadrova konstanta N_A je přesně $6,022\,14\text{X} \times 10^{23}$ mol⁻¹,

světelný účinek záření K_{cd} monochromatického záření o frekvenci 540×10^{12} Hz je přesně 683 lm/W.

(Symbol X za číslem udává možnou další číslici nebo číslice zjištěné do doby publikace; poté se ovšem už nebude měnit.)

Připomeňme, že oproti obsahovým změnám v definicích kg, A, mol, K se definice sekundy, metru a kandely mění jen formulačně při nezměněném obsahu.

Co je všechno na tom nového a co zůstává?

Rozdíl je

v jediné společné formulaci pro všechny základní jednotky SI,

v jiném obsahu definic kg, A, mol a K,

ve zcela jiné koncepci: s výjimkou sekundy jsou definovány **číselné hodnoty základních fyzikálních konstant v SI** (resp. fyziologického standardu u svítivosti).

Teprve jejich prostřednictvím jsou definovány jednotky základních veličin.

Lze to také cítit i jako dovršení našeho poznání, že ani můj národ, ale ani lidstvo samo a naše Země není zdaleka tím nejdůležitějším v celém Vesmíru.

Číselné hodnoty jsou voleny tak, aby se z praktických důvodů co nejméně měnily faktické hodnoty dosavadních jednotek. S postupujícím zpřesňováním měřicí techniky se tedy může průběžně mírně měnit třeba kilogram, ale fundamentální konstanty si svou číselnou hodnotu v SI zachovají. (To už teď bylo s metrem: kdyby při zvýšené přesnosti byla zjištěna rychlost c_0 světla ve vakuu při měření dosavadním metrem a sekundou větší než uvedená hodnota, pak to povede k prodloužení metru, a to takovému, aby s novým metrem zůstala zachována číselná hodnota c_0 .)

Z jazykového hlediska zdůrazněme, že to, co volíme, není *hodnota* základních fyzikálních konstant (to za nás učinila matička Příroda), ale jejich *číselná hodnota v SI*; tímto je právě SI jednoznačně a pevně stanovena.

Jak spolu souvisejí fundamentální konstanty a základní jednotky SI?

Jedna sekunda (1 s) je jako jediná základní jednotka definována bezprostředně. Platí

$$\text{Hz} = \text{s}^{-1}, \text{ resp. } \text{s} = \text{Hz}^{-1}.$$

Jeden metr (1 m) je definován rychlostí (světla). Rychlost je rovna uražené dráze (m) dělené spotřebovanou dobou (s).

Jeden kilogram (1 kg) je v Planckově konstantě skryt složitěji. Nejpřímochařejší je cesta přes energii E (J): v kvantové mechanice je platí vztah $E = h \cdot \nu$, kde ν (Hz) je kmitočet fotonu a E jeho energie, ale také platí $E = m \cdot c_0^2$, kde m (kg) je hmotnost a E je energie této hmotnosti odpovídající. Bylo by ovšem opravdu nenázorné a nefyzikální definovat kilogram větou, že kilogram je roven hmotnosti fotonu s kmitočtem $\nu = c_0^2/h \approx 10^{50}$ Hz. Platí $J = m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$.

Jeden kelvin (1 K): teplota T (K) je určena Boltzmannovou konstantou přes energii E : $E = k_B \cdot T$.

Jeden ampér (1 A): protéká-li elektrický proud I (A) po dobu t (s), přenese elektrický náboj Q (C), kde $Q = I \cdot t$. Platí $C = A \cdot s$.

Jeden mol (1 mol) je přímočaře definován Avogadrovou konstantou.

Jedna kandela (1 cd): Svítivost (cd) je světelný tok (lm) dělený prostorovým úhlem (sr). Světelný účinek záření (lm/W) je definicí stanoven s užitím světelného toku. Jedna kandela je tedy svítivost, v daném směru, zdroje, který vyzařuje monochromatické záření o kmitočtu 540×10^{12} Hz a má v tomto směru zářivý tok 1/683 W/sr.

Výkonové váhy versus projekt Avogadro

Časem se vytrýbily dvě odlišné cesty, obě dostatečně citlivé a reprodukovatelné, pro realizaci kilogramového standardu: projekt výkonových vah (watt balance) a projekt Avogadro. V čem spočívají?

V **projektu Avogadro**^[2] byly vyrobeny kilogramové křemíkové koule, jejichž „kulovitost“ byla kontrolována interferometricky Fizeauovým interferometrem; kamera s nízkým prostorovým rozlišením (128 x 128 pixelů) měřila současně kolem 16 000 optických fázových rozdílů. Kolem 30 měření v různých směrech „zmapovalo“ kulovitost; u nejlepších činily odchylky 30 nm až 50 nm. (Odpovídá to Zeměkouli „zplanýřované“ na max. 3 m rozdíly nadmořské výšky.) Výsledný objem koule byl vypočten z cca 400 000 průměrů, jejichž přesnost měření může být menší než 1 nm.

Původní práce však byly zatíženy celkovou nejistotou cca 3×10^{-7} , což bylo cca o polovinu více, než by postačovalo pro redefinici kilogramu. Proto bylo vyrobeno cca 5 kg monokrystalického křemíku ^{28}Si izotopicky čistého na 99,995 %, bez dislokací, a z něj vyrobeny a proměřeny potřebné koule. Od 70. let je známa metoda měření vzdálenosti meziatomárních rovin X-paprsky, aniž je třeba znát jejich vlnovou délku^[3]. To umožňuje – při známém objemu koule – „spočítat“ s dostatečnou přesností atomy a prostřednictvím Avogadrovy konstanty N_A (pro puristy: nikoli Avogadrova čísla, neboť má rozměr, totiž mol^{-1}) převést kilogram na dalton Da (což je nový název dosavadní mezinárodní atomové hmotnosti ua). Stanovení hmotnosti a objemu bylo dále třeba upřesnit s ohledem na vrstvu oxidu SiO_2 vznikající na povrchu; jejich znalost byla mj. nutná i pro určení korekcí na vakuum při porovnávání s PtIr standardem majícím výrazně vyšší hustotu než Si.

Projekt výkonových vah (watt balance) vychází z měření Josephsonovy konstanty $K_J = 2e/h$ a von Klitzingovy konstanty $R_K = h/e^2$, které společně určují elementární náboj e a Planckovu konstantu h . Jejich hodnoty lze zjistit měřením Josephsonova jevu a kvantového Hallova jevu. Při definované sekundě a Avogadrově konstantě N_A je tak jednoznačně určen coulomb a ampér, z nich prostřednictvím wattu volt a všechny ostatní elektromagnetické jednotky. Důsledkem těchto definic je ovšem i to, že

magnetická konstanta μ_0 přestává mít hodnotu $4\pi \times 10^{-7}$ H/m definatoricky, ale její hodnota (nepochybně této hodnotě velice blízká) je již dána s nejistotou danou nejistotami v realizacích příslušných základních fyzikálních jednotek. Rovněž další doposud fixní veličiny jako elektrická konstanta $\varepsilon_0 = 1/\sqrt{\mu_0 c_0^2}$, impedance vakua $Z_0 = \sqrt{\mu_0 / \varepsilon_0}$, molární hmotnost $M(^{12}\text{C})$ uhlíku ^{12}C , teplota T_{TPW} trojného bodu vody, a ovšem i hmotnost legendárního PtIr standardu v Sèvres nejsou již dány definatoricky, je nutno je změřit a tím budou jejich číselné hodnoty zatíženy nenulovými nejistotami.

Pro zajímavost: očekávají se nejistoty méně než 2×10^{-8} u dosavadního PtIr standardu kilogramu, 10^{-9} u μ_0 , 0,25 mK u T_{TPW} a méně než 2×10^{-9} u $M(^{12}\text{C})$.

Srovnání křemíkových koulí projektu Avogadro ukázalo pro sorpci nejistotu menší než 10 μg (při Pt-Ir možná kolem 1 μg) a standardní nejistotu zjištění hmotnosti ve vakuu mezi 5,5 μg a 15 μg . Po vylepšení čisticí metody s reprodukovatelností v několika mikrogramech byla dosažena dohoda o výsledné nejistotě lepší než 10 μg .

Výsledky metodou výkonových vah ukázaly vynikající shodu a stabilitu pro křemíkové koule. Nerezová ocel měla stabilitu přiměřenou (ztráta 16 μg). Pozlacená měď vykázala velký posun a nebyla proto příliš vhodná pro přenosný standard, protože by vyžadovala příliš velkou opatrnost při manipulaci.

Banka standardů^[3]

Pro cejchování a sjednocování standardů je samozřejmě nutné jejich vzájemné porovnávání. Problém je v tom, že s obrovským rozmachem techniky měřicích metod je nyní převoz standardů méně stabilní než samy laboratorní standardy, které mají být porovnány. Je proto třeba prozkoumat různé možnosti, materiály i jejich uschování. Proto CCM v r. 2009 doporučilo, aby oddělení BIPM pro hmotnost vytvořilo „banku standardů“ („pool of artefacts“) tvořenou 12 standardy ze 3 různých materiálů: vedle klasického Pt-Ir také nerezová ocel a monokrystalický křemík, a budou uchovány ve 4 různých prostředích^[4]: jednak vakuum (asi 1 mPa), jednak vzduch či dusík či argon za atmosférického tlaku, s mírným průtokem cca 0,1 litru na minutu. Odcházející plyn bude nadto testován na stopy (10^{-6}) vody, uhlovodíků a kyslíku. Podobně u „vakua“ budou průběžně testovány zbytkové plyny. Častým vzájemným srovnáváním vzorků banky bychom získali přehled o stabilitě a o statistické váze jednotlivých vzorků. To vše nám usnadní porozumět možným příčinám změn hmotnosti standardů.

Banka jako celek by ovšem též měla větší stabilitu než libovolný jednotlivý vzorek.

Zbývající problémy

Vedle problémů technických – a to jistě nikdo nepochybuje, že jsou veliké – je zde zajímavý problém ideový. Dosavadní jednotka hmotnosti, kg, má z historických důvodů název obsahující předponu: **kilogram**. (Dřívější soustava CGS zase měla **centimetr**.) To však působí terminologické komplikace, protože odvozené jednotky vycházejí z gramu, nikoli z kilogramu (např. říkáme miligram a nikoli mikrokilogram.) Na druhou stranu je termín kilogram a jeho odvozeniny do té míry rozšířené, že nelze situaci řešit náhle, jejich zákazem (uvažte, kde všude jsou jejich zkratky užity).

Nabízí se však konzistentní řešení:

1. Byl by zaveden nový název kilogramu. V úvahu připadá např. rutherford, Ru.
2. Kilogram by zůstal jako jeho druhý název, podobně jako zůstal třeba litr coby druhý název pro decimetr krychlový.

3. Rovněž by zůstal gram a jeho odvozeniny: miligram, megagram (= tuna), podobně jako zůstávají třeba mililitr, centilitr, hektolitr.

Můžeme být dost skeptičtí vůči novému názvu. Ovšem, o „věčném trvání“ historických názvů lze rovněž s úspěchem pochybovat. Kdopak u nás zná dnes žejdlík a kdo má vůbec jakýs-takýs odhad, kolik to asi bylo? A přitom fejton z roku 1875, kdy se v Rakousku-Uhersku přijímala metrická soustava, ji sice velmi vítá, ale končí krásně skeptickou větou:

„Ale nezlobte se, pánové – mléko budeme měřit na žejdlíky pořád!“

Literatura

1. Pracovní materiály CCU (neveřejné)
2. BECKER P., NICOLAUS, A.: *The Marathon race to a new atomic kilogram*. EPN 2009, 40/1, str. 23-26
3. BONSE U., HART M.: *Z. Phys.* 188 (1965), 154
4. Schéma viz <http://www.bipm.org/utis/common/img/mass/Reseau-poolv2.png>
5. Stránky BIPM: http://www.bipm.org/en/si/new_si
6. OBDRŽÁLEK J.: Základní fyzikální jednotky po roce 2011. Metrologie,

Kontaktní adresa

Doc. RNDr. Jan Obdržálek, CSc.

*Ústav teoretické fyziky, Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy v Praze
ÚTF MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8*

Telefon: +420 221 922 495

E-mail: jan.obdrzalek@mff.cuni.cz

PRŮŘEZOVÉ TÉMA ENVIRONMENTÁLNÍ VÝCHOVA VE FYZICE NA ZÁKLADNÍ ŠKOLE

Pavel OLŠOVSKÝ, Erika MECHLOVÁ

Abstrakt

Příspěvek je zaměřen na průřezové téma Environmentální výchova ve fyzice na základní škole v České republice. V rámci pedagogického experimentu žáci absolvovali dotazníkové šetření a řešili testy z environmentální problematiky ve fyzice. Výzkumem bylo zjištěno, že práce s výukovým a metodickým materiálem modulu č. 1 „Znečišťování atmosféry a jevy v atmosféře“ pozitivně ovlivnila změnu postoje žáků k environmentální problematice ve fyzice. Výzkum potvrdil, že výsledky environmentální výchovy ve fyzice jsou lepší v experimentálních třídách, kde byl využíván ve výuce fyziky environmentální modul č. 1 „Znečišťování atmosféry a jevy v atmosféře“.

ENVIRONMENTAL EDUCATION AS THE CROSS-CURRICULAR SUBJECT IN PHYSICS AT ELEMENTARY SCHOOL

Abstract

Paper deals with the Cross-curricular subject Environmental Education in teaching/learning physics in the Czech Republic. The pupils solved the tests dealing environmental problems and passed the questionnaire. The research found out positive change of pupils' attitude to environmental problems in Physics after using new educational and methodological material – module N1 “Air pollution and processes in the atmosphere” within Physics lessons. The research confirmed that results of environmental education in Physics are better in experimental classes where the special material was used.

Úvod

Environmentální výchova, vzdělávání a osvěta [7, 2], dále jen EVVO se provádějí tak, aby vedly k myšlení a jednání, které je v souladu s principem trvale udržitelného rozvoje, k vědomí odpovědnosti za udržení kvality životního prostředí a jeho jednotlivých složek a k úctě k životu ve všech jeho formách. EVVO je také preventivním nástrojem ochrany životního prostředí. V České republice je environmentální výchova součástí šesti průřezových témat v rámci Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání [6, 81], dále jen RVP ZV. Průřezová témata tvoří povinnou součást základního vzdělávání, reprezentují v RVP ZV okruhy aktuálních problémů současného světa a jsou důležitým formativním prvkem. Pomáhají také rozvíjet osobnost žáka především v oblasti postojů a hodnot. Environmentální výchova vede žáka k pochopení komplexnosti a složitosti vztahů člověka a životního prostředí, k pochopení důležitosti postupného přechodu k udržitelnému rozvoji společnosti a k poznání významu odpovědnosti za jednání společnosti i jedince v ní.

Pro environmentální výchovu ve fyzice na základní škole je vytvářen ucelený soubor výukových a metodických materiálů, kde inspirací při tvorbě byly publikace [1],

[2], [3], [4], [5]. Připravované výukové a metodické materiály jsou rozděleny do sedmi samostatných modulů, které jsou postupně připravovány, ověřovány a implementovány ve výchovně vzdělávacím procesu na základních školách v České republice. Systematické zpracování této aktuální problematiky pro environmentální výchovu ve fyzice na ZŠ dosud nebylo komplexně připraveno, zpracováno a publikováno. Připravený výukový a metodický materiál pro sedm modulů environmentální výchovy ve fyzice obsahuje učební texty pro žáky, rozšiřující učební texty pro žáky, pracovní listy pro žáky a metodická doporučení pro učitele.

1 Návrh modulů průřezového tématu Environmentální výchova ve fyzice na ZŠ

Byl navržen a je vytvářen soubor výukových a metodických materiálů pro environmentální problematiku ve fyzice na základní škole, který se skládá ze sedmi modulů s výukovým a metodickým materiálem pro 6. až 9. ročník, viz následující tabulka č. 1

Tabulka 1: Výukové moduly environmentální problematiky ve fyzice na ZŠ

	Modul	Roč.	Tematický okruh
1.	Znečišťování atmosféry a jevy v atmosféře	7.	Základní podmínky života
2.	Hluk a ochrana před nadměrným hlukem	8.	Vztah člověka k prostředí
3.	Doprava a životní prostředí	8.	Lidské aktivity a problémy životního prostředí
4.	Energie a energetika	9.	Základní podmínky života
5.	Ionizující záření	9.	Základní podmínky života
6.	Elektromagnetické záření	9.	Základní podmínky života
7.	Tepelné znečištění prostředí	9.	Lidské aktivity a problémy životního prostředí Základní podmínky života

2 Výukové a metodické materiály pro jednotlivé moduly na ZŠ

Koncepce výukových a metodických materiálů pro jednotlivé moduly je jednotná a obsahuje následující části:

- Učební texty pro žáky
- Rozšiřující učební texty pro žáky
- Pracovní listy pro žáky
- Metodická doporučení pro učitele

2.1 Učební texty pro žáky ZŠ

Učební texty pro žáky obsahují následující části:

1. Co bychom měli vědět o naší atmosféře Země
2. Znečišťování ovzduší
3. Oteplování Země
4. Ozonová vrstva Země
5. Jak ochraňuje Zemi její ozonová vrstva?
6. Znečišťování ovzduší v České republice
7. Otázky a úkoly z environmentální problematiky ve fyzice
8. Úlohy z environmentální problematiky ve fyzice
9. Slovník environmentální problematiky ve fyzice
10. Očekávané výstupy po probrání učiva modulu č. 1 „Znečišťování atmosféry a jevy v atmosféře“
11. Environmentální kompetence pro žáky
12. Shrnutí tématu

2.2 Rozšiřující učební texty pro žáky ZŠ

Rozšiřující učební texty pro žáky obsahují následující části:

1. Projekty z environmentální problematiky ve fyzice
2. Příběh (vyprávění) s environmentální problematikou
3. Využití ICT v environmentální problematice ve fyzice
4. Fyzikální hry s environmentální problematikou
5. Desatero environmentální problematiky ve fyzice
6. Fyzikální komiks s environmentální problematikou

2.3 Pracovní listy pro žáky ZŠ

Pracovní listy pro žáky obsahují následující části:

1. Co znamenají následující pojmy?
2. Přiřaď následující pojmy
3. Vysvětli jevy a děje z environmentální problematiky ve fyzice
4. Doplň tabulku se skleníkovými plyny
5. Uveď příklady globální klimatické změny
5. Dotazník environmentální problematiky ve fyzice
6. Test environmentální problematiky ve fyzice
7. Křížovka s environmentální problematikou ve fyzice
8. Pojmová mapa s environmentální problematikou ve fyzice

2.4 Metodická doporučení pro učitele

Metodická doporučení pro učitele obsahují následující části:

1. Slovo úvodem k environmentální problematice ve fyzice
2. Obsah environmentální problematiky ve fyzice a organizace výuky
3. Mezipředmětové vztahy a vazby
4. Evaluační činnosti a kritéria hodnocení žáků
5. Průřezová témata

6. Doporučené vyučovací metody a formy
7. Didaktické poznámky
8. Environmentální kompetence pro učitele
9. Řešení testů, úloh, křížovek a pojmových map z environmentální problematiky

3. Výzkum na základních školách

Pedagogický výzkum byl postupně realizován v těchto fázích:

- *Předvýzkum* na zjištění skutečného rozsahu vědomostí, dovedností a postojů žáků základní školy k environmentální výchově ve fyzice – forma dotazníky, vědomostní a dovednostní testy pro žáky
- *Pilotní výzkum* formou tzv. akčního výzkumu ve dvou třídách ZŠ při aplikaci Modulu č. 1 „Znečišťování atmosféry a jevy v atmosféře“
- *Pedagogický experiment* na šesti základních školách při aplikaci modulu č. 1 „Znečišťování atmosféry a jevy v atmosféře“

Byl realizován předvýzkum a pilotní výzkum s aplikací modulu č. 1 do výuky fyziky na základní škole. Na základě výsledků pilotního výzkumu byly didaktické materiály dílčím způsobem upraveny. V tomto školním roce 2010/2011 byl realizován komplexní pedagogický experiment, což je přirozený experiment zaměřený na změny (formující experiment). Byly použity kvantitativní metody výzkumu. Na každé škole pracovala jedna třída experimentální, kde probíhala výuka podle navržených metodických materiálů a srovnávací třída, kde nebyly tyto nové materiály k dispozici a obě třídy vyučoval tentýž učitel fyziky. V úvodu pedagogického experimentu byl zadán žákům upravený dotazník, jehož prostřednictvím byly zjišťovány postoje žáků k environmentální problematice ve fyzice na základní škole. Upravený dotazník obsahoval 19 položek, které vyplňovali žáci experimentálních a srovnávacích tříd. Následně vypracovali žáci obou tříd test o 21 položkách s problematikou environmentální výchovy na téma „Znečišťování atmosféry a jevy v atmosféře“.

Plán pedagogického výzkumu byl:

- 6 základních škol, na každé dvě deváté třídy s tímtež vyučujícím - celkem 12 tříd, z toho 6 experimentálních (min. 200 žáků)
- vstupní dotazník a vstupní test (pretest) pro žáky a učitele
- výstupní dotazník a výstupní test (posttest) pro žáky a učitele
- retenční test – test za 2 měsíce po testování bez opakování
- evaluační dotazník pro učitele
- interviu pro učitele

Pilotně připravený a zpracovaný modul č. 1 „Znečišťování atmosféry a jevy v atmosféře“ byl ověřen ve školní praxi na základní škole metodou pedagogického experimentu, jehož dílčí cíle byly:

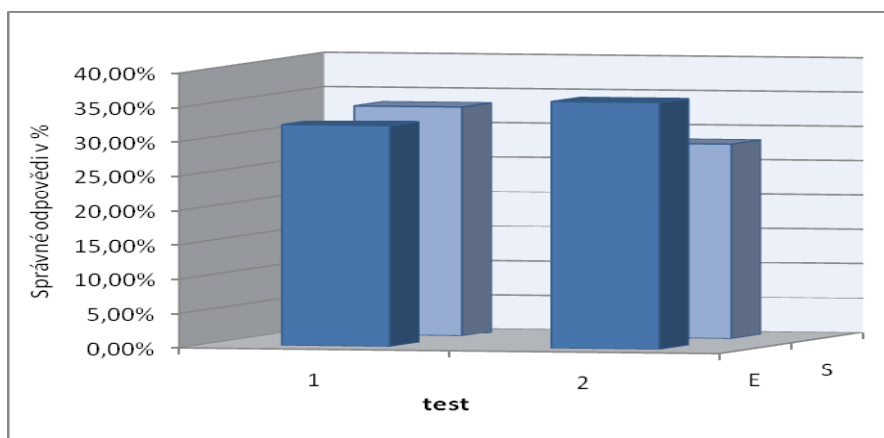
- A. zjistit, zda se mění postoje žáků k environmentální výchově ve fyzice při využívání pilotního modulu č. 1 environmentální výchovy ve fyzice.
- B. zjistit, zda výsledky environmentální výchovy ve fyzice jsou lepší v experimentálních třídách, kde je využíván pilotní modul č. 1 environmentální výchovy ve fyzice.
- C. zjistit, zda vědomosti žáků z environmentální výchovy ve fyzice získané prostřednictvím pilotního modulu č. 1 environmentální výchovy ve fyzice mohou mít trvalejší charakter.

4 Výsledky testů pedagogického experimentu ze šesti základních škol

V tomto příspěvku jsou uvedeny výsledky vstupních a výstupních testů environmentálních vědomostí a dovedností v rámci pedagogického experimentu u kontrolních a srovnávacích tříd. V testu environmentálních vědomostí a dovedností byla každá správná odpověď hodnocena jedním bodem a žáci mohli získat maximálně 29 bodů. Vstupní test (pretest) a výstupní test (posttest) řešili žáci experimentálních a srovnávacích tříd šesti základních škol, které byly označeny jako škola A, B, C, D, E a F. Relativní přírůstek environmentálních vědomostí a dovedností žáků jsem hodnotil pomocí druhého Huberova kritéria G(II) a ověřil pomocí NCSS 2007. V tabulkách č. 2-7 a na obrázcích č. 1-6 (příslušné barevné grafy) jsou uvedeny výsledky vstupních a výstupních testů environmentálních vědomostí a dovedností pro experimentální a srovnávací třídy (v grafech již členění na děvčata a chlapce není zahrnuto).

Tabulka č. 2 Výsledky vstupního a výstupního testu školy A (pro experim. a srov. třídu)

Škola A	Školní rok 2010/2011 listopad 2010			Školní rok 2010/2011 leden 2011			Přírůstek vědomostí žáků G(II)
	Žáci	Chlapci	Dívky	Žáci	Chlapci	Dívky	
Experimentální třída	32,1%	29,3%	35,2%	35,9%	38,3%	33,3%	3,8%
Srovnávací třída	33,4%	36,7%	27,6%	28,4%	29,1%	27,2%	-5%

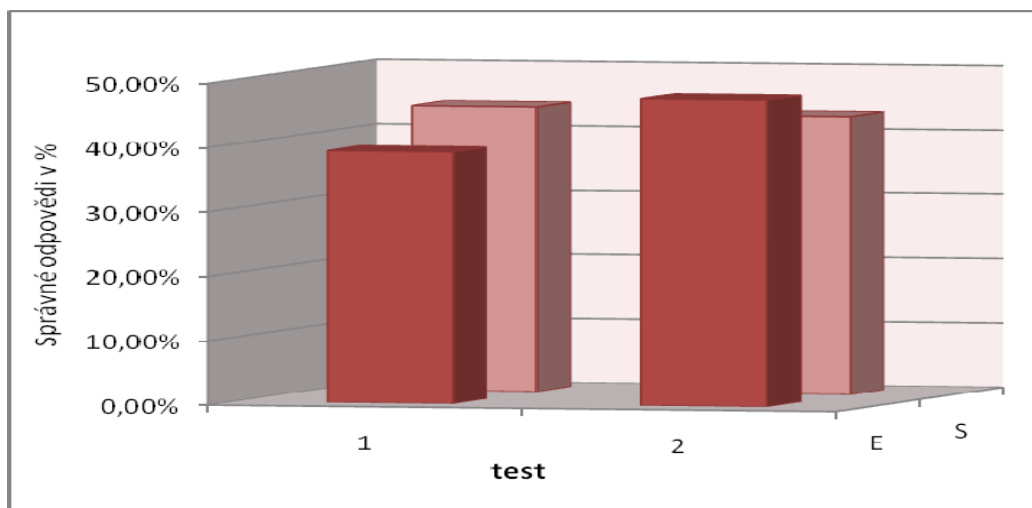


Obr. 1: Graf výsledků vstupního a výstupního testu školy A (pro ex. a srov. třídu)

Tabulka 3 Výsledky vstupního a výstupního testu školy B (pro experim. a srov. třídu)

Škola B	Školní rok 2010/2011 listopad 2010			Školní rok 2010/2011 leden 2011			Přírůstek Vědomostí žáků G(II)
	Žáci	Chlapci	Dívky	Žáci	Chlapci	Dívky	
Experimentální třída	39,1%	38,9%	39,3%	47,6%	44,8%	49,9%	8,5%
Srovnávací třída	44,2%	44,1%	44,3%	43,2%	44,4%	42,4%	-1%

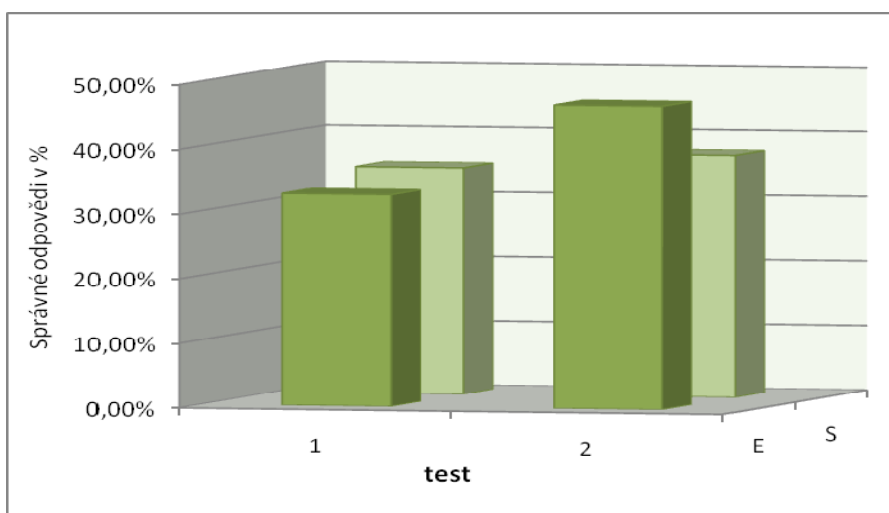
Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 5



Obr. č. 2: Graf výsledků vstupního a výstupního testu školy B (pro ex. a srov. třídu)

Škola C	Školní rok 2010/2011 listopad 2010			Školní rok 2010/2011 leden 2011			Přírusek Vědomostí žáků G(II)
	Žáci	Chlapci	Dívky	Žáci	Chlapci	Dívky	
Experimentální třída	32,8%	31,8%	34%	46,98%	47,9%	45,8%	14,2%
Srovnávací třída	35,1%	34,8%	35,5%	37,5%	34,5%	41,9%	2,4%

Tabulka 4: Výsledky vstupního a výstupního testu školy C (pro experim. a srov. třídu)



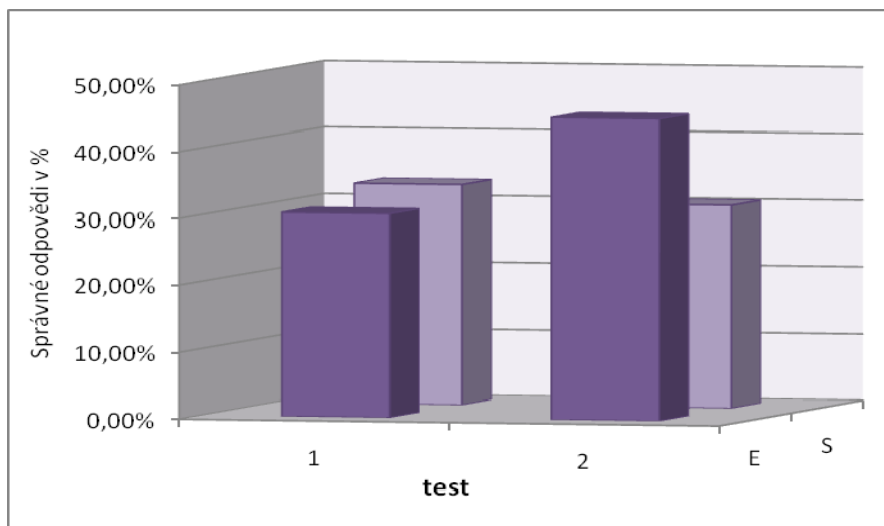
Obr. 3: Graf výsledků vstupního a výstupního testu školy C (pro ex. a srov. třídu)

Tabulka 5: Výsledky vstupního a výstupního testu školy D (pro experim. a srov. třídu)

Škola D	Školní rok 2010/2011 listopad 2010			Školní rok 2010/2011 leden 2011			Přírusek Vědomostí žáků G(II)
	Žáci	Chlapci	Dívky	Žáci	Chlapci	Dívky	

Výuka fyziky v kontextu potřeb současné společnosti

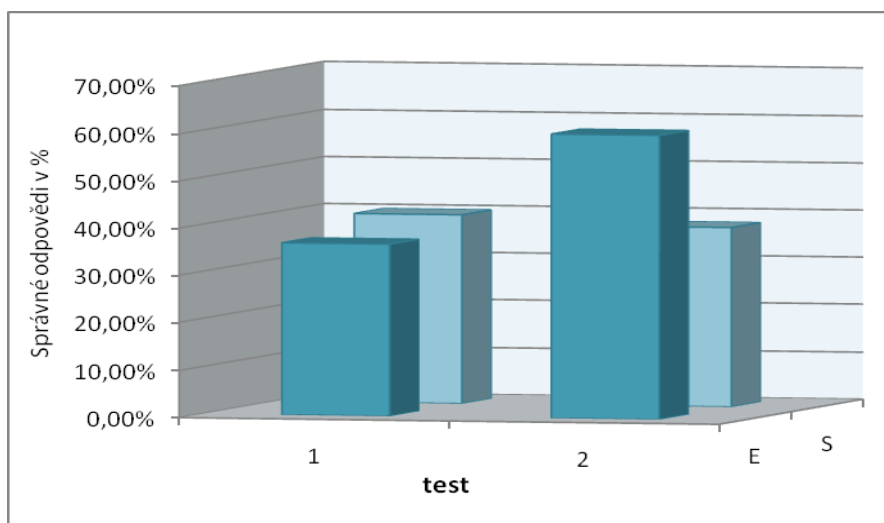
Experimentální třída	30,5%	34,5%	24,1%	45,2%	46,9%	42,2%	14,7%
Srovnávací třída	33%	36,1%	28%	30,4%	32,6%	26,7%	-2,6%



Škola E	Školní rok 2010/2011 listopad 2010			Školní rok 2010/2011 leden 2011			Přírůstek Vědomostí žáků G(II)
	Žáci	Chlapci	Dívky	Žáci	Chlapci	Dívky	
Experimentální třída	36,3%	37%	34,9%	60,1%	59,5%	62,1%	23,8%
Srovnávací třída	39,9%	43,1%	37,9%	37,9%	43,1%	34,8%	-2%

Obr. 4: Graf výsledků vstupního a výstupního testu školy D (pro ex. a srov. třídu)

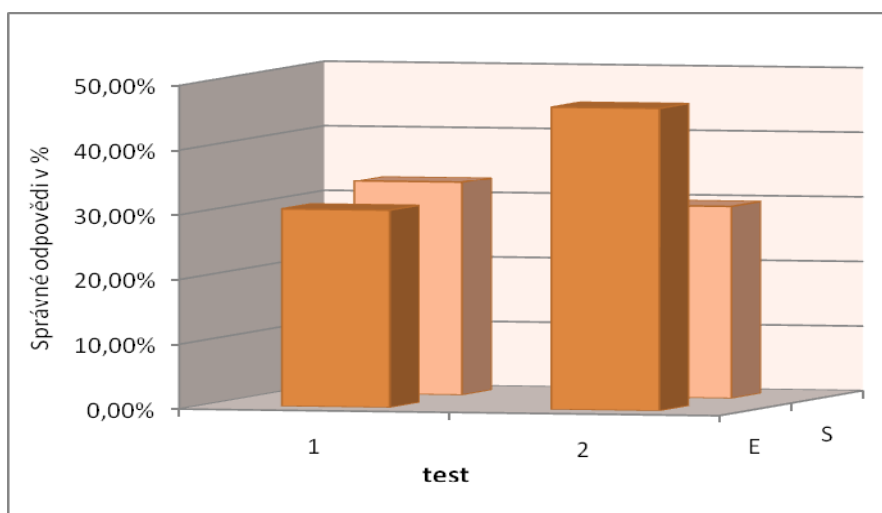
Tabulka č. 6 Výsledky vstupního a výstupního testu školy E (pro experim. a srov. třídu)



Obr. 5: Graf výsledků vstupního a výstupního testu školy E (pro ex. a srov. třídu)

Tabulka 7: Výsledky vstupního a výstupního testu školy F (pro experim. a srov. třídu)

Škola F	Školní rok 2010/2011 listopad 2010			Školní rok 2010/2011 leden 2011			Přírusek Vědomostí žáků G(II)
	Žáci	Chlapci	Dívky	Žáci	Chlapci	Dívky	
Experimentální třída	30,5%	31%	30,3%	46,8%	53,3%	43,1%	16,3%
Srovnávací třída	32,9%	31,7%	34,1%	29,7%	28,3%	31%	-3,2%



Obr. 6: Graf výsledků vstupního a výstupního testu školy F (pro ex. a srov. třídu)

V průběhu pedagogického experimentu byla sledována implementace a způsob využití výukových a metodických materiálů modulu č. 1 „Znečišťování atmosféry a jevy v atmosféře“ ve výuce fyziky, zjišťovány environmentální vědomosti a dovednosti žáků. Především bylo pozorování zaměřeno na postoje žáků k environmentální problematice ve fyzice. V rámci pedagogického experimentu žáci absolvovali dotazníkové šetření a řešili testy z environmentální problematiky ve fyzice. Výzkumem bylo zjištěno, že práce s výukovým a metodickým materiálem modulu č. 1 „Znečišťování atmosféry a jevy v atmosféře“ pozitivně ovlivnila změnu postoje žáků k environmentální problematice ve fyzice. Zvláště pokud učitel sám projevil ve vyšší míře intenzivní zájem o environmentální problematiku ve fyzice a žáci spolu s ním tento zájem na základě environmentální motivace sdíleli. Výzkum potvrdil, že výsledky environmentální výchovy ve fyzice jsou lepší v experimentálních třídách, kde byl využíván ve výuce fyziky environmentální modul č. 1 „Znečišťování atmosféry a jevy v atmosféře“. Výzkum také ukázal, že vědomosti a dovednosti žáků z environmentální problematiky ve fyzice, získané prostřednictvím modulu č. 1 „Znečišťování atmosféry a jevy v atmosféře“, mají trvalejší charakter. Uvedené výsledky výzkumu platí pro experimentální a kontrolní třídy, které se zúčastnily pedagogického experimentu. Výzkum také prokázal, že výukové a metodické materiály modulu č. 1 mohou ve výuce zcela nahradit učebnice fyziky, ve kterých je obsažena environmentální problematika jen okrajově nebo není uvedena vůbec. Práce s výukovým a metodickým materiálem v hodinách fyziky také podporovala utváření a rozvoj environmentální kompetence učitelů. Výzkum potvrdil vhodnost a aktuálnost výběru témat modulu environmentální

problematiky ve fyzice a také poukázal na zvýšený zájem žáků o tuto environmentální problematiku při vhodné implementaci výukového a metodického materiálu modulu č. 1 „Znečišťování atmosféry a jevy v atmosféře“ do výuky fyziky na základní škole. Také je velmi důležitá vstupní a průběžná environmentální motivace žáků ze strany učitele při práci s výukovými a metodickými materiály environmentální problematiky ve fyzice. Výukové a metodické materiály modulu č. 1 „Znečišťování atmosféry a jevy v atmosféře“, které jsem připravil i zpracoval, bych chtěl poskytnout školám v České republice a po případném překladu do anglické verze školám v Evropské unii. V současnosti připravuji a chystám zpracování dalších modulů environmentální problematiky ve fyzice, které jsou pokračováním modulu č. 1 „Znečišťování atmosféry a jevy v atmosféře“ a budou postupně vznikat od modulu č. 2 až do posledního modulu č. 7. Základní a střední školy mohou implementací vybraných modulů environmentální problematiky ve fyzice naplňovat i realizovat průřezové téma Environmentální výchova ve fyzice a v přírodovědných předmětech.

Závěr

Cílem výzkumu bylo vytvoření výukového a metodického materiálu modulu č. 1 „Znečišťování atmosféry a jevy v atmosféře“ a jeho ověření v praxi, které realizovali učitelé fyziky šesti základních škol. Dílčími cíli byla příprava a zpracování modulu č. 1 „Znečišťování atmosféry a jevy v atmosféře“ na základě poznatků z předvýzkumu a jeho ověření pilotním výzkumem v hodinách fyziky na základní škole, realizace pedagogického experimentu, vyhodnocení výsledků a ověření hypotéz výzkumu, interpretaci výsledků včetně doporučení pro implementaci všech sedmi modulů environmentální problematiky ve fyzice. Nejobecnějším cílem žáků experimentálních a kontrolních skupin v rámci výzkumu bylo utváření, aktualizace a rozvoj environmentálních vědomostí a dovedností z environmentální problematiky ve fyzice. Všechny výše uvedené cíle byly splněny.

Literatura

1. DEGRO, J. Vybrané kapitoly z environmentálnej fyziky - Diel 1. Košice: UPJŠ, 2006.
2. DEGRO, J. Environmentálne vzdelávanie vo vyučovaní fyziky. Košice: UPJŠ, 2006.
3. HERČÍK, M., aj. Ochrana životního prostředí. Ostrava: VŠB, 1995.
4. MATĚJČEK, T. Ekologická a environmentální výchova. Praha: Česká geografická společnost, 2007. 52 s. ISBN 978-80-86034-72-0.
5. MECHLOVÁ, E., MALČÍK, M. Nové přístupy k výuce přírodovědných předmětů s využitím ICT pomůcek na ZŠ – Obecná část. Ostrava: Ostravská univerzita, 2010.
6. Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. Praha: Výzkumný ústav pedagogický, 2007.
7. Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů, § 16. Praha. MŽP, 1992.

Kontaktní adresa

Prof. RNDr. Erika Mechlová, CSc.

Ostravská univerzita

Přírodovědecká fakulta, Katedra fyziky

E-mail: erika.mechlova@osu.cz

Mgr. Pavel Olšovský

Ostravská univerzita

Přírodovědecká fakulta, Katedra fyziky

E-mail: polsovsky@seznam.cz

NEKONVENČNÍ VYUŽITÍ SPEKTRÁLNÍHO ANALYZÁTORU K OVĚŘENÍ PLATNOSTI FLETCHER-MUNSONOVÝCH KŘIVEK A WEBER-FECHNEROVA AKUSTICKÉHO ZÁKONA.

Josef PETŘÍK

Abstrakt

Příspěvek se zabývá využitím spektrálního analyzátoru zvukového signálu k experimentálnímu ověření dvou akustických zákonů. Přínos použití analyzátoru je ve vizualizaci výsledků experimentu současně se zvukovým vjemem.

UNCONVENTIONAL USAGE OF THE SPECTRAL ANALYZER FOR VERIFICATION OF FLETCHER – MUNSON CURVES AND WEBER – FECHNER LAW OF ACOUSTICS

Abstract

The report deals with the usage of the spectral audio signal analyzer for an experimental verification of two laws of acoustics. The benefits of using of the analyzer is the visualization of the experiment results together with the sound perception.

Úvod

Spektrální analyzátor slouží obvykle k získání amplitudového spektra periodických časových průběhů signálu. Pro spektrální analýzu zvukových signálů se používá výstupní napětí z mikrofону, pro přesnou analýzu pak výstupní napětí ze speciálního měřicího mikrofónu.

Současné analyzátorů pracují většinou metodou diskrétní fourierovy analýzy s dosažitelnou rozlišovací úrovní amplitud jednotlivých harmonických až 24 dB, tj. počet rozlišitelných úrovní je 16 777 216. To je více než 10 000 000 (7 řádů) úrovní napětí z měřicího mikrofónu a tedy velikostí akustické výchylky (protože intenzita zvuku je úměrná kvadrátu akustické výchylky tak 14 řádů intenzit zvuku).

K realizaci experimentů byl použit analyzátor PULSE s měřicím mikrofónem fy Brüel Kjaer připojený k počítači. Ten provádí frekvenční analýzu v reálném čase a zobrazuje amplitudy jednotlivých harmonických. Protože podobné zařízení nebude mnoho pracovišť vlastnit, budou v závěru příspěvku uvedeny možné náhrady.

Z důvodu snadné ovladatelnosti měřicího systému byly jako zdroje harmonického signálu použity generátory ke zvukové kartě počítače vyvinuté na naší katedře a volně dostupné na katedrálních stránkách <http://www.kmt.zcu.cz/di/pks/>.

Je nutné upozornit, že akustická měření zvláště v oblasti nízkých frekvencí silně závisí na poslechových podmínkách, tedy na umístění zdrojů zvuku a posluchače i snímací aparatury v určitém poslechovém prostoru. Pro vykonávaná měření mají potvrdit uvedené zákony ale není tato závislost příliš kritická, pokud se měření realizuje například ve třídě nebo menší posluchárně.

Teorie

Z lidských smyslů si nejvíce ceníme zraku. Lidské ucho je však také velmi dokonalé a úžasné zařízení. Zvuky slyšíme, i když výchylky kmitání ušního bubínku jsou srovnatelné s rozměry atomu $0,000\ 000\ 000\ 1\ \text{m} = 1\ \text{Å} (1 \times 10^{-10}\ \text{m})$. Pro tzv. práh slyšitelnosti tónu 1 kHz je výchylka jenom $15 \times 10^{-12}\ \text{m} = 0,15\ \text{Å}$. Pro nejcitlivější oblast vnímání zvuku kolem 3 kHz ještě 3 x menší, tj. $0,05\ \text{Å}$. Naopak při nejhlasitějších zvucích je výchylka kmitání bubínku až 1 mm.

Zvukem se přenáší energie ze zdroje k okolním tělesům. O tom, jak hlasitý je zvuk, rozhoduje výkon, který dopadá na plochu $1\ \text{m}^2$, tj. intenzita vlnění I .

Jestliže někdo tiše šeptá, dopadá na plochu $1\ \text{m}^2$ vzdálenou 1 m výkon asi miliardtiny wattu ($0,000\ 000\ 001\ \text{W}$), tj. intenzita $I = 10^{-9}\ \text{W/m}^2$.

Pro práh slyšitelnosti tónu 1 kHz je to jen biliontina wattu ($0,000\ 000\ 000\ 001\ \text{W}$), tj. intenzita $I = 10^{-12}\ \text{W/m}^2$. Při rockovém koncertu může být tento výkon bilionkrát větší, tedy asi 1 W.

Vnímání zvuku se řídí WeberFechnerovým zákonem (platí i pro jiné smyslové orgány), který říká, že absolutní změna počítka je úměrná relativní změně popudu. Aplikováno na vnímání zvuku:

Absolutní přírůstek hlasitosti dh je úměrný relativní změně intenzity $dh = konst \frac{dI}{I}$

Když se intenzita změní z hodnoty I_1 na I_2 , změní se hlasitost z hodnoty h_1 na hodnotu h_2 tj. změna hlasitosti

$$\int_{h_1}^{h_2} dh = konst \int_{I_1}^{I_2} \frac{dI}{I}$$

$$h_2 - h_1 = \Delta h = konst \left(\ln \frac{I_2}{I_1} \right) = konst \left(\log \frac{I_2}{I_1} \right)$$

Změna hlasitosti je tedy úměrná logaritmu poměru intenzit I_1 a I_2 .

Vzhledem k obrovskému rozsahu vnímaných intenzit se zavedly tzv. hladiny

intenzity zvuku definované vztahem $L[\text{dB}] = 10 \log \frac{I}{I_0}$ kde $I_0 = 10^{-12}\ \text{W/m}^2$ je

intenzita odpovídající tzv. prahu slyšitelnosti pro sinusový tón frekvence 1 kHz, tj. od této intenzity zvuku měřené v místě sluchového orgánu začínáme slyšet tón 1 kHz.

Subjektivní míru zvukového vjemu nazýváme hlasitostí.

Experimentálně se zjistilo, že zvýšení intenzity tónu 1 kHz v místě ucha posluchače desetkrát, tj. zvýšení hladiny intenzity o 10 dB, nedává pocit desetkrát větší hlasitosti.

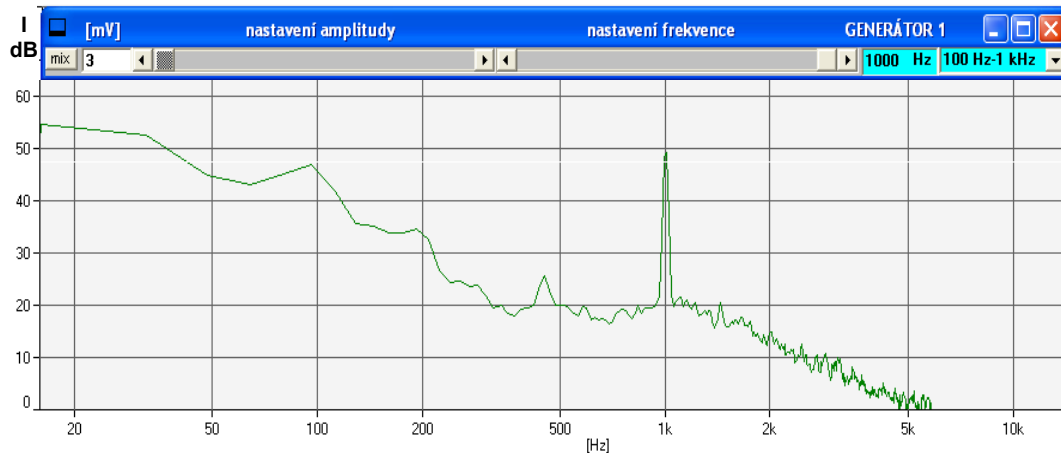
Ani zvýšení intenzity tónu 1 kHz v místě ucha posluchače stokrát, tj. zvýšení hladiny intenzity o 20 dB, nedává pocit stokrát větší hlasitosti.

Měřením velkého počtu posluchačů se zjistilo, že desetinásobnému zvýšení intenzity tónu 1 kHz dojde k pocitu, že slyšíme zvuk jednou tak hlasitý. Naopak snížení intenzity tónu 1 kHz v místě ucha posluchače desetkrát, tj. snížení hladiny intenzity o 10 dB, způsobí poloviční hlasitost.

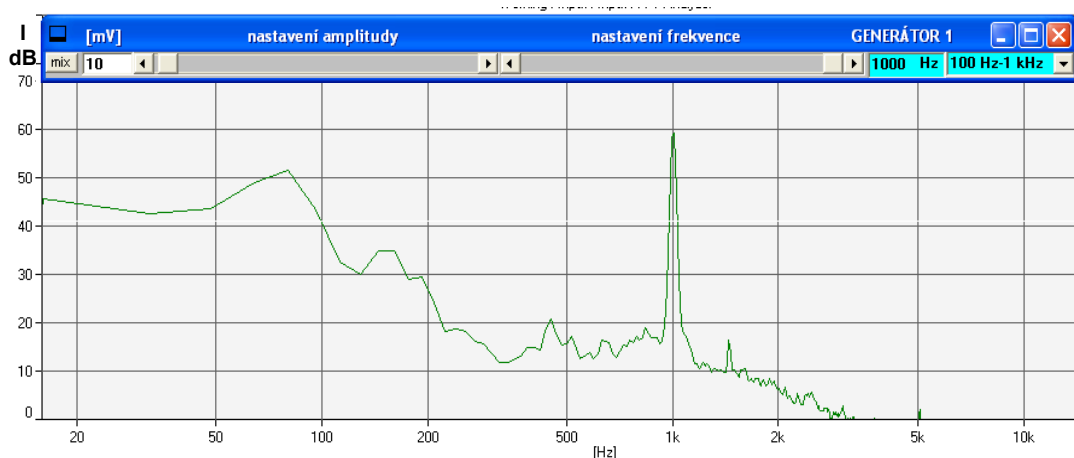
Nejpřesněji se tato závislost změny hlasitosti se změnou intenzity projevuje právě u kmitočtu 1 kHz.

První experiment

Praktické ověření této závislosti spočívá v generování tónu 1 kHz, který po výkonovém zesílení vedeme do reproduktorové soustavy. Měřicí mikrofón dáme do místa předpokládaného poslechu. Scrollbarem pro nastavení amplitudy vlevo na generátoru nastavíme hladinu intenzity na 50 dB.



Pak měníme napětí generátoru, až hladina intenzity tónu 1 kHz stoupne o 10 dB (asi trojnásobně), a pozorujeme změnu hlasitosti. Ta by měla stoupnout na dvojnásobek.



Další zvýšení hladiny intenzity o 10 dB opět vede ke zdvojnásobení hlasitosti.

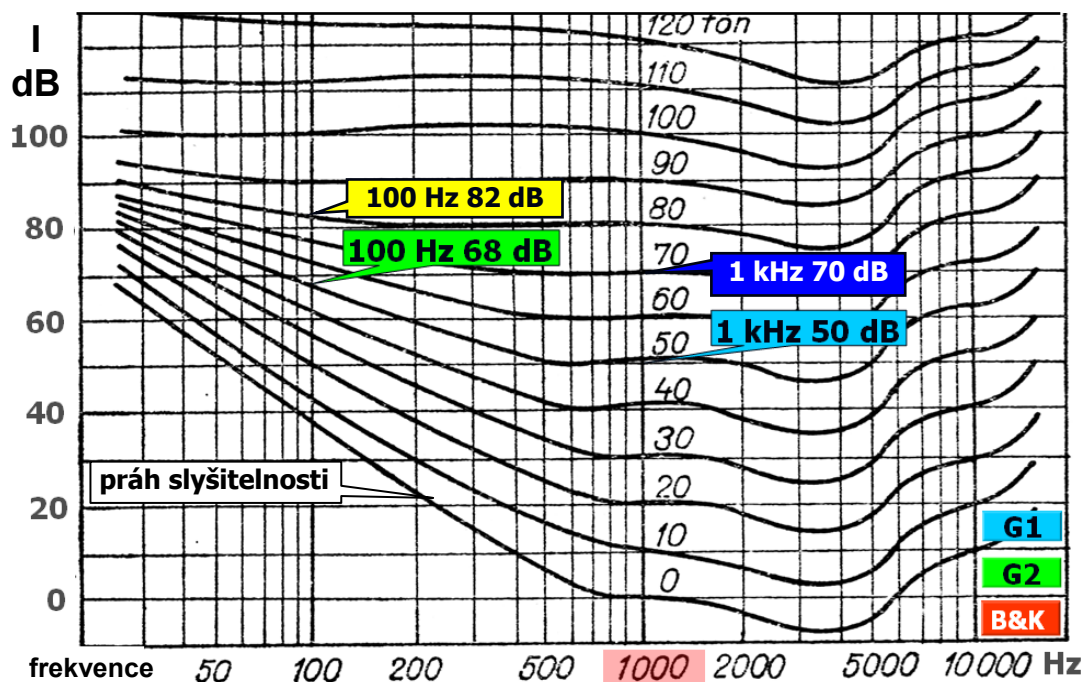
Velikost intenzity zvuku odpovídající prahu slyšitelnosti není pro všechny lidským uchem slyšitelné frekvence (20 Hz až 20 kHz) ani zdaleka stejná.

Na následujícím obrázku určuje frekvenční závislost prahu slyšitelnosti nejspodnější křivka a lze z jejího průběhu vidět, že nejcitlivější je lidské ucho na kmitočty kolem 3,5 kHz, a to skoro o 10 dB vůči kmitočtu 1 kHz. Směrem ke kmitočtům pod 1 kHz a nad 4 kHz tato citlivost klesá.

I pro jiné hlasitosti se projevuje jejich frekvenční závislost. Jejich průběh určují tzv. Fletcher-Munsonovy křivky stejné hlasitosti. Například tón 1 kHz s hladinou intenzity 50 dB neslyšíme stejně hlasitý jako tón s frekvencí 100 Hz se stejnou hladinou intenzity. Abychom slyšeli tón 100 Hz stejně hlasitý jako 1 kHz, musíme zvýšit intenzitu skoro stonásobně, tedy o asi 20 dB na 68 dB.

K ověření této závislosti slouží další experiment.

Druhý experiment

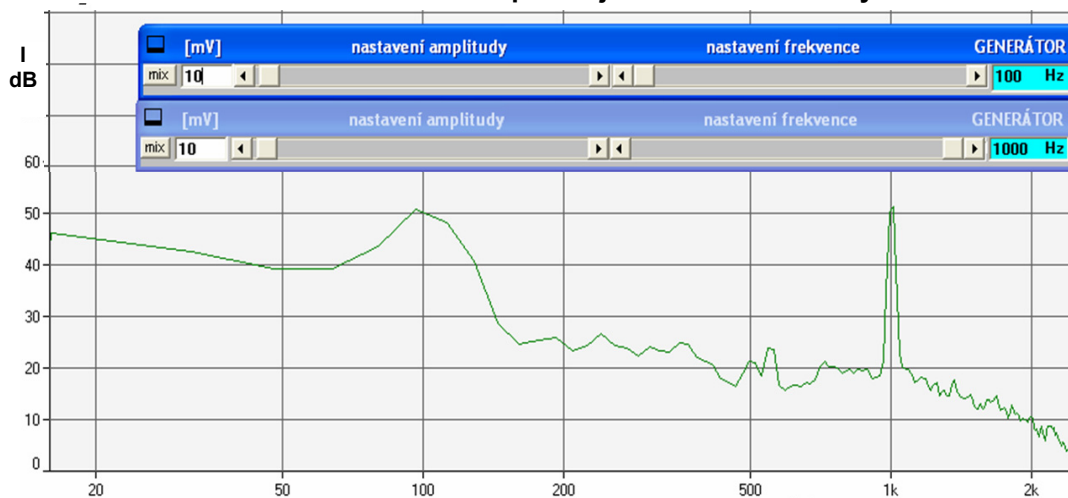


Použitý generátor pro zvukové karty umožňuje funkci až čtyř nezávislých generátorů. Použijeme dva generátory, na jednom nastavíme kmitočet 1 kHz a zvyšujeme amplitudu až hladina intenzity pro tento tón 1 kHz v místě mikrofonu dosáhne 50 dB.

Na druhém generátoru nastavíme kmitočet 100 Hz a zvyšujeme amplitudu až hladina intenzity pro tento tón 100 Hz dosáhne také 50 dB.

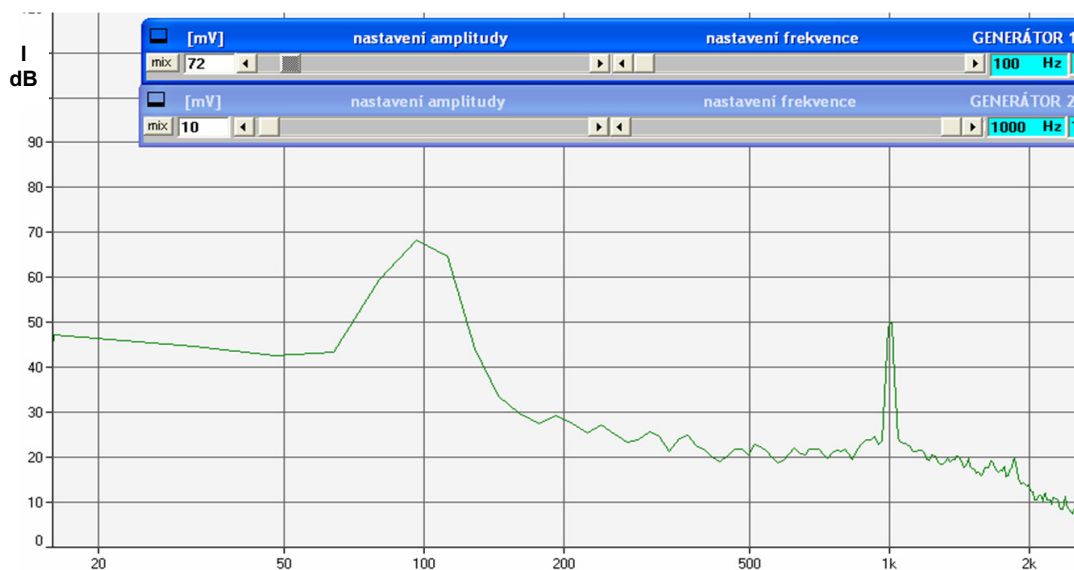
Ověříme poslechem, že vnímaná hlasitost obou tónů bude různá, tón 100 Hz se bude jevit jako podstatně méně hlasitý.

různá hlasitost tónu 100 Hz a 1 kHz pro stejnou hladinu intenzity zvuku 50 dB



Abychom dosáhli pocitu stejné hlasitosti, musíme zvýšit jeho hladinu intenzity skoro o 20 dB, tedy intenzitu skoro stokrát.

různá hladina intenzity tónu 100 Hz a 1 kHz pro stejnou hladinu hlasitosti 50 ph



Experiment můžeme zopakovat pro tón 1 kHz s hladinou intenzity 70 dB a tón 100 Hz. Pro dosažení stejné hlasitosti musí hladina intenzity tónu 100 Hz stoupnout o 12 dB tedy přibližně desetkrát.

Závěr

Přínos použití analyzátoru je ve vizualizaci výsledků experimentu současně se zvukovým vjemem.

Analyzátoři zvukového signálu jsou dostupné na internetu jako volně šiřitelné programy ke zvukovým kartám.

Vhodný je například osc251 na <http://www.zelscope.com/> včetně návodu v češtině na http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/software/WinScope/Winscope_navod.pdf

Program současně zobrazuje časový průběh napětí z mikrofonu i jeho amplitudové spektrum.

Jeho nevýhodou je, že zobrazuje na svislé ose napětí z mikrofonu (i v dB), nikoliv přímo hladiny intenzity. Přesto s ním lze experimenty provést buď měřením hladin intenzity „ručním“ měřičem či pouhým odhadem.

Literatura

1. HORÁK, Z., KRUPKA, F. *Fyzika*. SNTL, 1976. ISBN 04-011-76

Kontaktní adresa

Dr. Ing. Josef Petřík
Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy
Klatovská 51 Plzeň
Telefon: +420 37763 6315
E-mail: petrik@kmt.zcu.cz

FYZIKA V SCIENCE FICTION A FANTASY LITERATUŘE ANEB VYUŽITÍ FANTASY A SCI-FI LITERATURY ČI FILMU VE VÝUCE FYZIKY

Jan PLZÁK

Asi každý si při poslechu úvodní znělky hvězdných válek vzpomene na tento film. Leckdy stačí jen text, pohybující se od spodní strany obrazovky k horní a vzdalující se kamsi do nekonečna, aby si člověk vzpomněl na děj. Dosáhnout takového efektu při výuce fyziky by bylo určitě více než žádoucí pro mnohého učitele.

Osobně si myslím, že fyzika je pro studenty ten nejméně zábavný předmět. Z jejich pohledu se před ně staví hned dvě překážky. Za prvé student musí alespoň dobře zvládnout základní matematiku a za druhé musí mít snahu porozumět chaotickému světu kolem sebe.

S první překážkou se dá ve fyzice na střední škole jen těžko něco dělat, to by měl obstarat učitel matematiky. U té druhé překážky si však dovedu představit, že student se nechá nalákat na něco o co má sám zájem. Touto věcí jsou v dnešní době především vědecko fantastické filmy a seriály.

Myslím si, že využít vhodných situací z filmů či literatury určitě přinese úspěch. Z vlastní zkušenosti vím, že nejednu hodinu jsem se studenty prodebatoval nad některým dílem ze seriálu „Hvězdná brána“. Výuka zaměřená na sci-fi by mohla být pro studenty více přitažlivá a stravitelná. Případné využití situací ze sci-fi a fantasy ve výuce vidím jako především jako formu motivačních či problémových úloh. Mě osobně však láká spíše tvorba netradičních výukových materiálů.

V mé rigorózní práci se chci zabývat právě tvorbou takovýchto materiálů. Následné hodiny fyziky, jak doufám by pak měly být zajímavější pro studenty, avšak i v nich by se měly vyskytovat tématické celky klasických hodin. Během hodin by však nemělo docházet k předkládání znalostí studentům a jejich následné procvičování na příkladech. Chtěl bych se zaměřit na nějaké konkrétní situace ze sci-fi či fantasy a položit si otázky o možnosti a reálnosti situace. Za pomoci předložených znalostí, pak provést důkaz a diskusi této situace. Tento přístup se mi jeví mnohem přirozenější a více motivující ke studiu světa kolem nás a potažmo fyziky.

Vidím zde i některá úskalí. Především bych nerad, aby se případné hodiny fyziky staly jen tlacháním o možnostech, která si student sám nemůže nikterak dokázat. Další nepříjemností je fakt, že každá situace, ať reálná či ne, je komplexním problémem z pohledu fyziky a jen těžko lze některé situace jednoduše modelovat.

Vzhledem k potřebě fundovaných výzkumů, rozhodl jsem se vytvořit malý předvýzkum a zde jsou výsledky.



PŘEDVÝZKUM

Předvýzkum jsem prováděl z důvodu analýzy znalostí studentů opouštějících střední školy. Zároveň jsem chtěl najít směr, kterým bych měl vést svojí disertační práci.

Cíle a hypotézy předvýzkumu

1. Jak dobře studenti znají pojmy užívané v některých sci-fi seriálech z poslední doby.
2. Jak dobře studenti znají pojmy užívané ve speciální teorii relativity.
3. Jak jsou studenti schopni se vyjádřit.

Organizace předvýzkumu a charakteristika vzorku

Předvýzkum se uskutečnil na Západočeské universitě v Plzni na fakultě pedagogické. Celkem bylo do předvýzkumu zapojeno 29 studentů z různých oborů a ročníků. U vzorku studentů lze předpokládat zájem o astronomii s ohledem na volbu předmětu ve kterém byl předvýzkum uskutečněn.

Časové rozvržení realizace předvýzkumu

Výzkum proběhl během jedné vyučovací hodiny v září 2010. Data byla statisticky zpracována až v březnu 2011.

Výzkumné metody

Kvantitativní a kvalitativní písemné dotazování
Analýza statistických dat

Otázky předvýzkumu

1. Jaké nejvyšší možné rychlosti může dosáhnout hmotný předmět?
2. Jakým způsobem funguje cestování hvězdnou bránou?
3. Co znamená cestovat warpem?
4. Co je horizont událostí?
5. Co je paradox dvojčat?
6. Co byste si vzali na cizí planetu?
7. I na cizích planetách může být život, proč?
8. Co si představíte pod pojmem Bůh?
9. Které dva největší efekty budou hrát roli při dosahování rychlosti světla?
10. Kolik planet má Sluneční soustava? Vyjmenujte je.

Výsledky předvýzkumu

Vzhledem k otevřenosti otázek, bylo u každé otázky potřeba vytvořit přiměřené množství kategorií a do nich odpovědi respondentů zařadit. Dále uvádím výsledky dle nejvýznamějších kategorií.

Průzkumu se zúčastnilo
65,5 % — žen
34,5 % — mužů

Na první otázku „Jaké nejvyšší možné rychlosti může dosáhnout hmotný předmět?“ odpovědělo správně 86,2 % respondentů.

- 86,2 % — rychlost světla
- 13,8 % — neví

Na otázku „Jakým způsobem funguje cestování hvězdnou bránou?“ odpovědělo správně 58,6 % respondentů.

- 58,6 % — červí díra
- 10,3 % — černá díra
- 31,1 % — neví

Na otázku „Co znamená cestovat warpem?“ odpovědělo správně 17,2 % respondentů.

- 17,2 % — hyperprostor, ohýbání prostoru
- 82,8 % — neví

Na otázku „Co je horizont událostí?“ se správné odpovědi nevíce přiblížilo 20,7 % respondentů.

- 20,7 % — černá díra
- 37,9 % — nesmyslná odpověď
- 41,4 % — neví

Na otázku „Co je paradox dvojčat?“ se správné odpovědi nevíce přiblížilo 17,2 % respondentů.

- 17,2 % — má to něco společného s relativitou času
- 20,7 % — nesmyslná odpověď
- 62,1 % — neví

U otázky „Co byste si vzali na cizí planetu?“ mě především zajímalo jak se studenti poperou s nedostatečným popsáním cizí planety a jaký vliv na ně mají sci-fi seriály

- 65,5 % — jídlo
- 44,8 % — vodu
- 41,4 % — spacák
- 37,9 % — elektřina
- 37,9 % — nůž
- 31,0 % — lidi
- 31,0 % — oblečení
- 24,1 % — sirky
- 24,1 % — stan
- 20,7 % — skafandr
- 17,2 % — zbraň
- 13,8 % — alkohol
- 13,8 % — léky
- 13,8 % — nářadí
- 13,8 % — rostliny
- 13,8 % — vzduch
- 10,3 % — zvířata

Z výsledků je vidět, že většina respondentů považuje vzduch na cizích planetách jako zcela běžný jev, který není potřeba dovážet vizte seriály „Hvězdná brána“ a „Star

Trek“. Skoro dvě třetiny dotázaných by si sebou vzala elektřinu a elektrické přístroje. Jak je však také vidět, 13,8 % respondentů by si sebou vzalo alkohol.

Na odpovědích na otázku „I na cizích planetách může být život, proč?“ je vidět, že většina dotazovaných věří v existenci mimozemského života, při kvalitativních otázkách některých jednotlivců se však ukazuje, že většina z nich uvažuje především o inteligentních dvounohých bytostech.

- 37,9 % — vesmír je veliký, bylo by to plýtvání místem
- 20,7 % — podmínky pro život musí existovat i jinde
- 17,2 % — těžko říct, podmínky pro život nemusí být nikde
- 13,8 % — věří v jeho existenci
- 10,3 % — nevěří že život jinde existuje

Otázka „Co si představíte pod pojmem Bůh?“ je specifická pro Českou republiku, neboť ČR je podle statistik Evropské unie jednou ze zemí s nejmenším počtem věřících, vizte „Top 50 Countries With Highest Proportion of Atheists / Agnostics (Zuckerman, 2005)“. Z odpovědí je vidět, že pro 31 % respondentů je pojem bůh spojen především s dětskou představou hodného staršího pána.

- 31,0 % — starší osoba
- 24,1 % — stvořitel vesmíru
- 20,7 % — symbol víry
- 13,8 % — něco nadpřirozeného
- 10,3 % — nesmysl

U otázky „Které dva největší efekty budou hrát roli při dosahování rychlosti světla?“ je velice překvapivé, že většina respondentů (34,5 %) vidí problém v přetížení a tlaku.

- 34,5 % — přetížení a tlak
- 20,7 % — energetická náročnost
- 13,8 % — překážky na cestě
- 06,9 % — teplota prostředí v lodi
- 03,4 % — relativita času
- 03,4 % — těžko říditelná
- 17,2 % — jiná odpověď

U poslední otázky „Kolik planet má Sluneční soustava? Vyjmenujte je.“ mě zajímalo, jak moc jsou studenti adaptabilní při změně faktů, které se učili na středních či základních školách. Správně odpovědělo 82,8 %.

- 82,8 % — osm planet
- 17,2 % — devět planet

Zhodnocení a závěr

Nemyslím si, že vzorek 30 studentů může být směrodatným. K hlubší analýze, je potřeba mít více respondentů a dotazník by měl obsahovat otázky, které dokáží zajistit validitu výzkumu. Toto je úskalí, které by mělo být předmětem další debaty, ale to s potěšením nechám na někdy jindy.

Předvýzkum mi přesto dal odpověď na otázku, na jaké filmy či seriály se zaměřit. Měly by to být především ty, které jsou v poslední době předkládány divákům televize.

Dalším zajímavým aspektem je neschopnost některých respondentů vyjádřit svou vlastní myšlenku. Toto do budoucna bych také rád prověřil, neboť na vyjadřovacích schopnostech studentů závisí jejich schopnost porozumění složitějším pojmům.

Poslední co bych chtěl zmínit, je fakt, že spoléhat se na znalosti ze střední školy u studentů na vysoké škole nemusí u některých vést ke kýženému cíli. Znalosti pojmů ze speciální teorie relativity jsou u většiny dotazovaných zoufalé.

Kontaktní adresa

Mgr. Ing. Jan Plzák

Oddělení fyziky KMT FPE ZČU v Plzni

Klatovská 51

E-mail: janplzak@kmt.zcu.cz

FENOMENOLOGICKÉ KOEFICIENTY, DRUHÝ TERMODYNAMICKÝ ZÁKON A MODERNÍ TERMODYNAMIKA

Jitka PROKŠOVÁ

Abstrakt

V poslední době dochází k podrobnému výzkumu některých transportních jevů, při kterých se testují vlastnosti fenomenologických koeficientů. Ty jsou pro termodynamické aplikace velmi přínosné, protože ukazují, že i nerovnovážné stavy mohou být vysoce uspořádané. Posunují tak hranice moderní termodynamiky, která se mimo jiné zabývá platností druhého termodynamického zákona v nerovnovážných systémech.

Závěrem příspěvek upozorňuje na využití multimediálního textu „Nerovnovážná termodynamika a její aplikace...“ ve výuce na SŠ a VŠ.

FENOMENOLOGICAL COEFFICIENTS, SECOND THERMODYNAMIC LAW AND MODERN THERMODYNAMICS

Abstract

Particular transport effects, during which the properties and features of the phenomenological coefficients are being tested, became in the recent time subject to detailed research. These effects are very beneficial for thermodynamic applications, by reason that these effects show that also the non equilibrium states may be highly organized and extend the boundaries of the modern thermodynamics.

In conclusion this abstract points out the utilization of multimedia text „Non-equilibrium thermodynamics and its applications...“ at teaching physics both at high school or university.

Fenomenologické koeficienty v lineární termodynamice

Klasická (rovnovážná) termodynamika se zabývá situacemi v klidovém stavu, nepotřebuje tedy k jejich popisu čas. Ve skutečnosti jsou však přírodní děje kolem nás v neustálém toku. Proto dochází v posledních desetiletích k dynamickému rozvoji právě nerovnovážné termodynamiky, která se těmito jevy zabývá.

Pozornost experimentátorů se soustřeďuje především na podrobný výzkum některých transportních dějů – proudění kapaliny mikroskopickými kanálky, skládání a rozbíjení molekul v řetězcích aminokyselin, průnik molekul buněčnými membránami apod.

Pokud se při definování četných měřitelných vlastností takovýchto nerovnovážných soustav (koeficientu tepelné vodivosti, difúze atd.) omezíme jen na jejich popis, nazýváme takový přístup **fenomenologickým**. Vzájemnými vztahy mezi zmíněnými vlastnostmi se zabývá oblast nerovnovážné termodynamiky, kterou blíže charakterizuje přívlástek lineární. Označení **lineární termodynamika** má své opodstatnění: pouze v blízkosti termodynamické rovnováhy existují mezi termodynamickými silami a toky **lineární vztahy**.

V této souvislosti se také často zmiňuje veličina, která má zásadní význam při matematické formulaci druhého termodynamického zákona a při zkoumání soustav v rovnováze. Jedná se o stavovou funkci **entropii** S . Její změna dS se v případě nerovnovážných systémů rozděluje na součet dvou příspěvků

$$dS = d_e S + d_i S. \quad (1)$$

Smyslem rovnice (1) je, že změny entropie, ke kterým v termodynamickém systému dochází, nejsou rovnocenné. Samovolná změna $d_i S$ směrem k rovnovážnému stavu se liší od změny $d_e S$, která je určena a řízena změnou mezních podmínek (například teplotou okolí) a ke které dochází díky výměně energie a částic s okolím.

Člen $d_e S$ může vzhledem k povaze výměny nabývat kladných i záporných hodnot, změna entropie $d_i S$ způsobená nevratnými procesy uvnitř systému je však podle druhého termodynamického zákona vždy větší než nula. Při spontánně probíhajících procesech v izolovaném systému tedy platí pro produkci entropie $\sigma = \frac{d_i S}{d\tau} > 0$.

Analogicky k (1) zapíšeme časovou změnu entropie ve tvaru

$$\frac{dS}{d\tau} = \frac{d_e S}{d\tau} + \frac{d_i S}{d\tau}. \quad (2)$$

Vraťme se ale k již zmíněným transportním jevům. Předpokládejme nyní, že v určitém místě zkoumaného systému vznikne mírná nerovnováha – například tím, že v sousedních částech systému dojde k rozdílu teploty. Následkem této nerovnováhy vzniká v části o vyšší teplotě termodynamická síla \vec{F} , která způsobuje nevratný tok tepla \vec{J} . Systém se tak nevratným dějem dostane do blízkého okolí původního rovnovážného stavu. Podobně, dojde-li k nerovnováze v koncentraci sousedních oblastí systému, vzniká následkem termodynamické síly (\approx gradientu koncentrace) tok hmotnosti. Pouze za předpokladu malých odchylek od termodynamické rovnováhy můžeme uvažovat, že vztahy mezi vzniklými termodynamickými toky a odpovídajícími silami jsou lineární. Je tedy zřejmé, že při změnách způsobených nevratnými procesy uvnitř systému, závisí lokální produkce entropie σ jak na termodynamické síle tak i na toku, který vyvolala. V blízkém okolí termodynamické rovnováhy ji definujeme jako

$$\sigma = \sum_k F_k \frac{dX_k}{d\tau} = \sum_k F_k J_k, \quad (3)$$

kde koeficienty F_1, F_2, \dots, F_k charakterizují termodynamické síly a J_1, J_2, \dots, J_k označují termodynamické toky. Výraz dX_k představuje změnu veličin jako teplo, hmotnost nebo hybnost atd.

Ze studia tepelné vodivosti v krystalech [1] vyplynulo, že při malých odchylkách systému od rovnovážného stavu jsou vzniklé toky na silách lineárně závislé. V okolí rovnováhy tedy usuzujeme, že

$$J_k = \sum_j L_{kj} F_j, \quad (4)$$

kde L_{kj} jsou **fenomenologické koeficienty**. Poznamenejme ještě, že L_{kk} označujeme jako **přímé** a L_{kj} ($k \neq j$) jako **křížové** fenomenologické koeficienty – jejich významem se podrobně zabýval Lars Onsager. Onsagerova teorie tedy vychází z předpokladu, že v okolí termodynamické rovnováhy platí lineární fenomenologické zákony.

Přehled termodynamických sil a toků v nejčastěji studovaných nerovnovážných procesech udává tabulka *T1*:

Tabulka *T 1*

	F_k	J_k
vedení tepla	$\text{grad} \frac{1}{T}$	tok vnitřní energie: \vec{J}_u
difúze	$-\text{grad} \frac{\mu_k}{T}$	difúzní tok: \vec{J}_k
chemická reakce	$\frac{A_j}{T}$	rychlost reakce: $\nu_j = \frac{1}{V} \frac{d\xi_j}{d\tau}$

Meze platnosti Onsagerovy teorie

Vztah (4) představuje pro různé transportní děje termodynamickou pohybovou rovnici, kde rychlost proudění neboli tok se rovná součtu členů, z nichž každý je přímo úměrný některé termodynamické síle. Přímá úměrnost mezi složkami toků a silami je důležitým omezením pro obor platnosti Onsagerovy teorie. V některých případech, jako třeba u vedení tepla, platí mezi tokem a odpovídající silou lineární závislost ve velmi širokém rozmezí, avšak v jiných případech, jako jsou např. chemické reakce, bývá přímá úměrnost zachována jen při malých odchylkách od rovnováhy.

Termodynamická síla, jakou je například gradient $(1/T)$, nemusí způsobit jen tok tepla, ale může být příčinou i dalších jiných toků – např. toku částic nebo elektrického proudu. Je to pochopitelné vzhledem k tomu, že termický pohyb molekul nemá vliv jen na teplotu systému, ale také na pohyb nebo i množství nositelů náboje.

Důsledkem jsou takzvané „křížové“ efekty, které byly známy již dlouho předtím, než byly zformulovány základní zákony lineární termodynamiky. Zkoumaly se zcela odděleně, bez sjednocujícího formalismu. Jedním z prvních, kdo se v polovině 19. století zabýval vlastnostmi termoelektrických jevů, byl William Thomson (lord Kelvin). Upozornil tehdy na skutečnost, že dva nevratné tepelné jevy – vývoj Joulova tepla a vedení tepla – nastávají současně se dvěma jevy vratnými, jimiž jsou přenos Peltierova tepla na spoji termoelektrického článku a Thomsonovo teplo spojené s tokem elektrického proudu.

Zavedením lokální produkce entropie σ do formalismu lineární termodynamiky došlo ke sjednocení teorie křížových efektů. Onsagerovu teorii lze shrnout do dvou důležitých tvrzení:

- **Platnost lineárních fenomenologických zákonů.** Pouze za předpokladu jejich platnosti lze chápat lokální produkci entropie jako kvadratickou formu

$$\sigma = \sum_j L_{kj} F_j F_k > 0, \quad (5)$$

kde složky sil F_k mohou být kladné i záporné. Z nerovnosti (5) plyne, že matice L_{jk} je pozitivně definitní. Poznamenejme, že koeficienty L_{kk} jsou kladné a koeficienty L_{ik} ($i \neq k$) mohou být jak kladné tak záporné.

- **Princip mikroskopické vratnosti.** Podle něj každý děj probíhá za rovnovážných podmínek v průměru stejnou rychlostí jako děj právě opačný. [2]
Z tohoto principu a z teorie fluktuací vyplývá další důležitý důsledek – **Onsagerovy reciproční relace:**

$$L_{ki} = L_{ik} . \quad (6)$$

Podle Onsagera je hlavním důvodem, proč tyto vztahy musí platit, právě mikroskopická reversibilita: Přechod mezi dvěma konfiguracemi A a B se musí v daném čase τ konat stejně často jak ve směru $A \rightarrow B$ tak i směrem $B \rightarrow A$. [1]

Nové poznatky o zrcadlových procesech

Objev reciprocity ovlivnil chápání stavů v blízkosti rovnováhy. Ukazuje se totiž, že i nerovnovážený stav může být vysoce uspořádaný. Jedním z typických příkladů je známý Bénardův jev, který vzniká při zahřívání tenké vrstvy kapaliny. Teplotní gradient a konvektivní pohyb kapaliny způsobí, že ve vrstvě se začnou vyvíjet uspořádané oblasti, tzv. Bénardovy buňky [3]. Jedná se o šestiúhelníkové útvary, které mění svou uspořádanost v chaos v závislosti na teplotním rozdílu mezi dnem a povrchem kapaliny.

Bénardův jev patří mezi zrcadlové procesy (spojené recipročními vztahy), ke kterým se řadí například i reverzní osmóza nebo již zmíněné termoelektrické jevy. V poslední době [4] se však termodynamický výzkum zaměřuje více do oblastí užití rozličných typů nanotechnologií a jevů molekulární biologie. Analyzují se procesy membránových transportů, spojených se změnami energie při rozkladu adenosintrifosfátu (ATP) a se změnami koncentrací v proteinových kanálech.

Zdálo by se, že v těchto přechodových dějích ovládaných fluktuacemi a proměnnými hranicemi systémů, začínají selhávat nejen klasicky definované veličiny jako například teplota nebo entropie, ale že zde selhávají i předpoklady o principu mikroskopické reversibility.

Objevují se však zjištění [5], že termodynamiku lze rozšířit i do zmíněných rychle se vyvíjejících oblastí, jen je nutné změnit časové měřítko a soubor proměnných, v nichž nerovnovážený proces sledujeme. Právě díky tomuto rozšířenému popisu zůstane systém i přes složitost a náhlost vývoje ve stavech jakési lokální rovnováhy a druhý termodynamický zákon neztratí platnost ani ve světě velmi malých soustav.

Multimediální text „Nerovnovážná termodynamika a její aplikace...“

Závěrem svého příspěvku bych ráda upozornila na projekt, který se zabývá problematikou nerovnovážné termodynamiky a jejích aplikací v hydrodynamice, v chemii a v biologii. Je umístěn na internetových stránkách oddělení fyziky KMT FPE Západočeské univerzity v Plzni:

<http://nelterm.kof.zcu.cz/>

Vytvořené internetové stránky slouží jako studijní materiál pro prezenční (popř. distanční) studium předmětu termodynamika. V rámci projektu byly provedeny pokusy demonstrující vznik disipativních struktur v těchto systémech a pořízeny jejich digitální videozáznamy a fotografie.

Vzhledem k interdisciplinárnímu charakteru může být text využit ve výuce fyzikálních, biologických a chemických oborů, nebo oborů hraničních. Jedním z cílů projektu bylo, aby studium vzniku a vlastností nerovnovážných struktur na úrovni hydrodynamiky a chemie přispělo k lepšímu pochopení vzniku a projevu živých systémů a k rozvoji mezioborových vztahů. Prostřednictvím internetu je text

dlouhodobě přístupný studentům i akademickým pracovníkům všech českých středních a vysokých škol.

Literatura

1. PRIGOGINE, I., KONDEPUDI, D. *Modern Thermodynamics*. John Wiley & Sons, Chichester 1998. 483 str. ISBN 0 471 97393 9.
2. PROKŠOVÁ, J. *Entropie na středoškolské úrovni*. Doktorská disertační práce. Praha, MFF UK, 2004. 164 s.
3. DURŠPEK, J. *Moderní termodynamika v chemických a biologických procesech*. Diplomová práce. Plzeň, FPE ZČU, 2005.
4. RUBÍ, J. M. *Dlouhá ruka druhého termodynamického zákona*. Scientific American, listopad 2008, str. 60–65.
5. RUBÍ, J. M., REGUERA, D., VILAR, J. M. G. *The Mesoscopic Dynamics of Thermodynamic Systems*. Journal of Physical Chemistry B, díl 109, č. 46, str. 21502–21515 (<http://arxiv.org/abs/cond-mat/0511651>).

Kontaktní adresa

RNDr. Jitka Prokšová, Ph.D.
Oddělení fyziky KMT FPE ZČU v Plzni
Klatovská 51
Telefon: +420 377 636 307
E-mail: proksovj@kmt.zcu.cz

PROJEKT V RÁMCI ASTRONOMIE ANEB POSTAVTE SI PLANETY SLUNEČNÍ SOUSTAVY

Lenka PRUSÍKOVÁ

Abstrakt

Projektová výuka patří v dnešní době mezi nejrozšířenější výukové metody. Vyzkoušela jsem si naplánování a zrealizování jednoho projektu na základní škole. Téma jsem zvolila astronomické. Příspěvek přibližuje tento projekt včetně návrhu, realizace a sebereflexe. Celý projekt včetně výroby planet sluneční soustavy se vám pokusím přiblížit.

PROJECT IN ASTRONOMY OR BUILD YOUR PLANET SOLAR SYSTEM

Abstract

Project learning is nowadays the most common teaching methods. I have tried planning and realization of one project at a primary school. The theme I chose astronomy. The whole project is divided into three sections - design, realization, self-reflection. The whole project including the production of solar system planets, you try to close.

Projektová výuka – vyučování

V dnešní době se při výuce klade velký důraz na motivaci, různé výukové metody a mezipředmětové vazby. Jedna z výukových metod, kde se dá velice dobře využít mezipředmětových vztahů, která se stává motivačním prvkem výuky, je projektová výuka. Při příležitosti mezinárodního roku astronomie 2009 jsem se rozhodla si takový projekt vyzkoušet na astronomické téma. Projekt byl uskutečněn na 7. základní a mateřské škole v Plzni. Celý projekt byl zaměřen na dva z nejznámějších astronomů všech dob – Johannes Kepler, Tycho Brahe. Žáci se s těmito jmény setkávají již v 7. ročníku, proto jsem uznala, že je vhodné projekt zařadit až do 8. ročníku.

Výuka je často chápána synonymicky jako vyučování. Oproti vyučování v sobě výuka zahrnuje jak proces vyučování, tak i cíle dané výuky, podmínky, prostředky, výsledky a typy výuky. V praxi se nejčastěji setkáme s pojmem projektová výuka, která je založena na projektové metodě.

Při projektové výuce žáci sami realizují projekt od plánování až po konkrétní výstup. Samotný průběh řešení projektu se člení na 4 fáze:

1. Plánování projektu

Při plánování jakéhokoliv projektu by měly být předem stanoveny následující prvky:

- Základní problematika
- Motivace žáků
- Základní výstupy projektu
- Předpokládané cíle (kognitivní, afektivní, psychomotorické)
- Organizace – časové rozvržení

- Výukové metody
- Pomůcky
- Způsob hodnocení
- Mezioborové vazby

Několik dní před zahájením projektu jsem žáky seznámila s průběhem projektu. Mohli si sami donést literaturu, články, popřípadě internetové odkazy, ze kterých čerpali informace pro zpracování projektu.

Při tvorbě projektu jsem získala i cenné rady od svých kolegů, kteří mi vyšli vstříc a pomáhali mi s organizací projektu.

Cíle projektu:

- žák popíše dobu, ve které astronomové žili, a vysvětlí, čím se zabývali
- žák objasní problematiku astronomie té doby
- žáci vyberou důležité a poutavé informace pro prezentaci
- žáci vypočítají poměry velikostí jednotlivých planet sluneční soustavy a zhotoví je
- žák zhodnotí svoji práci a práci spolužáků

2. Realizace projektu

Tento projekt jsem realizovala ve dvou 8. třídách základní školy. Obě třídy jsem si rozdělila do 8 skupin po 4 (5) žácích. V každé skupině jsem zvolila kapitána, jehož úkolem bylo rozdělení práce mezi ostatní členy skupiny a řízení vzájemné spolupráce.

Celý projekt měl 3 části (Výstupy projektu):

Prezentace – Žáci v první části zpracovávali získané informace do formy prezentace. Jejich práce vyžadovala vzájemnou spolupráci, učili se seberealizaci a zodpovědnosti. Na zpracování informací měli jeden den. Mohli pracovat s odbornou literaturou či internetem. Na základě losu získala každá skupina jedno jméno astronoma, kterému se nadále věnovali. Výsledkem jejich práce byla prezentace,

ve které byly uvedeny informace o životě astronoma, jeho práci v oblasti astronomie či jiné zajímavosti. Tyto prezentace dále slouží při výuce fyziky v kapitole Astronomie.

Dopis – Druhým úkolem bylo sepsání dopisu.

Žáci se vžili do role pana Keplera (Braha) a napsali dnešní generaci (dnešním dětem). Během psaní stále museli myslet na to, že oni jsou pan Kepler (Brahe) – psali v 1. osobě jednotného čísla. Úvodem měli zmínit něco o astronomovi, o jeho rodině, o době, ve které žil. Následně nemělo chybět jistě poselství – proč dopis vlastně dnešním dětem



píší, a v závěrečné části vyzdvižení, čím byl vlastně astronom význačný, čím se proslavil. Celý dopis měl být zakončen pozdravem a podpisem. Z celého dopisu bylo vidět, jak pochopili život astronoma, jeho bádání.

Planety sluneční soustavy – Posledním úkolem bylo vytvoření planet Sluneční soustavy. Tyto planety měly odpovídat skutečnosti v daném měřítku. Samozřejmě měl odpovídat i vzhled planet. Vzhled planet a údaje o jejich velikosti si žáci vyhledali na internetových stránkách či v odborné literatuře. Zkusili navrhnout, jak by se takové



planety daly vyrobit, zvolili postup práce při výrobě a určili si, z čeho budou planety vyrobeny. Po navržnutí postupu výroby následovaly matematické výpočty rozměrů planet. Pro usnadnění jsem žákům určila rozměr největší planety Jupiter, který měl mít v průměru 1 metr. Zbylé planety si žáci museli dopočítat. Planety slouží jako názorná ukázka, jak to poměrově vypadá ve vesmíru. Na základě toho by měli i ostatní žáci školy získat představu, jak planety sluneční soustavy

vypadají a jak to ve vesmíru funguje.

Při samotné výrobě planet žáci využili následující materiál:

- psací potřeby
- noviny
- Tapóza
- balónky
- tempery
- lepidlo
- izolepa



Nejdříve se udělal základní tvar planet pomocí nafukovacích balónků, novin a Tapózy. Poté žáci pomocí temper vytvořili přibližnou podobu povrchu jednotlivých planet.

Po vytvoření těchto planet ještě žáci sepsali základní informace o planetách na jednotlivé papíry, které se přiložily k planetám a byly vystaveny ve vestibulu školy.

Celá výroba trvala přibližně 2 měsíce.

3. Prezentace výstupů projektu

Žáci prezentovali své výsledky před ostatními učiteli, rodiči a žáky 9. ročníků. Někteří žáci 9. ročníku byli součástí odborné poroty, která hodnotila nejen výstup a přednes jednotlivých skupin, ale také obsahovou stránku jejich prezentací.

Žáci zde předvedli i své výrobky.



4. Hodnocení projektu



Hodnocení provedli kapitáni jednotlivých skupin. Zhodnotili práci jednotlivců a vzájemnou spolupráci. Závěrečné hodnocení jsem provedla já osobně. Hodnotila jsem jednotlivé části projektu zvlášť. Nejvíce jsem se zaměřila na první část, kde jsem kladně ohodnotila vzájemnou spolupráci. Žáci se naučili nejen sdělování a přijímání názorů, ale také se naučili seberealizaci a sebehodnocení. Dokázali si velice dobře rozvrhnout práci. Druhou část jsem zhodnotila opět pozitivně, někteří žáci se dokázali výborně vžít do doby, ve které astronom žil. Poslední část byla praktická, kde opět správně fungovala vzájemná spolupráce a komunikace mezi žáky.

Samozřejmě i tento projekt jako měl jistá negativa. Jedním z hlavních problémů, se kterým jsem se setkala, byla velká časová náročnost na zpracování projektu. Dalším problémem bylo získání dostatečného množství informací o příslušných astronomech.

Literatura

1. MAŇÁK, J. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003. ISBN 80-7315-039-5.
2. PRUSÍKOVÁ, L. *Rigorózní práce – Projektová výuka ve fyzice na základní škole – „po stopách“ astronomů na našem území do konce 16. století*. Plzeň: FPE ZČU v Plzni, 2011

Kontaktní adresa

PhDr. Lenka Prusíková
Oddělení fyziky
Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy
Klatovská 51,
306 14 Plzeň
Telefon: +420 377 636 312
E-mail: lprusiko@kmt.zcu.cz

ŘEŠENÍ POHYBOVÝCH ROVNIC NA STŘEDNÍ ŠKOLE?

Karel RAUNER

Abstrakt

Příspěvek se zabývá možností řešení pohybové rovnice na střední škole. Studenti sice většinou neumí diferenciální rovnice řešit, někteří neznají ani pojem derivace, přesto lze využít definici zrychlení jako podíl diferencí. Pak je možné z 2. Newtonova zákona sestavit rovnici pro numerické řešení. Bude předloženo řešení klasického problému teoretické mechaniky – pádu z velké výšky. Jako motivace je zadána situace z filmové pohádky Mrazík: Ivánek vyhazuje klacky.

SOLUTIONS OF EQUATIONS OF MOTION IN HIGH SCHOOL?

Abstract

This paper deals with possibility of solving equations of motion in high school physics classes. Majority of students aren't able to solve differential equation or aren't even aware of concept of derivation, however the definition of acceleration can be used as fraction of differences. Then it is possible to set up equations (using second Law of Newton) and solve them numerically. The classical problem of theoretical mechanics will be discussed here – free fall of great distance. Sequence from movie fable “Jack Frost” (original title is Morozko) is used as a motivation. In this scene the main character tosses the clubs in space.

„Nebojte se, loupežníckové, počkejte do zimy, spadnou.“ „Ten člověk musí mít ukrutnou sílu.“ Již více než třem generacím jsou známy citáty z ruské pohádky Mrazík. Jistě na toto téma vzniklo mnoho vědeckých prací z oblasti psychologie postav i diváků všeho věku, neméně obsáhlý bude i počet kulturní kritiků, kteří se fenoménem „Mrazík“ zabývali. Zanedbává se však fyzikální rozbor některých situací. Tento článek si klade za cíl napravit alespoň částečně toto opomenutí. Kromě toho rehabilitujeme Ivánka a ukážeme, že to zdaleka není takový omezenec, jak by se některým divákům mohlo zdát. Ivánek neměl jen „ukrutnou sílu“, byl to matematicko-fyzikální génius. Vyhodit totiž „klacky“ tak, aby spadly v určenou dobu, není tak jednoduché.

Z některých náznaků lze usoudit, že se scéna s vyhozením klacků odehrává někdy v pozdním jaře. Klacky mají spadnout v zimě, budeme proto předpokládat, že mají spadnout přesně za 200 dnů. Pro naše výpočty je vhodné převést tento údaj na sekundy: 17 280 000 sekund.

Kdyby byl Ivánek průměrným absolventem střední školy, mohl by postupovat takto: Klacky je třeba vrhnout svisle vzhůru. Pro rychlost v takového pohybu platí

$$v = v_0 - gt, \quad (1)$$

kde v_0 je počáteční rychlost, s jakou je těleso vrženo svisle vzhůru, g je tíhové zrychlení a t je čas od počátku vrhu. Těleso dosáhne největší výšky v čase T , pro který platí

$$T = \frac{v_0}{g}. \quad (2)$$

Protože doba pádu je také T , platí pro potřebnou počáteční rychlost

$$v_0 = \frac{\tau}{2} \cdot g. \quad (3)$$

V tomto vztahu je $\tau = 2 \cdot T$ požadovaná doba celého vrhu. Po dosazení $\tau = 17\,280\,000$ s, $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ vyjde $v_0 = 86\,400\,000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Průměrný absolvent střední

školy však ví, že vypočítaná rychlost více než tisíckrát překonává třetí kosmickou rychlost a že klacky vržené touto rychlostí by byly jen dalšími vyslanci lidské civilizace k okolním hvězdným soustavám. Bohužel by klacky poměrně brzy předstihly kosmické sondy s mírovým poselstvím a mimozemská civilizace by musela být padlá na hlavu (nebo na to, v čem mají uložený orgán myšlení), aby si toto poselství nevyložila jako hrozbu. Ivánek by tak mohl být příčinou mezihvězdné války.

Ivánek měl tedy vysokoškolské vzdělání, protože klacky spadly, a to dokonce ve správnou dobu a na správná místa. Byl si jistě vědom chyby v předchozím výpočtu. Předpokládáme tam totiž homogenní tíhové pole. Ve skutečnosti tíhové zrychlení klesá se vzdáleností od Země. K přesnějšímu výpočtu proto potřebujeme gravitační zákon, podle kterého je síla F působící na těleso hmotnosti m ve vzdálenosti r od středu Země

$$F = -\kappa \cdot \frac{m \cdot M}{r^2}, \quad (4)$$

kde κ je gravitační konstanta a M hmotnost Země. Znaménko mínus vyjadřuje to, že síla má opačný směr než rostoucí hodnota r . Abychom se zbavili extrémně velkých či malých čísel, zjednodušíme vztah pomocí g_R – tíhového zrychlení na povrchu Země:

$$m \cdot g_R = \kappa \cdot \frac{m \cdot M}{R^2}, \quad (5)$$

R je vzdálenost povrchu od středu Země. Pomocí (5) lze vzorec (4) zjednodušit:

$$F = -g_R \cdot \frac{m \cdot R^2}{r^2}. \quad (6)$$

Vztah (6) můžeme přepsat na pohybovou rovnici pro závislost vzdálenosti x od zemského povrchu na čase:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -g_R \cdot \frac{R^2}{(R+x)^2}. \quad (7)$$

Tato jednoduchá diferenciální rovnice – jak je tomu ve fyzice často – není analyticky řešitelná. Pro numerické řešení je vhodnější přepsat ji na integrálně diferenciální rovnici pro rychlost v :

$$\frac{dv}{dt} = -g_R \cdot \frac{R^2}{\left(R + \int v \cdot dt\right)^2} \quad (8)$$

s počáteční podmínkou $v(0) = v_0$.

Samozřejmě, že tohle nelze na střední škole uvádět. Když se ale vrátíme k vztahu (6) a uvážíme, že síla a zrychlení klacků musí odpovídat druhému Newtonovu zákonu, můžeme napsat:

$$a = -g_R \cdot \frac{R^2}{(R+x)^2}. \quad (9)$$

Zrychlení je definováno na středních školách jako přírůstek rychlosti za nějakou krátkou dobu Δt . Při vypuštění klacků je $x=0$, $a = g_R$, $v = v_0$. Za první kratičký časový úsek Δt se rychlost téměř nezmění, proto můžeme vypočítat výšku v čase Δt : $x_1 = v_0 \cdot \Delta t$. Tuto výšku dosadíme do (9) a vypočítáme novou rychlost na konci časového intervalu Δt :

$$\frac{v_1 - v_0}{\Delta t} = -g_R \cdot \frac{R^2}{(R+x_1)^2}. \quad (10)$$

Naznačený postup se stále opakuje podle rekurentních vztahů:

$$x_{i+1} = x_i + v_i \cdot \Delta t, \quad \frac{v_{i+1} - v_i}{\Delta t} = -g_R \cdot \frac{R^2}{(R+x_{i+1})^2}. \quad (11)$$

K řešení se sestaví jednoduchý program. V programu sledujeme podmínku $v_{i+1} > 0$. Jakmile není splněna, výpočet se ukončí a vypíše se dosažený čas. Je-li menší než požadovaná hodnota 8 640 000 s, vložíme větší počáteční rychlost a výpočet se opakuje. Při řešení můžeme očekávat značný problém s volbou integračního kroku. Protože hledaný čas musí být 8 640 000 s, znamená to při volbě integračního kroku $\Delta t = 0,01$ s téměř miliardu kroků. To by spolu s iteračním postupem hledání v_0 představovalo velkou časovou zátěž. Zvýšením integračního kroku se sníží přesnost. Vhodnějším se ukázal být program, který ve dvou cyklech zvětšuje integrační krok vždy po 50 000 výpočtech dvakrát. Prvních 10 sekund se řeší s krokem $\Delta t = 0,000 2$ s, dalších 20 sekund krokem $\Delta t = 0,000 4$ s, výpočet končí krokem $\Delta t = 105$ s. Výpočet pak trvá nejvýše několik desítek sekund.

Před výpočtem je třeba nalézt vstupní hodnoty. Předpokládáme, že děj filmu Mrazík se odehrává poblíž Moskvy, volíme proto zeměpisnou šířku 56 stupňů severní šířky a 200 m nadmořské výšky. Pro tyto hodnoty lze podle [1] vypočítat $g_R = 9,815 83 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ a $R = 6 375 000$ m. Hodnota R respektuje zploštění Země i nadmořskou výšku.

Iterace je poměrně rychlá, když si uvědomíme, že počáteční rychlost musí být velmi blízká druhé kosmické rychlosti. Konkrétní hodnotu druhé kosmické rychlosti můžeme vypočítat z rovnosti kinetické a potenciální energie:

$$v_{II} = \sqrt{2 \cdot g_R \cdot R} = 11 187,13 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \quad (12)$$

Při vložení $v_0 = 11 100 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ však vyjde doba pohybu vzhůru jen 455 000 s. Zpřesnění však pokračuje poměrně rychle a požadované hodnoty 8 640 000 s dosáhneme při $v_0 = 11 174,823 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Jen na ukázkou citlivosti: při $v_0 = 11 174,823 7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, tedy při rychlosti o $0,1 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$ (miliontina procenta) menší než potřebné, dopadnou klacky o 4 minuty dříve. Kontrolou přesnosti může být numericky

nalezená 2. kosmická rychlost. Při rychlosti $v_0 = 11\,187,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ klacky spadnou asi za 40 miliard sekund (více než 1 000 let). Při rychlosti $v_0 = 11\,187,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ klacky nedopadnou ani za 10^{19} sekund (více než 10^{11} let). Shoda s hodnotou (10) je až neuvěřitelná. Přesto není nalezená rychlost úplně přesná: vzhledem ke konečné hodnotě integračního kroku je doba letu zatížena chybou 100 sekund.

Ivanovy intelektuální, psychomotorické a fyzické schopnosti jsou neuvěřitelné. Bleskově spočítal potřebnou hodnotu $v_0 = 11\,174,8238 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, dokázal s tak obrovskou přesností klacky vyhodit a prokázal tak i opravdu „ukrutnou“ sílu. Zkusme si ji také vypočítat. Předpokládáme rovnoměrně zrychlený pohyb klacků na dráze $s = 1 \text{ m}$. Kombinací známých vztahů pro rovnoměrně zrychlený pohyb dostaneme pro hledané zrychlení klacků

$$a_k = \frac{v_0^2}{2 \cdot s}, \quad (13)$$

to je přibližně $6,2 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Pokud má jeden klacek hmotnost 5 kg a Ivan vyhazuje najednou až 4 klacky, zjistíme potřebnou sílu $F = m \cdot a_k$ se skutečně ukrutnou hodnotou 1,3 GN. Pro srovnání: nejmohutnější raketa Saturn V, která vynesla lidi na Měsíc, měla počáteční tah 33,4 MN. Ještě neuvěřitelnější hodnotu získáme při výpočtu výkonu: $7 \cdot 10^{12} \text{ W}$. To je výkon odpovídající téměř čtyřem tisícům elektráren v Temelíně.

Samozřejmě, že článek je pouhou fyzikálně-matematickou rozvíčkou, situace, kterou jsme řešili, zdaleka neodpovídá skutečnosti. Už jenom to, že klacky by dopadaly rychlostí číselně rovnou v_0 by znamenalo, že loupežníci nebudou koulet očima, ale bleskově se vypaří na dně několikametrového kráteru. Uvedme si nejdříve hlavní příčiny toho, proč jsou výsledky nereálné:

Země rotuje kolem vlastní osy i kolem Slunce,

Země není ve vesmíru sama,

Země má atmosféru.

Rotace Země znamená významnou komplikaci ve výpočtech. Do řešení bychom museli započítat obě setrvačné síly: odstředivou i Coriolisovu, navíc by se mohlo stát, že klacky sice dopadnou v přesném čase, ale na jiné místo s jinou zeměpisnou délkou. Ivan by pak musel kromě přesné počáteční rychlosti počítat také úhel, pod kterým musí klacky vyhodit (již by to nebylo kolmo vzhůru) a směr hodu (odchylka roviny, ve které jsou klacky urychlovány, s poledníkovou rovinou). Rotace kolem Slunce pak přináší další komplikace: v zimě, po 200 dnech od vyhození klacků, je Země posunuta na oběžné dráze o téměř 200° .

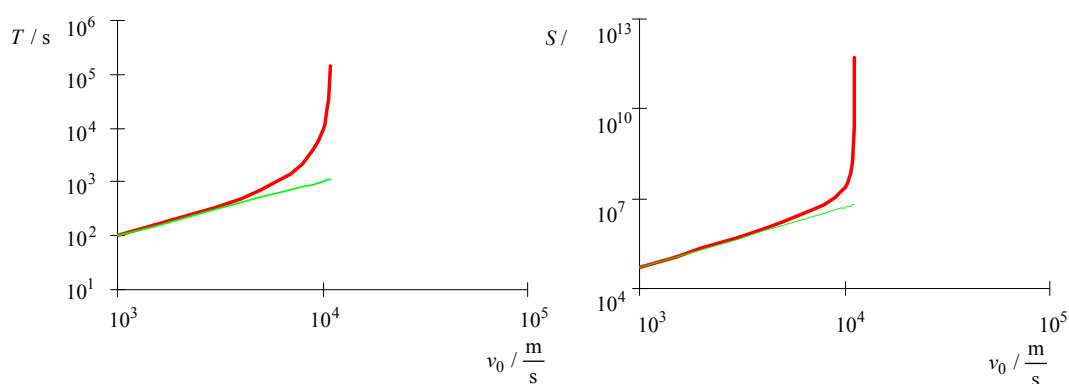
Při výpočtech jsme neuvažovali přítomnost dalších těles ve sluneční soustavě. Protože se při úspěšném hodu dostanou klacky do vzdálenosti 2,88 milionu km od Země, rozhodně nelze zanedbat vliv Měsíce, Slunce i ostatních planet. Ivan by musel proto znát postavení těchto těles v okamžiku hodu.

Nejpodstatnější příčinu nereálnosti celého případu jsem si nechal na konec. Atmosféra Země nejen, že by svým pohybem zásadně ovlivnila trajektorii klacků, ale

klacky by krátce po odhodu shořely. Ona druhá kosmická rychlost je druhá kosmická rychlost.

Co tedy dál? Nic. Mrazík je pohádka a pohádkou zůstává i popsaná epizoda z fyzikálního hlediska. Ostatně takových scén je tam více. Zkuste si třeba vypočítat energii, která by byla zapotřebí ke změně smyslu rotace Země. Jedině tak se totiž dá vysvětlit to, že Slunce krátce po východu opět zajde, aby mohla Nastěnka doplést punčochu. Navíc by to znamenalo asi konec lidstva, protože povrch Země by najednou pod námi uháněl rychlostí několika set metrů za sekundu (šanci by měly jen polární výpravy).

Pro znázornění rozdílu řešení v homogenním poli a pro proměnné tíhové zrychlení jsou připojeny grafy. Na obr. 1 je závislost času letu vzhůru T na počáteční rychlosti v_0 , na obr. 2 je závislost výšky vrhu S . Červenou čarou je řešení v proměnném tíhovém poli, zelená přímka je řešením pro homogenní tíhové pole.



Literatura

1. BROŽ, J., ROSKOVEC, V., VALOUCH, M. *Fyzikální a matematické tabulky*. SNTL, 1980.

Kontaktní adresa

doc. Dr. Ing. Karel Rauner
oddělení fyziky, KMT ZČU v Plzni
Klatovská 51
Telefon: +420 377 636 014
E-mail: rauner@kmt.zcu.cz

VÝZKUM PREKONCEPTŮ U ŽÁKŮ ZÁKLADNÍ ŠKOLY V TERMICE

Renata SPUSTOVÁ, Libor KONÍČEK, Erika MECHLOVÁ

Abstrakt

Je uveden výzkum prekonceptů (předpojmů) čtrnáctiletých žáků z termiky před výukou termiky. Výsledky testování prekonceptů žáků budou využity při přípravě metodických materiálů pro počítačem podporované žákovské experimenty ve skupinách pro uvedený tematický celek. Budou vytvořeny badatelské úlohy v oblasti měření teploty a teplotní vodivosti pro žáky daného věku.

RESEARCH OF PUPILS' PRECONCEPTIONS IN THERMAL PHENOMENA AT SECONDARY

Abstract

Paper deals with the research of preconceptions in sample of 14-years-old pupils before teaching/learning thermal phenomena. Results will be used in preparations the methodical materials for computer aided pupils experiments in groups. Research problems on measurement of temperature and thermal conductivity will be prepared for pupils.

Úvod

Za prekoncepty považujeme subjektivní intuitivní představy žáků o tom, jak a proč okolní svět funguje (Mandíková 2007). Prekoncepty (předpojmy) sou utvářeny všemi dosavadními vlivy a zkušenostmi, které na jedince působily po celý jeho předchozí život. Jedná se jak o vlivy školní, tak také o vlivy mimoškolní, přičemž míra jejich působení závisí na věkové úrovni žáka, na jeho sociálním prostředí a na jeho schopnosti zpracovávat všechny předchozí zkušenosti (Doulík, Škoda, 2003).

Cílem testování bylo zjištění prekonceptů žáků před výukou celku Molekulová fyzika a termika. Výsledky testování – prekoncepty – budou využity při přípravě metodických materiálů pro počítačem podporované žákovské experimenty ve skupinách pro uvedený tematický celek.

1 Testování prekonceptů z termiky

V testech zaměřených na zjišťování úrovně prekonceptů v tematickém celku „Molekulová fyzika a termika“ na ZŠ byla sledována kognitivní dimenze žákovských představ. Byly zjišťovány vědomosti a dovednosti žáků prostřednictvím uzavřených a otevřených položek v didaktickém testu. Položky 1 až 7 byly uzavřené, položky 8 až 10 byly otevřené a očekávala se samostatná odpověď žáků. V položkách 11 a 12 měli žáci vybrat správné prvky z daného výčtu; u položky 11 však nebylo předem v testu stanoveno, kolik prvků je správných. U položky č. 12 byla z logiky textu správná pouze jedna odpověď.

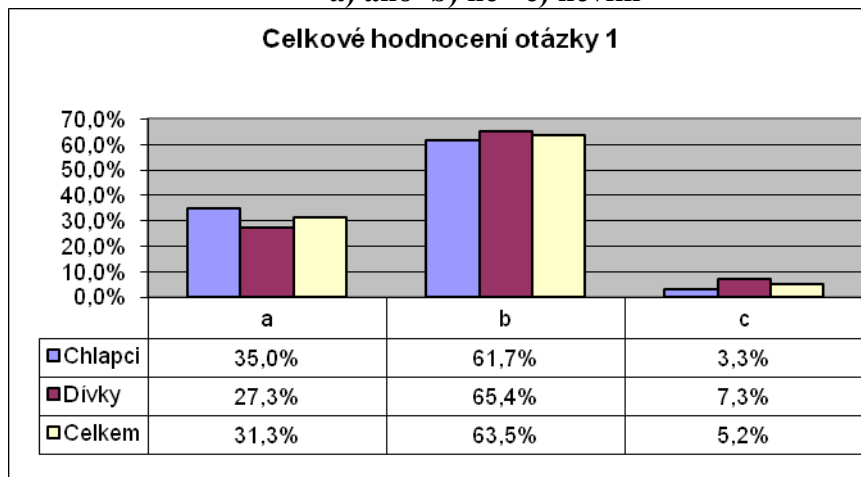
Testování probíhalo u 115 žáků osmých ročníků (60 chlapců a 55 dívek) na třech základních školách od 7. 1. 2011 do 19. 1. 2011. Školy se nacházejí ve třech městech s počtem obyvatel do padesáti tisíc.

2 Výsledky testování prekonceptů z termiky textu

Následují jednotlivé položky testu a graficky i tabelárně zpracované výsledky jednotlivých položek testu s interpretací.

1. Jsou teplo a teplota stejné fyzikální veličiny?

a) ano b) ne c) nevím

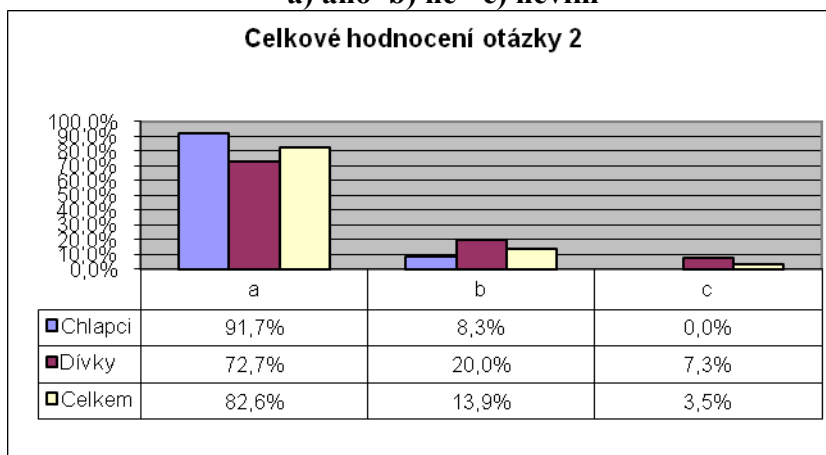


Graf 1: Hodnocení odpovědí na otázku č. 1

Na otázku, zda jsou teplo a teplota stejné fyzikální veličiny, odpovědělo správně pouze 63,5 % respondentů, i když učivo bylo již dříve probráno.

2. Můžeš teplo změřit teploměrem?

a) ano b) ne c) nevím

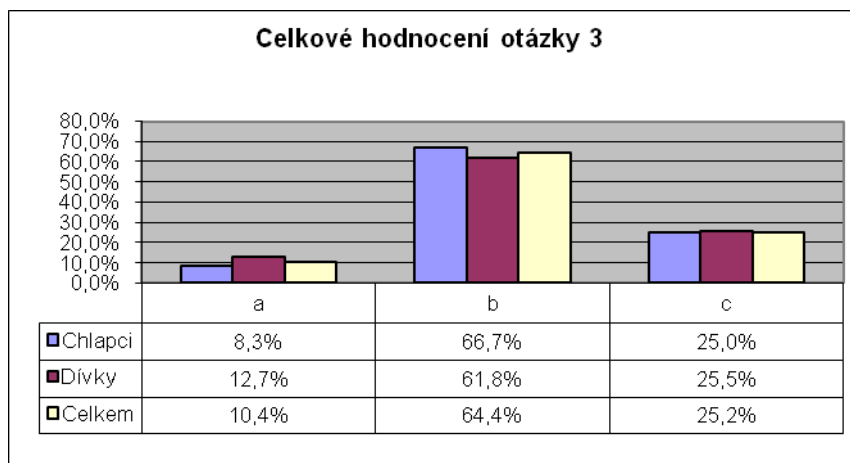


Graf 2: Hodnocení odpovědí na otázku č. 2

I když v předchozí odpovědi identifikovalo celkem 63,5 % žáků teplo a teplotu jako dvě různé fyzikální veličiny, většina žáků, tj. 82,6 % žáků, uvádí v otázce 2 nesprávnou odpověď, že teplo lze měřit teploměrem.

3. Je rozsah jeden Celsiův stupeň a jeden kelvin stejně veliký?

a) ano b) ne c) nevím

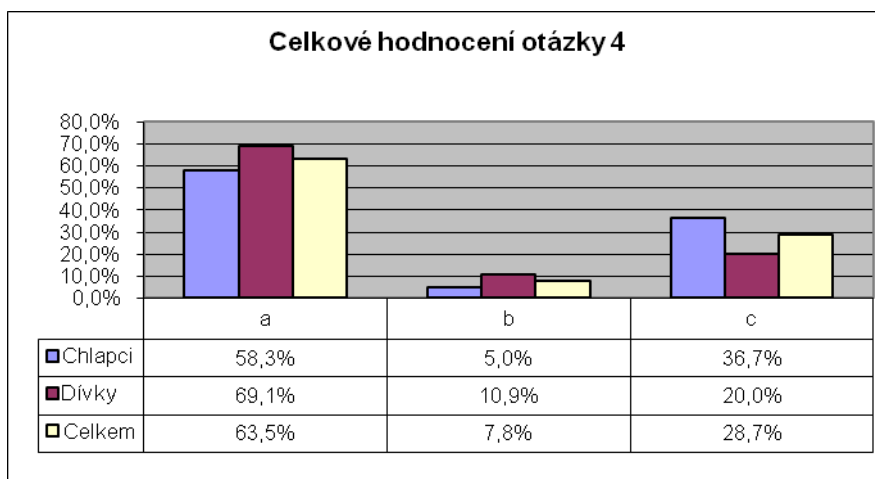


Graf 3: Hodnocení odpovědí na otázku 3

Z výsledků hodnocení je zřejmé, že žáci se s měřením teploty v kelvinech běžně nesetkávají. I když byla tato informace dána žákům v šestém ročníku a bylo provedeno srovnání měření teploty v Celsiových stupních, Fahrenheitových stupních a v kelvinech Celkově chybně odpovědělo 64,4 % žáků.

4. Používá se ještě někde ve světě Fahrenheitova teplotní stupnice?

a) ano b) ne c) nevím

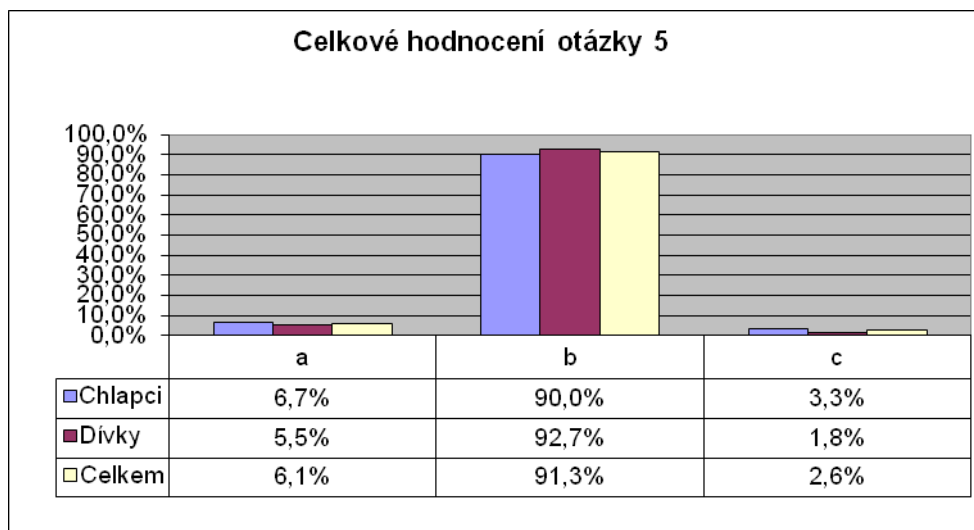


Graf 4: Hodnocení odpovědí na otázku 4

Otázka 4 byla zvolena z důvodu, že s globalizací světa a větším a především rychlejším přísunem informací se žáci mohou setkávat osobně či ve filmech a literatuře z prostředí Spojených států amerických s Fahrenheitovou teplotní stupnicí, jejíž hodnoty se liší od hodnot Celsiovy stupnice. Pokud žáci neodliší tyto dvě stupnice a údaje z nich odečítané, mohly by se u nich vytvářet mylné představy o světě a přírodních jevech. Správně odpovědělo 63,5 % žáků.

5. V místnosti o stálé teplotě 22 °C je část podlahy pokryta kobercem a část dlaždicemi bez podlahového vytápění. Mají koberec a dlaždice stejnou teplotu?

a) ano b) ne c) nevím

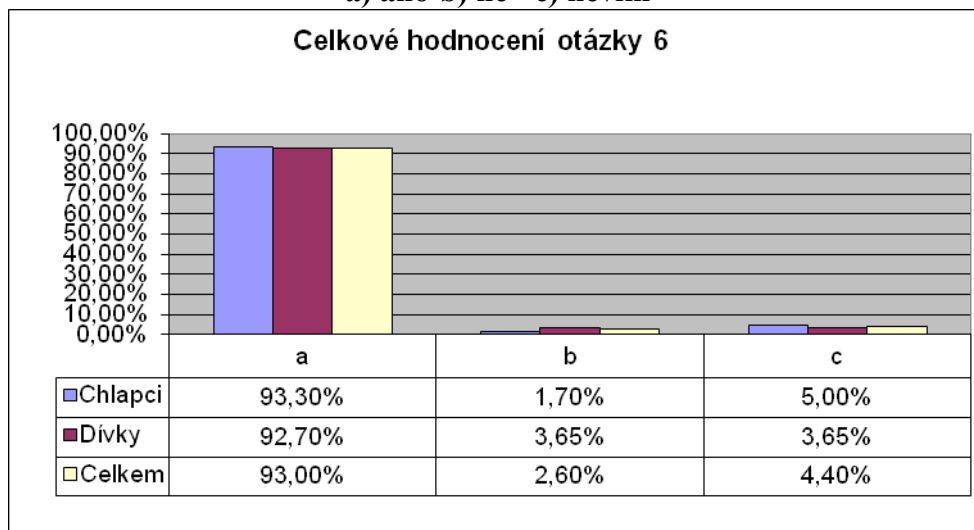


Graf 5: Hodnocení odpovědí na otázku 5

Otázka 5 úzce souvisí s otázkou 6. Protože tento prekoncept bývá zpravidla chybný, byla zvolena jeho dvojí kontrola. Žáci nebrali v úvahu dlouhodobou teplotu v místnosti, tedy fakt, že všechny předměty v místnosti by měly mít stejnou teplotu. Rozhodujícím pro jejich odpověď byly jejich vlastní pocity. Chybně odpovědělo 91,3 % žáků.

6. Bosou nohou si stoupneš na tyto dlaždice v místnosti. Liší se jejich teplota od teploty koberce?

a) ano b) ne c) nevím

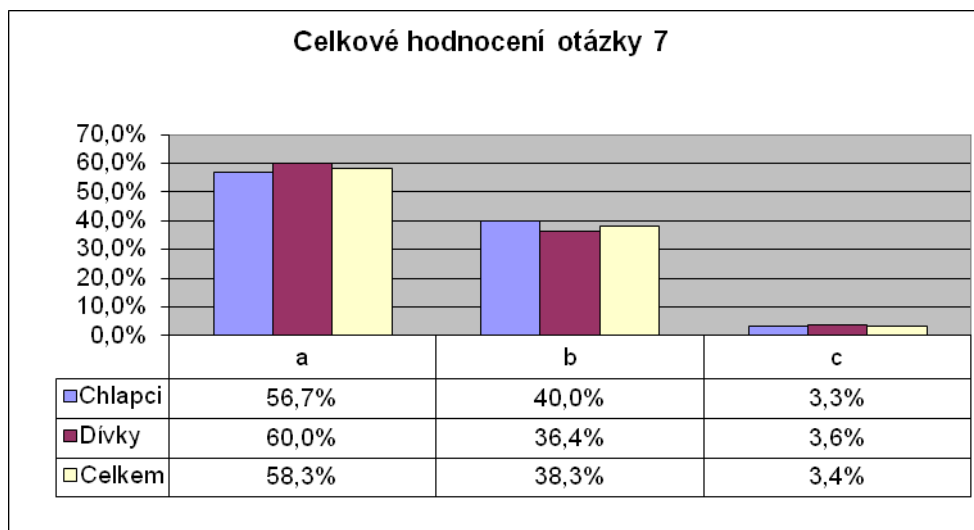


Graf 6: Hodnocení odpovědí na otázku 6

Odpovědi na otázku 6 je typickým příkladem žákovského chybného prekonceptu, který často přetrvává celý život a ve školním vzdělání je jen těžce překonáván a změněn v správný. Pocitové vnímání „chladu“ dlaždic oproti „teplému“ koberci vede žáky k přesvědčení, že i když je teplota v místnosti dlouhodobě stejná, mají dlaždice zcela jistě nižší teplotu, protože to každý pociťuje „na vlastní kůži“. Vlastnosti látek jako tepelných vodičů a izolantů zde nehrají roli a respondenti je neberou v úvahu. Chybně odpovědělo 93 % dotázaných žáků.

7. Může se led vypařovat?

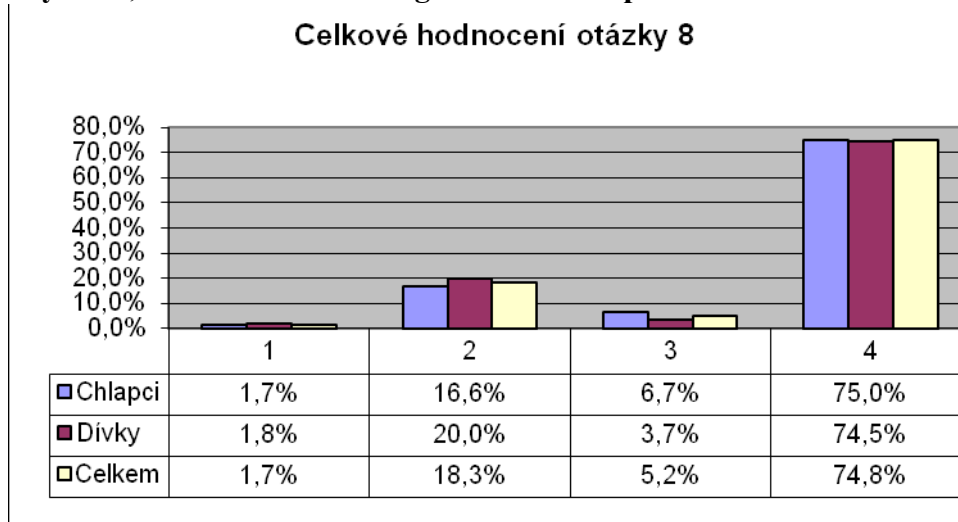
a) ano b) ne c) nevím



Graf 7: Hodnocení odpovědí na otázku 7

I když skupenská přeměna vypařování ledu (sublimace) není zřejmým a dobře pozorovatelným fyzikálním jevem, který si běžně lidé v praktickém životě uvědomují, byla otázka z 58,3 % zodpovězena správně.

8. Vysvětlí, odkud se vzala energie ve fosilních palivech

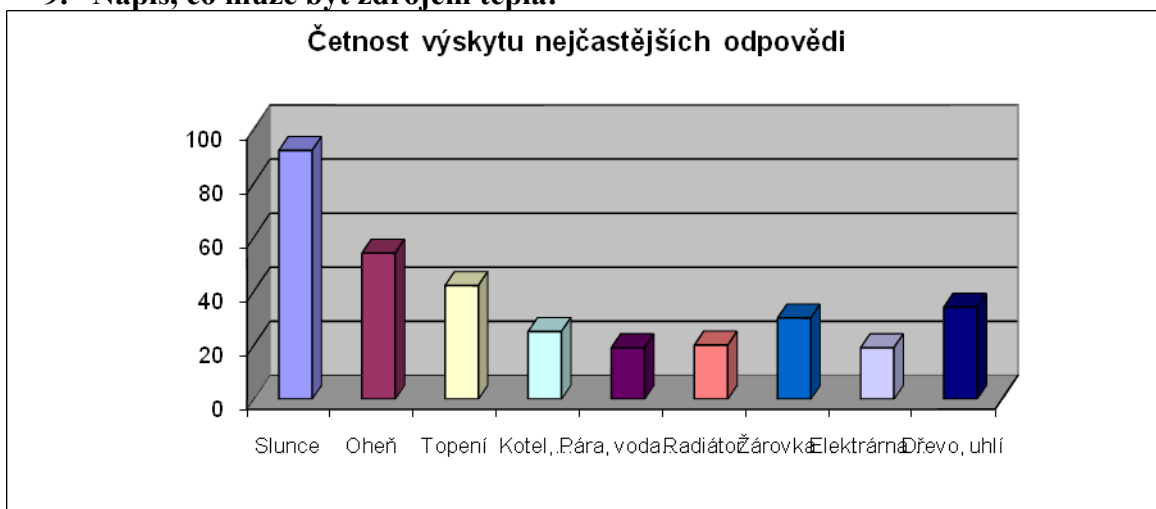


Graf 8: Hodnocení odpovědí na otázku 8

Otázka zaměřená na fosilní paliva byla volena záměrně. Ve společnosti se aktuálně řeší udržitelný rozvoj společnosti, otázky ekologie, do škol je zařazena ekologická a environmentální výchova.

V šestém a sedmém ročníku v přírodopise se žáci zabývají vývojovou řadou živočichů a rostlin. Vezmeme-li v úvahu i celospolečenské vlivy a média, je možno předpokládat, že se u žáků vytvořila alespoň částečná představa o pojmu „fosilní palivo“ a že žáci mají tento pojem již vytvořen. Předpoklad se však ukázal jako mylný. V tabulce a grafu odpovědi 1 – jen 1,7 % žáků identifikovalo správně, odkud se bere energie ve fosilních palivech, že se jedná o uloženou sluneční energii. Odpovědi 2 zahrnují odpovědi částečně správně typu – ropa, uhlí, zemní plyn atd., tj. identifikace pojmu fosilní paliva. Odpovědi 3 – chybné odpovědi. Odpovědi 4 – 74,8 % žáků i vůbec na otázku nereagovalo nebo otevřeně přiznalo, že odpověď neznají.

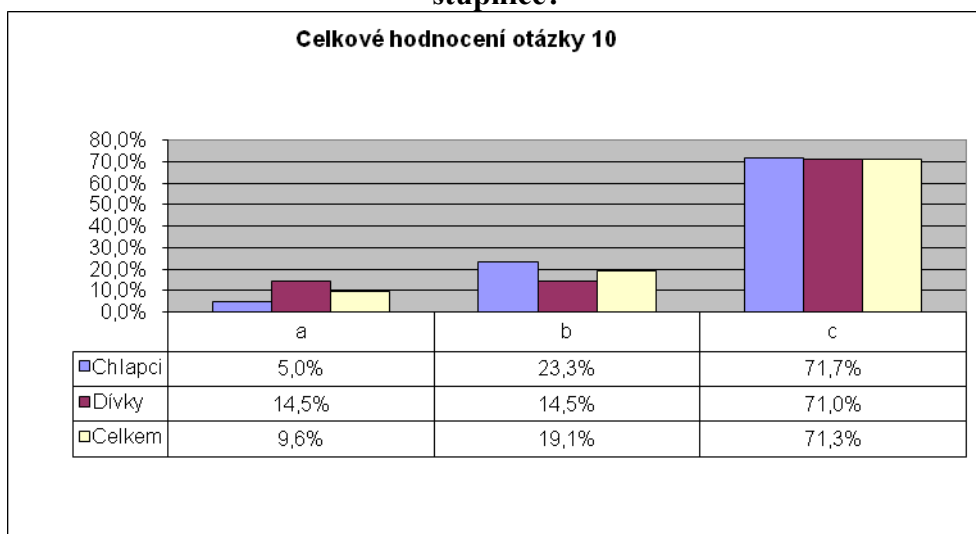
9. Napiš, co může být zdrojem tepla:



Graf 9: Hodnocení četnosti výskytu nejčastějších odpovědí v otázce 9

Nejčastěji žáci ve výčtu zdrojů tepla uváděli tři až čtyři prvky (3 prvky 24,3 % dotázaných, 4 prvky 23,5 % dotázaných). K nejčastěji uváděným zdrojům tepla patří Slunce (92 x), oheň (55 x), topení (44 x) a společná kategorie dřevo, uhlí, ropa a plyn (35 x). Ve výčtu se paradoxně objevovaly v mnoha případech i tepelné izolanty – oblečení, peřina, zateplovací desky či samotné TEPLO jako zdroj tepla.

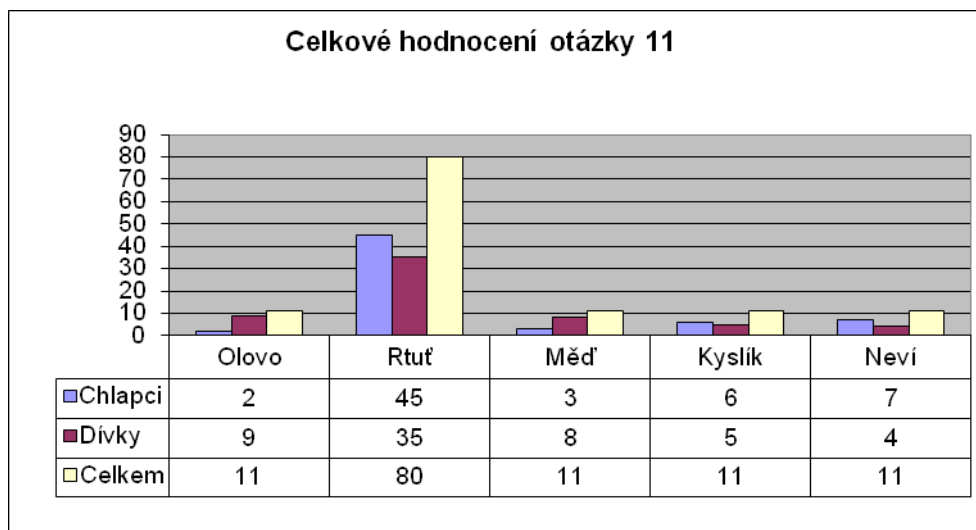
10. Které významné teploty použil Celsius k vytvoření Celsiovy teplotní stupnice?



Graf 10: Hodnocení odpovědí na otázku 10

Měření teploty tělesa a Celsiova teplotní stupnice je učivem 6. ročníku. V tomto období se zavádí i hlavní body na teplotní stupnici: 0 ° C – teplota tání ledu, 100 ° C – teplota varu vody. Jedná se o pojmy, které vycházejí z každodenního života a jsou jeho běžnou součástí. Přesto žáci na pojem nereagovali správně. Pojem je chybně vytvořen, přetrvává chybný prekoncept. Žáci si užívání teploměru nespojují s běžnými fyzikálními ději. Na otázku odpovědělo správně jen 9,6 % žáků.

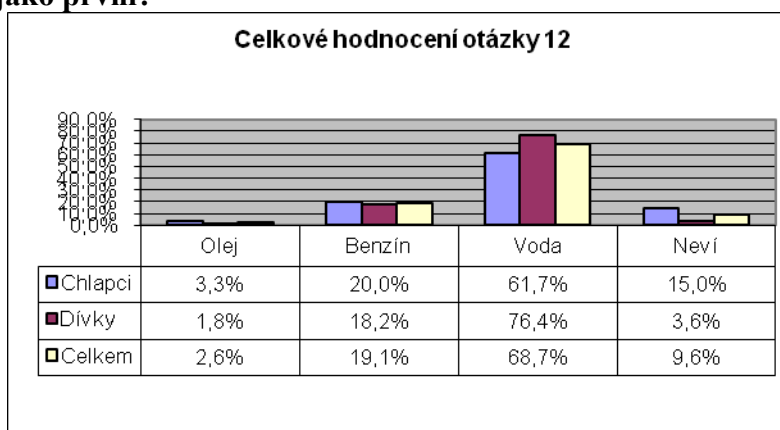
11. Který z následujících prvků – olovo, rtuť, měď, kyslík – je za normálního atmosférického tlaku při pokojové teplotě kapalný?



Graf 11: Hodnocení odpovědí na otázku 11

V osmdesáti odpovědích byla rtuť identifikována respondenty jako kapalná látka. Shodně v jedenácti případech uvádějí žáci jako kapalinu olovo, měď i kyslík. Stejný počet žáků na otázku nezná odpověď (9,57 %). Protože žáci uváděli v několika případech i dva prvky jako kapalné, nejsou u otázky uváděny procentuální četnosti.

12. Ve třech miskách je stejný objem oleje, benzínu a vody. Která kapalina se vypaří jako první?



Graf 12: Hodnocení odpovědí na otázku 12

Žáci nesprávně identifikovali látku, která se jako první vypaří – 68,7 % žáků uvedlo vodu. Chybně tentokrát odpovídá o téměř 15 % více dívek než chlapců. Správnou odpověď „benzín“ uvedla jen necelá pětina žáků, tj. 19,1 %.

Závěry

- Žákovské prekoncepty (předpojmy) před výukou tematického celku „Molekulová fyzika a termika“ v 8. ročníku na ZŠ většinou jsou odlišné od fyzikálních pojmů ve sledovaném vzorku žáků.
- Pojem teplota byl učivem 6. ročníku. Z testování plyne, že žáci si pojem teplota a měření teploty neosvojili.
- Do výuky bude nutno zavést měření teploty u všech těles vyskytujících se ve třídě, aby žáci nepodléhali svým pocitům. Budou navrženy úlohy pro odstranění miskonceptů ve formě badatelských úloh pro žákovské skupiny, tj. uvedení hypotéz,

provedení měření, stanovení závěru měření, konfrontace závěru měření s uvedenými hypotézami.

- Velká pozornost musí být věnována teplotní vodivosti – návrh úloh pro rekonstrukci prekonceptů formou badatelských experimentálních úloh.
- Začlenit do vyučovací hodiny jednoduchou badatelkou úlohu na pozorování vypařování zejména látek těkavých.

Celkový závěr: Umožnit žákům ve výuce fyziky na základní škole bádát, nesdělovat jim pouze „pravdy“. Stimulovat práci ve „výzkumných týmech“ – žákovských skupinách – nutných pro konfrontaci názorů i v běžné výuce fyziky.

Literatura

1. DOULÍK, P.; ŠKODA, J. Vliv sociokulturního prostředí na genezi vybraných prekonceptů z oblasti přírodovědného vzdělávání. In *Sociální a kulturní souvislosti výchovy a vzdělávání*; 11. výroční mezinárodní konference ČAPV: Sborník referátů [CD-ROM]. Brno: Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta, 2003. Dostupné na www.ped.muni.cz/capv11.
2. HOLUBOVÁ, R.; KLEČKOVÁ, M. Výzkum vybraných prekonceptů a přírodovědné vzdělávání. [online] In *Pedagogicko-psychologické aspekty dětských pojetí*. Sborník příspěvků mezinárodní elektronické konference. Ústí nad Labem: UJEP, 2005. Dostupné na <http://files.jiriskoda.webnode.cz/200000251-ef3cef0370/>
3. KOLÁŘOVÁ, R., BOHUNĚK, J. *Fyzika pro 8. ročník základní školy*. Praha: Prometheus, 1999. ISBN 80-7196-149-3.
4. MANDÍKOVÁ, D. Prekoncepty žáků a studentů v oblasti elektřiny. In *Sborník z konference Didfyz 2006 – Rozvoj schopností žáků v přírodovědném vzdělávání (CD)*. Nitra: UKF, 2007
<http://kdf.mff.cuni.cz/~mandikova/prekoncepty/prekoncepty.php>
5. MACHÁČEK, M. *Fyzika 8 pro základní školy a víceletá gymnázia*. Praha: Prometheus, 2001. ISBN 80-7196-220-1.
6. MACHÁČEK, M. *Pracovní sešit k učebnici Fyzika 8 pro základní školy a víceletá gymnázia*. Praha: Prometheus, 2001. ISBN 80-7196-262-7.
7. ŠTASTNÁ, L. *Diagnostika prekonceptů vybraných společných pojmů mezi chemií a fyzikou na základní škole*. [online] Brno: Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity, 2004. Dostupné na www.kof.zcu.cz/ak/trendy/2/sbornik/stastna/srni.ppt

Kontaktní adresa

PaedDr. Renata Spoustová,
RNDr. Libor Koniček, PhD.,
prof. RNDr. Erika Mechlová, CSc.
Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita
30. dubna 22, 701 03 Ostrava
Telefon: +420 597 922 158
E-mail: renata.spustova@seznam.cz, libor.konicek@osu.cz, erika.mechlova@osu.cz

NOVINKY V ELEKTRONICKÉ SBÍRCE ŘEŠENÝCH ÚLOH Z FYZIKY

Marie SNĚTINOVÁ, Zdeňka KOUPILOVÁ, Dana MANDÍKOVÁ

Abstrakt

V příspěvku bude představena elektronická sbírka řešených úloh z fyziky, vznikající již pátým rokem na KDF MFF UK. Sbíрка je určena nejen vysokoškolským studentům k opakování a prohloubení učiva v základních kurzech fyziky, ale také studentům středních škol k rozšiřování a procvičování dovedností v řešení fyzikálních úloh. Sbíрка může sloužit také učitelům, jako námět pro přípravu na zajímavou hodinu fyziky či fyzikální seminář. Sbíрка obsahuje podrobně komentovaná řešení všech úloh, komentáře a strukturované nápovědy, které mají vést čtenáře k aktivnímu přístupu a plnému pochopení dané úlohy. V příspěvku uvádíme, k jakým změnám došlo během posledního roku a co dalšího se sbírkou plánujeme.

NEWS IN ELECTRONIC DATABASE OF SOLVED PROBLEMS

Abstract

Department of Physics Education, Faculty of Mathematics and Physics, Charles University in Prague has been developing for five years an electronic database of solved problems. This collection is intended not only for secondary school and university students, but also for their physics teachers. Structure of the problems' solutions is specially designed to substitute tutor's help during lesson and encourage students to solve at least some parts of a problem independently. The article presents new targets to be achieved in the development of the electronic database of solved problems during last year.

1. Úvod

V příspěvku je prezentována elektronická sbírka řešených úloh z fyziky. Tato sbírka je určena především studentům základních fyzikálních kurzů na vysokých školách k prohlubování a opakování učiva a středoškolským studentům se zájmem o fyziku k rozšiřování a procvičování učební látky či k přípravě na přijímací zkoušky na VŠ. Sbíрку mohou samozřejmě využívat i pedagogové a zájemci z řad neoborné veřejnosti.

Úlohy ve sbírce obsahují podrobně komentovaná řešení, strukturované nápovědy a komentáře. Takto koncipovaná sbírka vede čtenáře k aktivnímu přemýšlení nad problémem a k plnému porozumění dané úloze.

2. Jak sbírka vypadá

Elektronická sbírka řešených úloh byla navržena tak, aby svou přehledností a jednoduchým ovládáním vyhovovala většině uživatelů. Dalším důležitým aspektem při vytváření rozhraní sbírky byla dostatečná flexibilita a univerzálnost celé struktury sbírky. Kromě kvality uživatelského rozhraní byl kladen velký důraz na to, aby zadávání úloh do sbírky bylo pohodlné a časově a technicky co nejméně náročné.

Sbírka řešených úloh z fyziky

Mechanika

Mechanika

Elektřina a magnetismus

Termodynamika a mol. fyzika

Kvantová mechanika

Úlohy

- Kinematika hmotných bodů (65)
- Pohyb daný graficky (5)
- Rovnoměrný přímočarý pohyb (14)
- Hajný a pes (ZŠ)
- Průměrná rychlost auta (ZŠ)
- **Míjení vlaku I (ZŠ)**
- Míjení vlaku II (ZŠ)
- Průměrná rychlost auta (ZŠ)
- Anička na výletě (ZŠ)
- Dva cyklisté (SŠ)
- Nezodpovědný řidič (SŠ)
- Pozorování letadla (ZŠ)
- Jak dlouhý je bazén? (ZŠ)
- Pohyb loďky (SS)
- Galileo Galilei a měření rychlosti světla (ZŠ)
- Šíp a rotující kole (SŠ)
- Auto, chodec, cyklista - grafy s, v (ZŠ)
- Zrychlený přímočarý pohyb (11)
- Pohyb po kružnici (12)
- Volný pád, vrhy (8)
- Pohyb v rovině a prostoru (15)
- Dynamika hmotných bodů (26)
- Inerciální a neinerciální vztažné soustavy (5)
- Hybnost, práce, energie a výkon (26)
- Mechanik a tuhého tělesa (24)
- Mechanik a kontinu (0)
- Gravitační pole (7)

Filtrování úloh

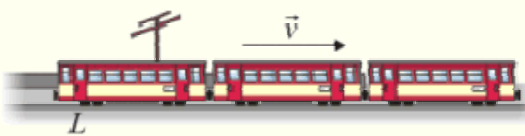
Zobrazit úlohu

kód: →

Míjení vlaku I ZŠ

Nákladní vlak dlouhý 120 m jede rychlostí $30 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Za jak dlouho mině:

a) sloup elektrického vedení?
b) nástupiště dlouhé 50 m?



Zápis


Nápověda 1: Dráha lokomotivy

Rozmyslete si, jakou vzdálenost musí ujet lokomotiva, aby celý vlak minul sloup či nástupiště?

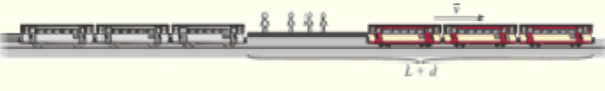
Nakreslete si obrázek pro obě situace.

► Řešení nápovědy 1:

a) Předpokládáme, že šířka sloupu je malá vůči délce vlaku. Lokomotiva musí ujet celou délku vlaku, aby minula sloup.



b) Lokomotiva musí ujet celou délku vlaku a ještě délku nástupiště, aby ho celý vlak minul.



Nápověda 2: Čas míjení

Celkové řešení a)

Celkové řešení b)

Celková odpověď'

Odkaz na podobnou úlohu

<http://www.fyzikalniulohy.cz/>
 Aktualizováno: 14. 8. 2009
 V případě problémů se obraťte na garava@sbirky.cz.

Obr. 1: Příklad zobrazení úlohy ve sbírce

Stránka s úlohami, tak jak ji vidí uživatel, je rozdělena na několik částí. V pravém horním rohu stránky si může uživatel zvolit jeden z tématických celků (Mechanika, Elektřina a magnetismus, Termodynamika a molekulová fyzika, Kvantová mechanika). Úlohy v jednotlivých tématických celcích jsou rozřazeny do kapitol a podkapitol. Po zvolení základního tématu se v levé části stránky zobrazí rozbalovací menu se seznamem úloh. Toto menu slouží jako rozcestník sbírky a zároveň tvoří její obsah. Samotná úloha se zobrazuje v pravé části stránky. Pod zadáním úlohy jsou pod sebou

umístěny „rozklikávací“ lišty s názvy oddílů, ze kterých se skládá celé řešení úlohy. Obsah těchto oddílů je skrytý a požadovaný oddíl řešení se poklepáním zobrazí vždy přímo pod lištu a dalším poklepáním na lištu jej lze opět zavřít.

Každá úloha má svůj *název*, který jasně charakterizuje, čeho se daná úloha týká. *Zadání* úloh je přehledné, jasně formulované a snažíme se, aby zadané hodnoty veličin byly realistické. Jak již bylo zmíněno, samotné řešení úlohy je rozděleno na jednotlivé *oddíly*. Prvními oddíly jsou *nápovědy*, které mají čtenářům pomoci v začátcích řešení nebo naznačit další postup, pokud čtenáři během řešení nevědí, jak postupovat dál. Další neméně důležitou částí řešení bývá *rozbor*. V tomto oddíle je slovně popsána celá strategie řešení úlohy. Každá úloha dále obsahuje podrobně komentované *řešení*, ve kterém je postup popsán „krok po kroku“ tak, aby nebyla vynechána žádná logická operace. Řešení jsou uváděna včetně zápisu veličin, převodu jednotek, číselného dosazení a výpočtu. U téměř všech úloh je uveden oddíl *odpověď*. Uživatel si tak při samostatném počítání může rychle ověřit správnost výsledku. Pokud je to vhodné, je k úloze přidán oddíl *komentář*. V komentáři úlohy mohou být diskutovány např. alternativní metody řešení, realističnost zadání úlohy, či různé zajímavosti. Související úlohy jsou mezi sebou provázány pomocí *odkazů*. Nedílnou součástí řešení úloh jsou také názorné *obrázky* a *diagramy*, které pomáhají čtenářům porozumět dané problematice. Pořadí jednotlivých oddílů v řešení úlohy není striktně stanoveno a záleží na tvůrci a povaze úlohy, jak budou oddíly seřazeny.

Úlohy ve sbírce jsou dále označeny podle náročnosti (kategorie ZŠ, SŠ, SŠ+ a VŠ). Pokud je úloha řešena méně obvyklým způsobem, může být navíc zařazena do jedné ze speciálních kategorií – úloha řešená úvahou, úloha řešená graficky, úloha vyžadující neobvyklý trik nebo nápad, komplexní úloha a úloha s vysvětlením teorie.

V rámci webového rozhraní si čtenář může nastavit, aby se mu zobrazovaly pouze úlohy požadované úrovně či případně i vybraného typu. Ve sbírce je také zavedena možnost vyhledávání úlohy pomocí jejího číselného kódu.

3. Současný stav sbírky

Celá sbírka v současnosti obsahuje přes 500 úloh – přibližně 150 úloh z mechaniky, 230 úloh z elektřiny a magnetismu, 110 úloh z termodynamiky a molekulové fyziky a 40 úloh z kvantové mechaniky. Většina úloh vzniká v rámci studentských prací studentů učitelství fyziky.

Sbírka má v dnešní době již i svou anglickou verzi (32 úloh) a polskou verzi (22 úloh). Celé administrátorské rozhraní bylo převedeno do anglického jazyka a do sbírky tedy mohou zadávat úlohy i kolegové z jiných zemí.

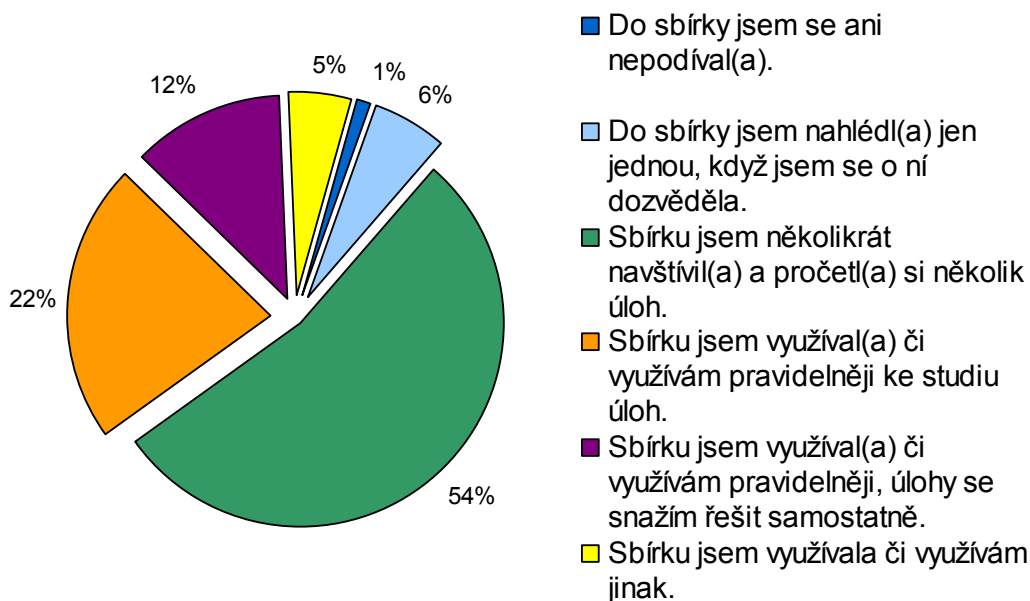
4. Názory na sbírku

Průběžně monitorujeme názory uživatelů na sbírku a využití sbírky. Kromě sledování přístupů na web sbírky vytvořila Marie Snětinová v rámci své diplomové práce dotazník zjišťující způsob, jakým návštěvníci sbírku používají i jejich náměty na její vylepšení.

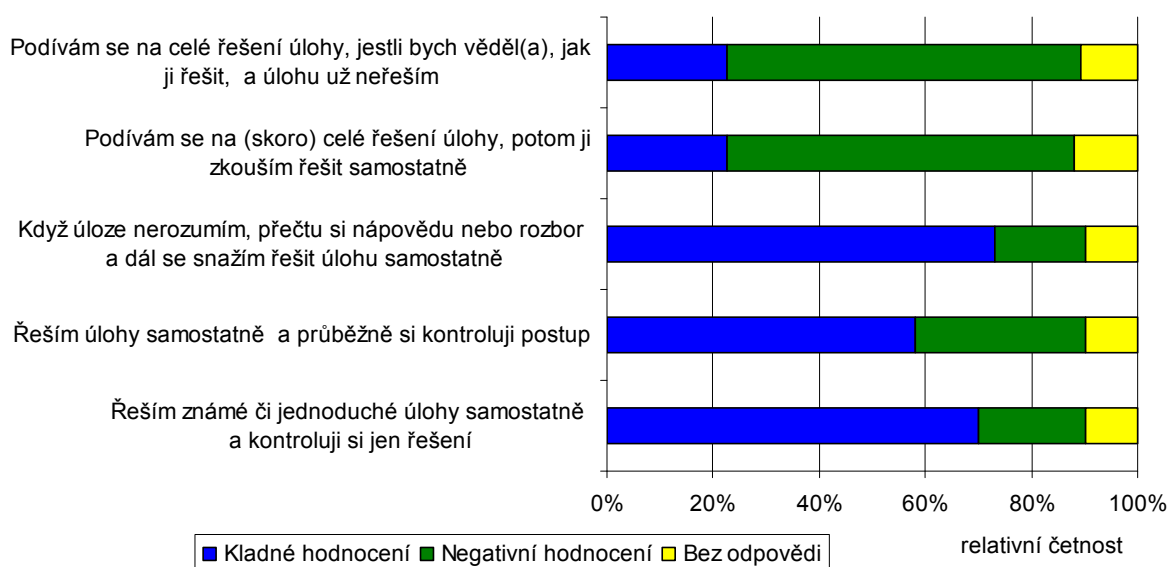
K datu 8. 4. 2011 bylo vyplněno a zpracováno 93 dotazníků. Při interpretaci dat je třeba brát v úvahu, že dotazník nebyl zadáván reprezentativnímu vzorku, neboť jej vyplňovali jen čtenáři, kteří se sbírkou pracovali a měli o vyplnění dotazníku zájem. Z velké části byly dotazníky vyplněny posluchači prvního ročníku bakalářského studia ve studijním programu Fyzika na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy. Těmto studentům byla sbírka na začátku studia cíleně představena a doporučena jako

studijní materiál. Z výsledků dotazníků však vyplývá, že uživatelé sbírky jsou i studenti jiných vysokých škol, žáci středních škol a učitelé.

Sbírka je podle očekávání uživateli využívána příležitostně, ale někteří v dotazníku uvádějí, že se ke sbírce vracejí. Z grafu 1 je vidět, že 34 % respondentů dokonce uvedlo, že sbírku využívají ke studiu pravidelně. Velmi optimisticky působí i přístup k řešení úloh, který uživatelé preferují. Nahlédnutím do grafu 2 lze zjistit, jakým způsobem čtenáři využívali možnost „rozklikávání“ jednotlivých částí řešení. Při řešení úloh jsou hojně využívány oddíly nápověda a rozbor, což jsou části, které se obvykle u řešených úloh v učebnicích či sbírkách neobjevují.



Graf 1: Využívání sbírky čtenáři



Graf 2: Způsob řešení úloh ve sbírce

Sbírka je čtenáři kladně hodnocena, a to nejen v dotazníku, ale i v osobních sděleních a emailových ohlasech. Z výsledku průzkumu vyplývá, že sbírka nachází uplatnění jak při výuce na školách, tak při samostudiu doma. Je zřejmé, že vytváření sbírky a vkládání nových úloh hodnotí čtenáři jako užitečnou a prospěšnou práci.

5. Budoucnost sbírky

Kromě neustálého doplňování nových úloh do stávajících kapitol jsou nyní do formátu sbírky vypracovávány úlohy z nového tématického celku Teoretická mechanika. V letošním roce bychom chtěli vyzkoušet propojení těchto úloh se studijním textem formou interaktivních odkazů. Všechny úlohy ve sbírce jsou navíc průběžně propojovány s multimediální encyklopedií fyziky, která je dostupná na adrese <http://fyzika.jreichl.com/index.php>.

Rádi bychom navázali užší spolupráci se středoškolskými pedagogy, kteří v rámci používání sbírky ve výuce mohou získat cenné náměty na uzpůsobení sbírky praxi, při recenzování úloh by mohli přispět svými zkušenostmi k vylepšení textů jednotlivých úloh, ale také mohou poskytnout vhodné úlohy, které jsou pro studenty problematické a jejich komentované řešení ve sbírce by umožnilo studentům je podrobněji prostudovat.

I do budoucna chceme sledovat, jak studenti sbírku využívají i jejich názory na její použitelnost a přínos. To nám umožní sbírku v budoucnosti lépe uzpůsobovat požadavkům uživatelů.

6. Závěr

Nadále budeme pracovat na rozvoji a vylepšování elektronické sbírky řešených úloh. Věříme, že její uživatelé zůstanou i v budoucnu s naší prací spokojeni a že se sbírka stane dobrým pomocníkem při rozvíjení fyzikálních vědomostí.

Sbírka je dostupná na adrese <http://fyzikalniulohy.cz>, její anglická verze pak na adrese <http://physicstasks.eu>, na katedrálním serveru KDF široké veřejnosti. Náměty na další úlohy a připomínky k současnému stavu sbírky je možné zasílat na adresu: sbirka@kdf.mff.cuni.cz.

Tvorba úloh z mechaniky, elektřiny a magnetismu, molekulové fyziky a termodynamiky (zejména jejich technický převod do formátu sbírky) a teoretické mechaniky byla podpořena také v rámci řešení projektů FRVŠ F6 759/2008, FRVŠ F6 788/2010 a FRVŠ F6 888/2011.

Překlady úloh do angličtiny jsou podporovány z projektu "Fyzweb a elektronické sbírky fyzikálních úloh pro podporu formálního i neformálního fyzikálního vzdělávání na školách", který je částí MFF projektu č. 5 "MFF UK otevřená pro střední školy" (Projekt UK č.14/20 "Podpora spolupráce Univerzity Karlovy v Praze se středními školami").

Kontaktní adresa

Mgr. Marie Snětinová
KDF MFF UK
V Holešovičkách 2, 180 00, Praha 8
Telefon: +420 221 912 430
E-mail: marie.snetinova@mff.cuni.cz

INOVOVANÁ ŘADA UČEBNIC FYZIKY PRO ZŠ A MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY

Jiří TESARĚ

Abstrakt

Příspěvek se zabývá mezipředmětovými vztahy při výuce fyziky na základní škole. Na teoretickou analýzu této problematiky navazuje didaktický rozbor konkrétních aplikací v inovované sadě učebnic fyziky pro ZŠ od nakladatelství SPN Praha.

INNOVATED SET OF PHYSICS TEXTBOOK FOR BASIC SCHOOLS AND INTERSUBJECT RELATIONS

Abstract

The article deals with intersubject relations by physics education at basic school. The didactical study of concrete applications continues on the theoretical analysis of this problem in innovated set of physics textbooks for basic school from the publisher SPN Praha.

Mezipředmětové vztahy a RVP

V současné době jsou rámcové vzdělávací programy (RVP) realizované prostřednictvím školních vzdělávacích programů (ŠVP) realitou našeho školského systému. Jak se promítla jejich idea do výuky fyziky na základních školách? Na tuto otázku nelze jednoznačně odpovědět. Na mnoha školách vytvořili ŠVP, který odráží současné vzdělávací trendy, otázkou však je, jak dalece se je daří naplnit.

Z analýzy RVP vyplývá zařazení fyziky do vzdělávací oblasti Člověk a příroda, která zahrnuje obsahově blízké vzdělávací obory: fyzika, chemie, přírodopis a zeměpis. Ohledně strukturace učiva do jednotlivých předmětů RVP [1] uvádí „Z jednoho vzdělávacího oboru může být vytvořen jeden vyučovací předmět nebo více vyučovacích předmětů, případně může vyučovací předmět vzniknout integrací vzdělávacího obsahu více vzdělávacích oborů (integrováný vyučovací předmět)“.

Jak se tato možnost projevuje ve školské praxi? Většina ŠVP zachovala tradiční rozdělení výuky na výše uvedené, dlouholetou praxí ověřené vyučovací předměty a s tím nutně vyvstává otázka jak je v praxi naplněna jedna ze základních charakteristik této oblasti uvedených v RVP [1], a sice: „V této vzdělávací oblasti dostávají žáci příležitost poznávat přírodu jako systém, jehož součásti jsou vzájemně propojeny, působí na sebe a ovlivňují se. Na takovém poznání je založeno i pochopení důležitosti udržování přírodní rovnováhy pro existenci živých soustav, včetně člověka. Vzdělávací oblast také významně podporuje vytváření otevřeného myšlení (přístupného alternativním názorům), kritického myšlení a logického uvažování“.

Jinými slovy jedná se o naplnění vzájemného propojení jednotlivých předmětů, tak aby žáci chápali přírodní zákonitosti integrovaně a nikoli jako soubor izolovaných faktů bez jakýchkoliv souvislostí. Lze tento požadavek realizovat při výuce jednotlivých předmětů, nebo je nutné k jeho naplnění zavést integrováný předmět typu „science“ ?

Na tuto otázku není jednotný názor. Proti zavedení integrované výuky „science“ je několik objektivních výhrad:

toto pojetí výuky nemá v našem školském systému tradici,
pro tento předmět nemáme kvalifikované pedagogy – většinou mají kvalifikaci pro dva předměty,
pro tento předmět nemáme vhodné výukové materiály (učebnice, pracovní sešity, výukový software,...),
v školských zařízeních, kde je takto výuka pojata, nejsou žákovské výstupy na požadované úrovni.

Zamysleme se tedy, jak ideu integrace a mnohostranného pohledu na daný jev, tj. mezipředmětových vztahů, realizovat při výuce založené na tradičních školních předmětech. Ze školní praxe je známo, že základem didaktického pojetí výuky je většinou zpracování daného tématu v učebnici, resp. doporučené metody, formy a obsah uvedené v metodické příručce.

V souvislosti s mezipředmětovými vztahy jsou v tomto ohledu velmi progresivně zpracovány učebnice z nakladatelství Fraus Plzeň [2]. Všechny učebnice z tohoto nakladatelství mají v barevné liště konkrétní odkazy na zajímavosti z jiných předmětů, které souvisejí s probíraným fyzikálním jevem. Učitelé i žáci tak mohou dospět k mnohovrstevnému pohledu na daný jev a vytvořit u žáků tolik potřebné návyky k hledání různých přístupů a rozvoji tvůrčího myšlení.

Také učebnice z nakladatelství Prodos Olomouc [3] akcentuje mezipředmětové vztahy, a sice ve statích Fyzika a technika a Příroda kolem nás. Jak za názvu obou statí vyplývá, ukazují především technické aplikace probíraných fyzikálních jevů a vysvětlení různých přírodních jevů pomocí fyzikálních poznatků. Podobně v modře označeném „rozšiřujícím učivu a zajímavostech“ můžeme nalézt např. historické poznámky a další souvislosti s jinými obory.

Mezipředmětové vztahy a inovovaná sada učebnic fyziky pro ZŠ

Nová řada učebnic od nakladatelství SPN [4] vychází z první řady, která byla uspořádána klasicky, tj. pro každý ročník jedna učebnice. Inovovaná je rozdělena do 6 dílů zaměřených podle více méně zažitého členění učiva fyziky na ZŠ.

Toto rozdělení po tématických celcích místo po jednotlivých ročnících umožňuje větší variabilitu použití učebnic. Každý učitel si tak může zvolit pořadí jednotlivých témat podle vlastního školního vzdělávacího programu. Např. pro výuku optiky doporučujeme z důvodu lepšího provádění pokusů její zařazení do období říjen – prosinec, abychom se vyhnuli silnému jarnímu a letnímu světlu z vnějšku.

Novým přístupům k výuce fyziky odpovídá nejen rozdělení učiva do jednotlivých svazků ale i nové grafické zpracování učebnic. Kromě základního textu a obrázků obsahují učebnice i barevný pruh na okraji stránky, v kterém se nalézají především průniky učiva v mezipředmětových vazbách, průřezová témata, zajímavé aplikace, historický vývoj apod. Tento pruh může rovněž sloužit vyučujícím k didaktickým poznámkám k učivu a dalším organizačním záležitostem výuky daného učiva.

Ucelená řada učebnic obsahuje více učiva než je potřeba k dosažení závazných výstupů. Je na tvůrčích ŠVP a každém vyučujícím do jaké hloubky a v jakém rozsahu

bude učivo probráno, aby byly naplněny očekávané výstupy a v maximální míře rozvíjeny klíčové kompetence.

Výše uvedené učebnice doplňují metodické příručky, které odrážejí představu autorů o použití této řady učebnic při výuce fyziky na ZŠ. První část obsahuje obecnou didaktickou analýzu, zabývající se naplněním RVP, resp. ŠVP a organizačními prvky – např. časové rozložení učiva. Druhá část obsahuje didaktický rozbor a návrh pojetí výuky k jednotlivým článkům učebnice.

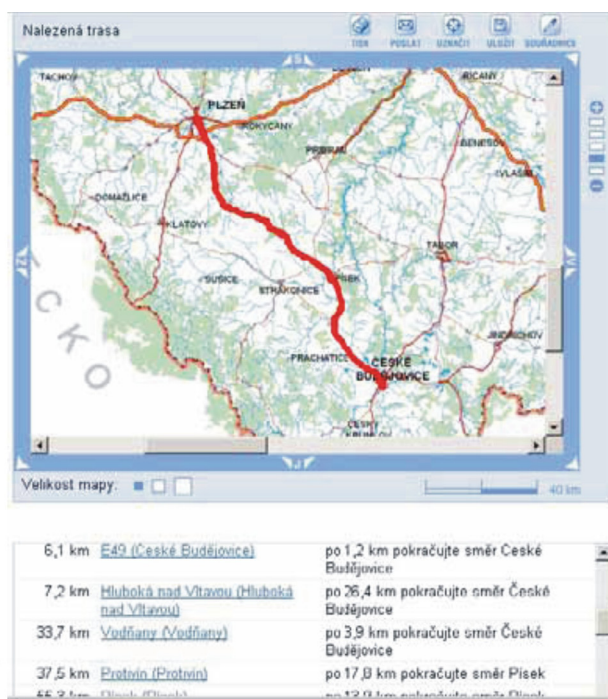
Mezipředmětové vztahy jsou v těchto učebnicích realizovány nejen v hlavním textu, ale především formou doplňujících textů a obrázků v barevném pruhu na okraji učebnice. Velmi podrobně jsou mezipředmětové vztahy analyzovány v didaktickém rozboru ke každému článku v metodické příručce.

Ukažme si několik konkrétních příkladů na naplnění mezipředmětových vztahů, které přispívají k naplnění idey RVP ohledně komplexního chápání přírodních dějů, jak jsou zpracovány v uvedených učebnicích.

FYZIKA 1 – str. 19 – článek 3.4 **Měření délek s využitím mapy** [5] je typickým příkladem mezipředmětového vztahu k zeměpisu. Očekávaným výstupem je dovednost žáků určit vzdálenost mezi dvěma zadanými místy pomocí mapy. Kromě toho je v rozšiřujícím učivu ukázka, jak lze zadanou úlohu řešit pomocí vyhledávače na internetu, případně pomocí speciálních programů na PC.



13. Vzdušná vzdálenost dvou měst (modrá čára). Silniční vzdálenost dvou měst pomocí lomené čáry (červená čára)



FYZIKA 2 – str. 31 – článek 4.2 **Rozkládání sil** [6] - v zajímavostech v barevném okraji je odkaz na starověk, tj. mezipředmětový vztah k dějepisu, včetně úkolu, který přispívá k humanizaci fyziky.



Starověcí stavitelé využívali klenbu i ve velkých stavbách. Na obrázku 30 je klenba v koloseu v tuniském městě El Jem. Stavba amfiteátru, jehož součástí klenby jsou, pochází ze 3. století.

Do kruhové stavby s obvodem 427 metrů se vešlo 27 000 diváků, kteří mohli na jevišti 64 m x 39 m sledovat gladiátorské zápasy.

Zjistěte, co to bylo koloseum a k jakým účelům sloužilo?

V kterých městech byly podobné stavby postaveny?

FYZIKA 3 – str. 36 – článek 3.4 **Zobrazení rozptylkou** [7] - v zajímavostech v barevném okraji je typická vazba na přírodopis s vysvětlením základních pojmů souvisejících s brýlemi.

Brýle osazené spojkami se používají pro ostré vidění nablízko, proto se také někdy nazývají „brýle na čtení“. Brýle osazené rozptylkami se často nazývají „brýle na dálku“.



Brýle pro čtení
(jednoohniskové čočky)

Brýle s dvouohniskovým sklem
(bifokální čočky)

Brýle s multifokálním
sklem

Bifokální nebo multifokální brýle používají lidé, kteří trpí současně krátkozrakostí i dalekozrakostí

V Metodické příručce [8] je potom pro vyučující uvedeno následující vysvětlení:

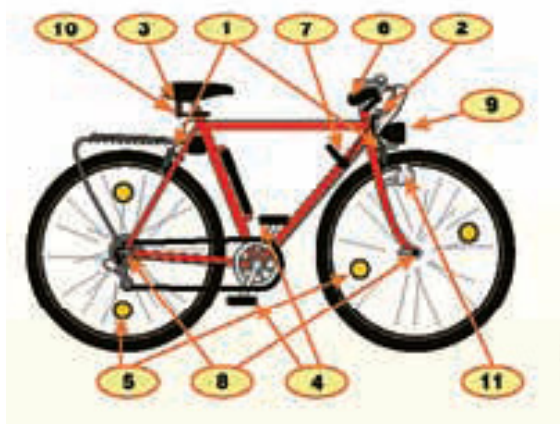
Obrázek s brýlemi (str. 36)

– brýle na čtení – ostře je vidět pouze blok s náčrtem, vše ostatní je rozostřeno,
– bifokální brýle – ve výbrusu (brýle na čtení) je vidět ostře blok s náčrtem, v ostatní ploše (brýle na dálku) je vidět ostře vzdálená krajina. Na hraně výbrusu je obraz „rozmazaný“

– multifokální brýle – ve spodní části je ostře vidět blok s náčrtem, v horní části okolní krajina. Ohnisková vzdálenost brýlí plynule přechází, takže je vidět v celém zorném poli ostrý obraz.

FYZIKA 4 – str. 79 – článek 3.4 **Zdroje střídavého elektrického napětí** [9] - v barevném okraji je alternátor, který se používá jako zdroj k osvětlení bicyklu. V souvislosti s tím je zde uveden mezipředmětový vztah k občanské výchově a sice

předepsaná výbava jízdního kola. Žáci si tak mohou pomocí fyzikálních poznatků připomenout bezpečnost při jízdě na bicyklu.



Porovnej předepsanou výbavu jízdního kola s výbavou svého bicyklu.

Tyto části jsou povinné pro každé jízdní kolo:

1. dvě na sobě nezávislé účinné brzdy
2. přední odrazka bílé barvy
3. zadní odrazka červené barvy
4. oranžové odrazky na obou stranách pedálů
5. oranžové odrazky na paprscích kol
6. zaslepení konců řídítek (zátkami, rukojeťmi)
7. zakončení ovládacích páček (brzdy, měniče převodu) musí být obaleny materiálem pohlcujícím energii
8. matice nábojů kol, pokud nejsou křížové nebo rychloupínací, musí být uzavřené

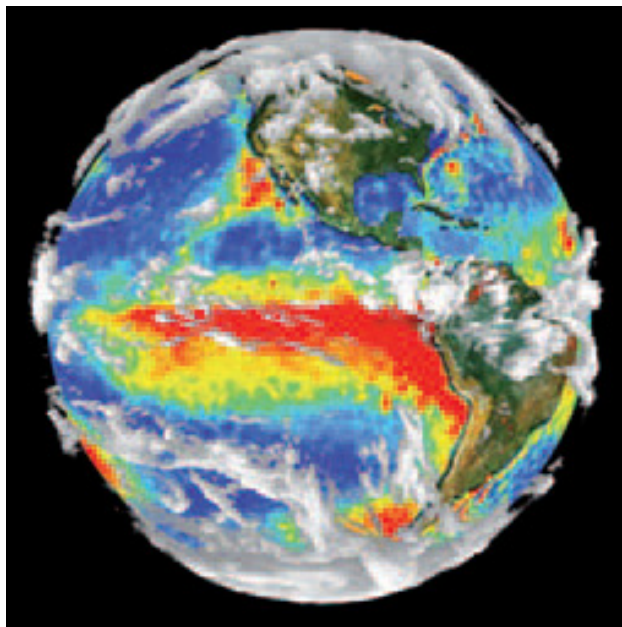
Při jízdě za snížené viditelnosti musí být zadní kolo dále vybaveno:

9. vpředu světlometem bílé barvy
10. vzdadu svítilnou se zadním obrysovým světlem červené barvy
11. zdrojem elektrického proudu (dynamo, baterie)

FYZIKA 5 – str. 25 – článek 1.7 **Přeměny mechanické energie** [10] – je uvedena analogie demonstračního pokusu s kuličkou na tzv. U-dráze. Skateboardista na U-rampě ukazuje zákon zachování energie ve sportu, tj. v odvětví, které je pro žáky velmi atraktivní a motivující. V tomto článku nalezneme ještě mnoho dalších mezipředmětových vztahů k tělesné výchově, výkop fotbalového míče, zdvihání činky, pohyb po skluzavce v bazénu a další.



FYZIKA 5 – str. 58 – článek 2.4 **Energie slunce** [10] – v barevném okraji je vysvětlení tzv. skleníkového efektu, na kterém se podílejí některé plyny. Výčet těchto plynů včetně jejich chemického vzorce ukazuje na vzájemné propojení fyziky a chemie. Celý článek dává prostor k diskusi a úvahám o příčinách „globálního oteplování Země“. Ziskává tak výrazný mezipředmětový charakter, který podle RVP naplňuje průřezové téma „Environmentální výchova“.



Skleníkový efekt na Zemi (archiv NASA)

Cílem tohoto příspěvku bylo ukázat některé možnosti naplnění RVP v oblasti mezipředmětových vztahů. Jako základní prostředek k naplnění tohoto didaktického cíle můžeme považovat učebnice. Proto jsou konkrétní ukázky vybrány z inovované řady učebnic od nakladatelství SPN, které v současné době završuje tuto řadu posledním dílem. Zdůrazněním mezipředmětových vztahů lze zatraktivnit výuku fyziky, aby byla žáky kladně přijímána a považována za důležitou pro praktický život a ne jenom pro školu.

Literatura

1. Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. VUP Praha 2005
2. <http://ucebnice.fraus.cz/fyzika/>
3. <http://ucebnice.org/fyzika>
4. <http://www.spn.cz/stranky/katalog.php?viewsub=fyzika&viewcat=zs&nocache=6788143>
5. TESAŘ, J., JÁCHIM, F.: Fyzika 1 pro základní školu, SPN Praha 2007
6. TESAŘ, J., JÁCHIM, F.: Fyzika 2 pro základní školu, SPN Praha 2008
7. TESAŘ, J., JÁCHIM, F.: Fyzika 3 pro základní školu SPN Praha 2009
8. TESAŘ, J., JÁCHIM, F.: Fyzika 3 pro základní školu – metodická příručka, SPN Praha 2009

9. TESAŘ, J., JÁCHIM, F.: Fyzika 4 pro základní školu SPN Praha 2009
10. TESAŘ, J., JÁCHIM, F.: Fyzika 5 pro základní školu SPN Praha 2010

Kontaktní adresa

*Paeddr. Jiří Tesař, Ph.D.
Katedra fyziky, pedagogická fakulta JU
371 15 České Budějovice
Telefon: +420 387 773 051
E-mail: raset@pf.jcu.cz*

MÉNĚ OBVYKLÉ DIELEKTRICKÉ MATERIÁLY VE VÝUCE

Martin TOMÁŠ

Abstrakt

Experimenty ve výuce nauky o dielektrikách jsou soustředěny na využití vlastností velice běžných materiálů. Výzkum dielektrik přitom vykonal v posledních letech mohutný vývoj, který není výukou kopírován. V příspěvku je diskutována možnost využití moderních a perspektivních materiálů ve vyučovacím procesu.

UNUSUAL DIELECTRICS IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Abstract

In the educational process are often used common materials like water or ethanol. But in this part of physics we can see a great progress which is not obvious in educational process. In this paper I would like to discuss the properties of composite dielectrics and the possibility of it's usage in the educational process.

Kompozitní dielektrika

Při výkladu základních vlastností dielektrických materiálů bývají používány běžné, dostupné a levné materiály. Mezi taková dielektrika patří různé druhy plastů, papír, lín či voda. Vlastnosti těchto materiálů jsou dobře prozkoumány [1] a jejich aplikace ve výuce je lákavá právě z důvodu finanční nenáročnosti a bezpečnosti práce. Přestože výuka fundamentálních vztahů a pojmů nauky o dielektrických materiálech si často s těmito materiály vystačí, můžeme studenty seznámit s materiály, které se jeví jako velice perspektivní a zajímavé. Tyto materiály často dosahují odlišných vlastností a pomohou nám výuku zkvalitnit a oživit.

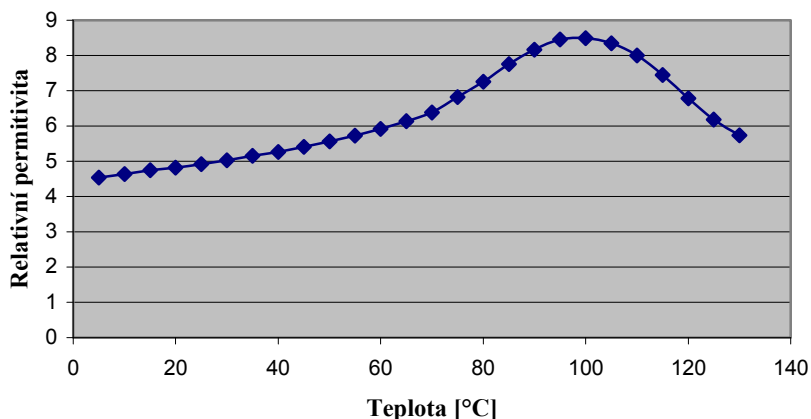
Základní myšlenkou výzkumu těchto materiálů bylo vytvoření kompozitního dielektrika, které by dosahovalo vysoké hodnoty relativní permitivity a zároveň by se jednalo o materiál složený z dostupných a hlavně levných složek. Dílčím cílem bylo nalezení materiálu, který by sice nedosahoval vysoké hodnoty relativní permitivity, ale vykazoval by silnou frekvenční respektive teplotní závislost relativní permitivity. Materiály takových vlastností jsou vhodné pro využití v demonstračních experimentech případně v laboratorních úlohách. Jejich výroba je časově náročná, proto pokud by vzorky tvořili studenti, jednalo by se spíše o téma pro kroužek zájemců o fyziku a techniku. Měření vlastností vzorků však již může být námětem pro laboratorní úlohu či demonstrační experiment.

V první fázi výzkumu byly tvořeny dvousložkové kompozitní vzorky. Jednotlivé složky byly bezbarvý lak a práškový kov. Bezbarvý lak tvořil dielektrickou matici, ve které byl práškový kov rozmíchán. Po vytvrzení vzorku tak vzniklo pevné dielektrikum, jehož vlastnosti byly předmětem výzkumu. Jako práškový kov byl použit zinek, chrom a pentakarbonylové železo. Teoretický výpočet [2] ukazuje, že příspěvek kovové složky k celkové statické relativní permitivitě není nijak výrazný. Kulová zrna kovu malých rozměrů přispívají k celkové permitivitě hodnotou $\varepsilon_{r+} \sim 1 + \frac{\pi}{2}$. Při tomto výpočtu je

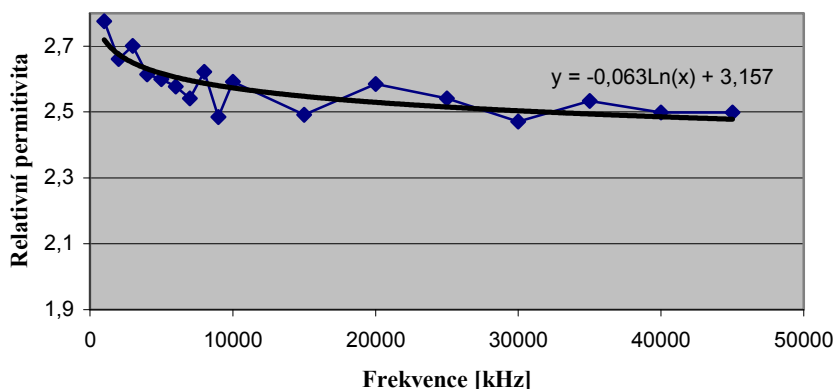
však zanedbáno vnitřní elektrostatické pole zrna právě z důvodu předpokládaných malých rozměrů zrna. Pro výzkum byly použity kovy dosahující průměru zrn $r = 1-10\mu\text{m}$ (pentakarbonylové železo, zinek), u kterých se uvedený teoretický výpočet potvrdil. Dále byl použit chrom, jehož zrna byla větších rozměrů (o průměru $r \sim 0,3\text{mm}$), a takový kompozit již dosahoval odlišných vlastností (nezanedbatelné vnitřní elektrostatické pole). Hmotnostní poměr práškového chromu a bezbarvého laku byl zvolen 1:3,2 ve prospěch bezbarvého laku. Vytvrzení jednotlivých vzorků trvalo několik dní. Proces tuhnutí lze při použití nitrocelulózového bezbarvého laku dobře sledovat měřením hmotnosti vzorků. Po několika dnech se již hmotnost nemění a můžeme tedy přistoupit k vlastnímu měření.

Druhá fáze výzkumu byla zaměřena na vyloučení vlivu bezbarvého laku ve vzorku. Bylo potřeba zjistit, zda samotný bezbarvý lak nevykazuje nějaké zvláštní vlastnosti, které by při chybné interpretaci byly ztotožněny s vlastnostmi samotného kompozitu. Byl vytvořen vzorek čistého bezbarvého laku Celomat C 1038 a měřením byla zjištěna jeho teplotní (Obr. 1) a frekvenční závislost relativní permitivity (Obr. 2).

Obr. 1 - Závislost relativní permitivity bezbarvého laku na teplotě



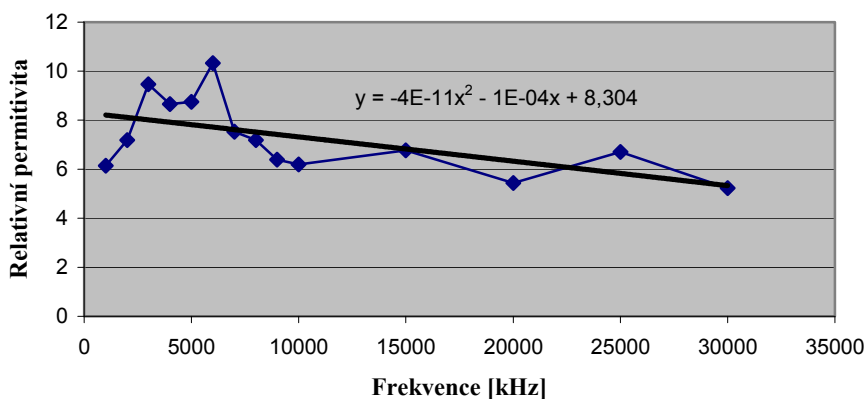
Obr. 2 - Závislost relativní permitivity na frekvenci - bezbarvý lak



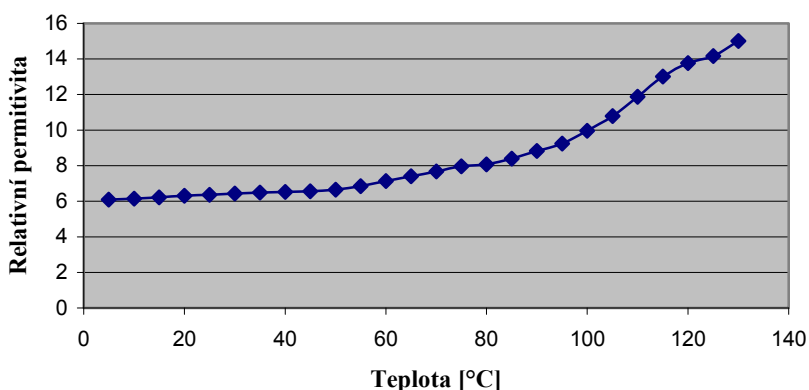
Měření frekvenční závislosti bylo provedeno pomocí Q-metru Tesla BM 311G. Teplotní závislost byla měřena pomocí digitálního teploměru Temploc a magnetické míchačky s integrovaným ohříváčem. Na vzorek byly umístěny vodivé polepy a ve vhodných teplotních intervalech byla odečítána kapacita takto vytvořeného

jednoduchého kondenzátoru. Z rozměrů vzorku lze snadno vypočítat kapacitu kondenzátoru, který by nebyl vyplněn zkoumaným dielektrikem. Podíl naměřené a vypočítané kapacity udává relativní permitivitu vzorku. K měření kapacity byl použit univerzální LCR–metr ELC–131D. Výsledky měření stejných závislostí u kompozitního dielektrika (Obr. 3 – 4) ukazují, že při smíchání bezbarvého laku s práškovým kovem došlo k výrazné kvalitativní změně materiálu.

Obr. 3 - Závislost relativní permitivity na frekvenci - chrom

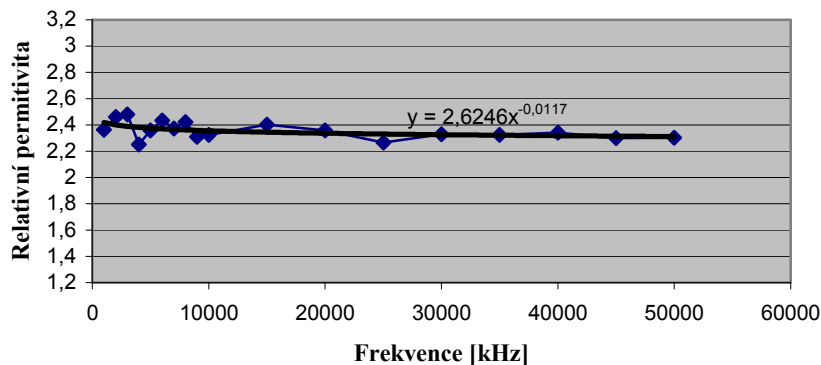


Obr. 4 - Závislost relativní permitivity kompozitního dielektrika na teplotě - chrom

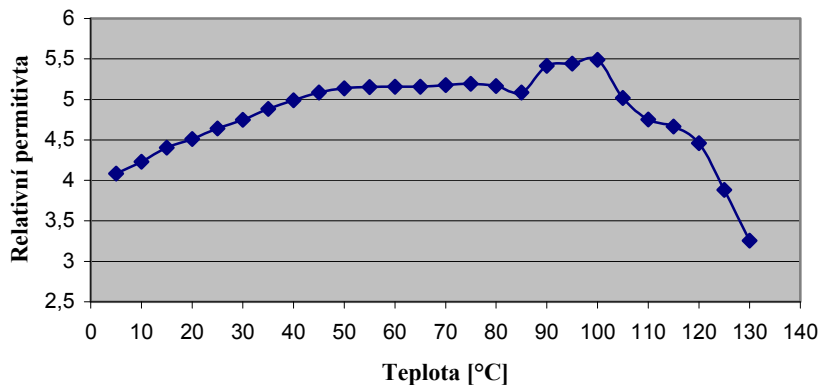


Výrazným trendem současného výzkumu je studium chování materiálů složených z částic velmi malých rozměrů. Nanotechnologie již vstupuje do našeho každodenního života [3] a je škoda, že s těmito materiály se na základních či středních školách npracuje. Důvodů je několik, ale pravděpodobně nejzásadnější je špatná dostupnost materiálů a vysoká cena. Pro školní účely můžeme využít vodnou disperzi nanočástic železa (Nanofér 25S), která je v malém množství (300 g) nabízena firmou NANOIRON s.r.o. zdarma. Po smíchání s bezbarvým lakem získáváme opět kompozitní dielektrikum, jehož vlastnosti můžeme zkoumat (Obr. 5 – 6). Na jeden díl nanoželeza ve vzorku připadaly 3 díly bezbarvého laku. Z didaktického hlediska je velice cenné, že se studenti dostanou do kontaktu s materiály, které můžeme považovat za velice perspektivní.

Obr. 5 - Závislost relativní permittivity na frekvenci - NANO FER 25S

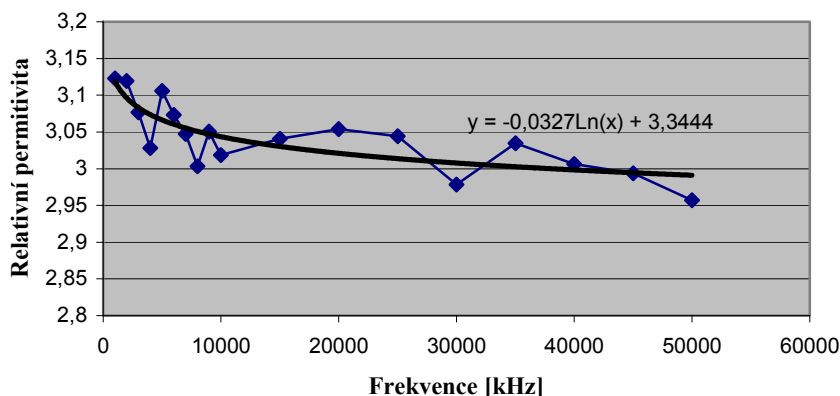


Obr. 6 - Teplotní závislost relativní permittivity kompozitního dielektrika (Nanofer 25 S)

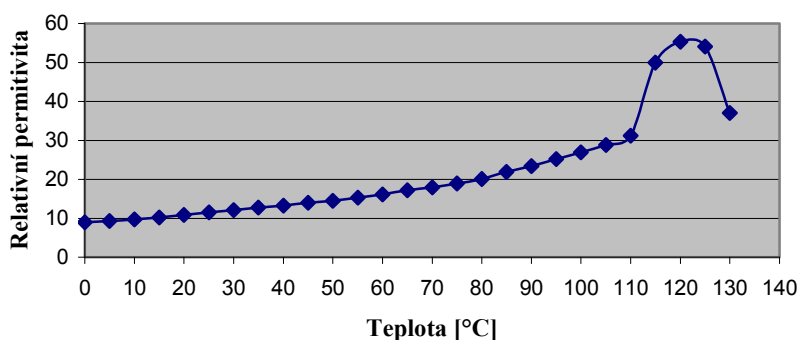


Dalšími zajímavými a v technické praxi využívanými materiály jsou feroelektrika. S objevem a teoretickým popisem těchto dielektrických krystalů je spojen J. Valasek [4], americký badatel českého původu. V současnosti můžeme pozorovat využití těchto materiálů v elektronice. Některé nové materiály (feroelektrické polymery) vykazují velice zajímavé vlastnosti [5]. Mezi známá feroelektrika patří Seignettova sůl či titaničitan barnatý. Feroelektrika mimo jiné vykazují fázové přechody 2. druhu, kdy se mění z paraelektrické fáze do fáze feroelektrické. Teplota přechodu (Curieův bod) může být i relativně blízko pokojové teplotě, a proto můžeme uvažovat o využití těchto materiálů ve výuce. Jako dostupný a levný materiál můžeme využít Seignettovu sůl a po smíchání s bezbarvým lakem vytvoříme kompozitní dielektrikum. Poměr složek kompozitního dielektrika byl zvolen tak, aby na jeden díl Seignettovy soli připadalo 3,7 dílu bezbarvého laku. Měření provedeme obdobně jako v případě ostatních kompozitních dielektrik (Obr. 7–8).

Obr. 7 - Závislost relativní permittivity na frekvenci - Seignettova sůl



Obr. 8 - Teplotní závislost relativní permittivity kompozitního dielektrika (Seignettova sůl)



Použitím zmíněných materiálů umožníme studentům kontakt s perspektivními látkami, které budou pravděpodobně v budoucnu využity k řešení některých běžných technických aplikací. Výsledky výzkumu rovněž naznačují, že ve výuce není potřeba se pouze spoléhat na běžná dielektrika, ale že je možné využít některých méně běžných materiálů k demonstraci základních vlastností dielektrik.

Literatura

1. PETRENKO, V.F., WHITWORTH, R.W.: *Physics of ice*. Oxford: Oxford University Press, 2002. 392 s. ISBN 0-19-851895-1
2. TOMÁŠ, M.: *Nauka o dielektrikách ve středoškolské fyzice a v základním vysokoškolském kurzu*. (Rigorózní práce) Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2010. 146 s.
3. TIMP, G.L.: *Nanotechnology*. New York: Springer-Verlag, 1999. 696 s. ISBN 0-387-98334-1
4. BŘEZINA, B., GLOGAR, P.: *Feroelektrika*. Brno: Academia, 1973. 200 s.
5. ROSEN, C.Z., HIREMATH, B.V., NEWNHAM, R.: *Piezoelectricity*. New York: American Institute of Physics, 1992. 544 s. ISBN 0-88318-647-0

Kontaktní adresa

*PhDr. Martin Tomáš
Oddělení fyziky KMT ZČU v Plzni
Klatovská 51, Plzeň
Telefon: +420 377 636 327
E-mail: marty01@kmt.zcu.cz*

PROJEKTOVÁ VÝUKA V PŘÍRODOVĚDNÝCH PŘEDMĚTECH

Ivana VACULOVÁ, Milan KUBIASKO

Abstrakt

Projektová výuka patří mezi metody, které mohou rozvíjet přírodovědné myšlení studentů. Nejčastěji bývá chápána jako řešení komplexních problémových situací skupinou studentů. Jejím hlavním cílem je aktivní zapojení studentů do vyučovacího procesu, přičemž učitel zastává spíše roli rádce a pomocníka. Proto by měla vycházet ze situací, s nimiž se studenti setkávají v běžném životě. V tomto příspěvku se nejen zamýšlíme nad definicí a podstatou projektové výuky, ale přikládáme také konkrétní ukázkou jejího využití v přírodovědných předmětech.

PROJECT LEARNING IN SCIENTIFIC SUBJECTS

Abstract

The project learning belongs to methods helping to develop student's scientific thinking. This type of learning is understood as solving of complex problematic situations by students group. The main aim of this process is to actively integrate students into the teaching process, while the teacher rather acts as a mentor and assistant. The project learning should mimic the situations that students normally face in their real life. Our contribution is not only focused on the definitions and basis of project learning, but also presents the practical example of its application in the science subjects.

Úvod

Mezi hlavní cíle přírodovědného vzdělávání na základních školách patří zejména rozvíjení přírodovědného myšlení a přírodovědných znalostí a dovedností žáků, ale také klíčových kompetencí, které mají nadpředmětový charakter a chápeme je jako „souhrn vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot důležitých pro osobní rozvoj a uplatnění každého člena společnosti“ (RVP ZV, 2007, s. 12). K dosahování těchto cílů může přispívat projektová výuka, neboť umožňuje nejen rozvíjení, prohlubování a procvičování přírodovědných znalostí a dovedností žáků, ale žáci se učí také:

- plánovat, organizovat a řídit vlastní učení, využívat vhodné způsoby, metody a strategie, vyhledávat a třídit informace, samostatně pozorovat a experimentovat, získané výsledky kriticky posuzovat a vyvozovat z nich závěry pro využití v budoucnosti (*kompetence k učení*);
- pochopit problém, samostatně řešit problémy, volit vhodné způsoby řešení a ověřovat jejich správnost (*kompetence k řešení problémů*);
- formulovat a vyjadřovat své myšlenky a názory, účinně se zapojovat do diskuse, obhajovat svůj názor a vhodně argumentovat (*kompetence komunikativní*);
- účinně spolupracovat ve skupině, pozitivně ovlivňovat kvalitu společné práce, chápat potřebu efektivně spolupracovat s druhými při řešení daného úkolu (*kompetence sociální a personální*);
- rozhodovat se zodpovědně v dané situaci, chápat základní ekologické souvislosti, environmentální problémy, ochranu zdraví a trvale udržitelný rozvoj společnosti (*kompetence občanské*);

- používat bezpečně a účinně materiály, nástroje a vybavení, dodržovat vymezená pravidla, využívat znalosti a zkušenosti získané v jednotlivých vzdělávacích oblastech (*kompetence pracovní*), (RVP ZV, 2007).

Správné využívání projektové výuky však vyžaduje od učitelů zvládnutí kompetence pro projektovou výuku, která zahrnuje zejména tyto znalosti a dovednosti (Kratochvílová, 2006): vědět, jak postupovat při tvorbě a realizaci projektu, vhodně zvolit problém nebo úkol pro projekt, motivovat děti pro projekt, vhodně střídat organizační formy práce a metody dle typu projektu, řídit skupinovou práci, umět vést děti k samostatnosti a tvořivosti, připravit vhodné prostředí pro projektovou výuku, odhadnout čas pro realizaci, vhodně projekt zdokumentovat, klást aktivizující otázky vybízející žáky k činnosti při projektu, spolupracovat při projektu s kolegy, využívat mezipředmětových vztahů apod. Osvojování kompetence pro projektovou výuku by mělo být součástí profesní přípravy učitelů.

Vymezení pojmu projektová výuka

První zmínka o projektovém vyučování se objevila v práci W. H. Kilpatricka (1918), který tvrdil, že by se děti neměly učit abstraktním pojmům a definicím na teoretické úrovni, ale formou rozhovoru, řešením problémových situací apod. Upozorňoval, že témata projektů mají vycházet ze zájmu studentů a že plánování, vypracování a hodnocení projektů samotnými studenty může vést k jejich rozvoji a k porozumění situacím z běžného života.

Pojmy projektové vyučování a projektová výuka bývají v literatuře užívány většinou jako synonyma. V teoriích obecné didaktiky se však výuka vnímá v širším rozsahu, neboť zahrnuje jak proces vyučování, tak cíle výuky, obsah výuky, podmínky, determinanty a prostředky výuky, typy výuky, výsledky výuky (Průcha, Walterová, Mareš, 2003). Proto se přikláníme k pojmu projektová výuka a chápeme ho jako „výuku založenou na projektové metodě“ (Kratochvílová, 2006).

V odborné literatuře se setkáváme s různými definicemi projektové výuky nebo projektového vyučování. Většina těchto definic pojednává o řešení problémových úloh komplexního charakteru skupinou studentů, přičemž práce studentů obvykle končí vytvořením určitého produktu, který může být ve formě teze, zprávy, obrazové prezentace nebo modelu (Kalhous, Obst, 2001, Maňák, Švec, 2003, Průcha, Walterová, Mareš, 2003, Skalková 2007). Dalším v literatuře často zmiňovaným znakem projektové výuky je integrace tradičních předmětů. Za hlavní cíl projektové výuky je nejčastěji považováno aktivní zapojení studentů do vyučovacího procesu, který je charakteristický svojí otevřeností. Problémové situace a otázky jsou vytvářeny učitelem nebo učitelem společně se žáky a měly by vycházet z běžného života žáků a směřovat k aktivnímu přemýšlení o daném tématu. Aktivita studentů však obvykle vyžaduje značné množství času a přítomnost různých druhů edukačních aktivit. Realizace projektů je závislá na úrovni tvořivosti, fantazie a kritického myšlení žáků, na jejich vnitřní motivaci, zájmu a na požadavcích učitele (Kimonen, Nevalainen 2005). Během realizace by měl učitel vystupovat pouze nápomocně, ne autoritativně (Beckett, 2002).

Kleijer, Kuiper, De Wit a Wouters-Koster (1981) uvádějí čtyři hlavní komponenty projektové výuky: zodpovědnost za výsledky vlastního učení; uvědomění si sociální zodpovědnosti; promýšlení na vědecké úrovni, ale s praktickými aplikacemi a vztah procesu i produktu se situacemi z běžného života. Dále jsou rozlišovány různé modely projektové práce zaměřené na dosahování edukačních cílů (Morgan, 1983):

1. *Projektové cvičení.* Cílem modelu je, aby studenti aplikovali vědomosti a dovednosti osvojené na akademické úrovni do příslušné oborové oblasti. Jedná se o nejtradičnější druh projektového vyučování a řadí se do skupiny projektů orientovaných na učitele.

2. *Projektový komponent.* V tomto typu projektového modelu jsou cíle širší a záběr je větší. Projekt je více mezipředmětový a často souvisí s problémy reálného života. Účelem je zejména rozvinutí schopností řešení problémových úloh a rozvoj kompetence pro samostatnou práci.

3. *Projektová orientace.* Tento termín vyjadřuje celkovou filosofii kurikula studijního programu. V projektech, které studenti vytvářejí, se odráží celé jejich dosavadní vzdělávání, přičemž informace od učitele jsou jen doplňkového charakteru.

Projektová výuka bývá často zaměňována s problémovou výukou. Rozdíly mezi těmito dvěma metodami uvádějí Perrenet, Bouhuijs & Smith (2000):

- Projektové úlohy vycházejí z reálných životních situací a v porovnání s problémovými jejich řešení trvá delší dobu.
- Projektová výuka je více zaměřena na aplikaci znalostí, zatímco problémová výuka je více zaměřena na jejich osvojení.
- Projektová výuka je na rozdíl od problémové obvykle spojena s blokovou výukou (týkající se více předmětů, např. fyziky, chemie, přírodopisu apod.).
- V projektové výuce je velmi důležitá samostatnost žáků, organizace času, zdrojů a dělba práce při řešení úloh.

Zařazení projektové výuky do přípravy budoucích učitelů

V současné době se vyskytuje problém s nízkou implementací projektové výuky do škol. Je třeba si uvědomit, že pokud tuto metodu nezahrneme do přípravy budoucích učitelů, tzn., neposkytneme jim dostatek informací o projektové výuce a příležitost k praktické aplikaci, nemůžeme očekávat, že ji budou v budoucnu správně využívat při výuce. V další části textu proto popisujeme možný způsob začleňování projektové výuky do přípravy budoucích učitelů, který je realizován na Pedagogické fakultě MU.

Úkolem studentů bylo (pod vedením vyučujících během seminářů) připravit pro žáky základní školy projektovou výuku týkající se zadaného tématu a tuto výuku následně realizovat přímo na vybrané základní škole, kde k tomu měli k dispozici celé dopoledne. V letošním roce bylo stanoveno téma „Naše domácnost“. Cílem výuky bylo, aby si žáci uvědomili, jak se v domácnosti uplatňují a vzájemně propojují znalosti a dovednosti z jednotlivých přírodovědných předmětů, a v neposlední řadě pak motivovat žáky pro studium přírodovědných předmětů.

Projektové výuky se účastnili studenti všech přírodovědných kateder (fyzika, chemie, biologie, zeměpis), přičemž byli rozděleni do 4 skupin tak, aby v každé skupince byli zastoupeni studenti ze všech kateder (jednotlivé skupinky pracují odděleně). Takové rozdělení mělo přispět k podporování a uplatňování mezipředmětových vztahů i k vzájemné komunikaci a spolupráci mezi učiteli přírodovědných předmětů. Po skončení výuky následovala její reflexe a sebereflexe a studenti odevzdávali protokol, jenž obsahoval název projektu; místo realizace; věkovou skupinu - třídu, pro kterou je určen; vzdělávací oblast; tematické okruhy a průřezová témata, na která se zaměřovali; případnou integraci mezi dalšími vzdělávacími obory; rozvíjené klíčové kompetence žáků; výchovně vzdělávací cíle v podobě vědomostí, dovedností a postojů žáků; stručnou charakteristiku školy; podrobný scénář výuky; použité metody, formy a didaktické prostředky, použitou

literaturu a přílohy. Na posledním semináři jednotlivé skupiny studentů prezentovaly a hodnotily své výsledky a vzájemně si sdělovaly zkušenosti z výuky.

V další části příspěvku stručně popisujeme výstupy jedné skupiny. Studenti vymysleli projektovou výuku s názvem „Kouzelná kuchyně“ aneb „Jaké znalosti a dovednosti z přírodovědných předmětů můžeme využívat v kuchyni?“ V rámci této skupiny si studenti měli rozdělit role: specialisté pro úvod a závěr, specialisté pro jednotlivé obory (biologie, fyzika, geografie, chemie), dokumentaristé, inspektoři, kteří hodnotili průběh výuky a zaznamenávali ho do pozorovacích formulářů, a hlavní organizátor.

V úvodu výuky proběhla motivace žáků formou dramatizace - rozhovor kouzelníka a kuchaře. Tento rozhovor měl přesvědčit žáky o tom, jak jsou znalosti z přírodovědných předmětů v domácnosti užitečné a jak pomocí nich mohou „kouzlit“. Kouzelník vystupoval v roli „záškodníka“, který přírodovědné předměty znevažoval a prohlašoval, že kouzlit umí jedině on, a kuchař v roli obhájce dětí i přírodovědných předmětů. Poté byli žáci rozděleni pomocí tahání barevných víček od pet-lahví z kouzelnického klobouku do čtyř skupin. Skupinky se pohybovali podle předem daného programu po čtyřech stanovištích, kde plnily různé problémové úlohy. Výstupem byla „kouzelnická kuchařka“, jejíž neúplnou verzi obdržel každý žák při úvodní motivaci a kterou měl na základě provádění úkolů správně vyplnit.

Na každém stanovišti byli dva studenti učitelství, kteří zastávali roli rádce a pomocníka při plnění úkolů. U jednotlivých stanovišť byl vždy jeden obor hlavní, ale současně bylo nezbytné využívat i znalosti a dovednosti z ostatních přírodovědných předmětů, čímž bylo poukázáno na mezipředmětové vazby.

Na stanovišti s hlavním oborem fyzika (Stanoviště pokusů a kouzel) prováděli žáci pokusy s pomůckami běžně dostupnými v každé kuchyni. Úkolem žáků bylo pokusy (z nichž mnohé se jevily jako kouzla) nejen samostatně provádět, ale také přijít na jejich princip. Zde si zopakovali a procvičili např. znalosti týkající se elektrického obvodu, povrchového napětí, měření na lidském těle, hustoty a těžiště atd. Rovněž stanoviště chemie (Stanoviště kouzelníka Pokustóna) nabídlo žákům řadu „záhadných experimentů“. Žáci se naučili používat tajné neviditelné písmo, provádět kouzla s vajíčky apod. Kdo byl šikovný, mohl si ve zbylém čase vyluštit kuchařskou osmisměrku. Stanoviště biologie (Stanoviště smyslů) se zaměřovalo na používání smyslů v kuchyni. Úkolem žáků bylo například odhalit na jazyce jednotlivá místa pro vnímání různých chutí, navrhnout, provést a vyhodnotit experiment zjišťující, kterou nosní dírkou cítí lépe, poznávat různé druhy bylinek a zjistit jejich využití, posoudit různé potraviny z hlediska zdravé výživy a sestavit potravinovou pyramidu apod. Na posledním stanovišti s převládajícím oborem geografie (Stanoviště odhalování tajných skrýší a receptur) žáci hledali v okolí školy pomocí GPS navigace krabičky s vlajkami různých evropských států, ve kterých byly nálepky s typickým jídlem dané země. Úkolem žáků následně bylo přiřadit k vlajkám příslušné státy a typické pokrmy a nalepit je do slepé mapy Evropy. Během práce na jednotlivých stanovištích si dále žáci procvičovali dovednosti manipulovat s pomůckami, experimentovat, vytvářet hypotézy a následně je ověřovat, zpracovávat výsledky měření, řešit problémové situace, spolupracovat s ostatními a vzájemně komunikovat, obhajovat svůj názor apod.

Na závěr studenti připravili pro žáky hru „Riskuj“, jež měla sloužit k zopakování a utřídění znalostí, které žáci si osvojili nebo procvičili v průběhu celého dopoledne. Poté byli všichni žáci odměněni diplomem, sladkostí a řádem „kouzelné vařečky“ a následovalo hromadné focení. Celý průběh výuky natáčela studentka s rolí

dokumentaristky na video, které později sestříhala a upravila použitím různých efektů. I toto upravené video obdrželi žáci společně se svým učitelem na památku.

Žáci základní školy i jejich učitelé hodnotili výuku velmi kladně. Žáci pracovali se zájmem a vysokým zaujetím a projevíli zájem o další podobnou výuku. Rovněž učitel byl s výukou spokojen a nabídl nám další spolupráci v budoucnu.

Závěr

Projektová výuka umožňuje propojovat znalosti z různých vzdělávacích oborů do širších celků a souvislost, díky čemuž můžeme lépe poukázat na jejich aplikaci a využití a vytvářet u žáků komplexnější pohled na přírodní jevy. Vhodná aplikace poznatků vede nejen k většímu zájmu žáků o přírodovědné předměty, ale také k lepšímu pochopení a zapamatování získaných znalostí a dovedností. Aby mohla být projektová výuka správně využívána během výuky na ZŠ, je však nutné zahrnout ji již do přípravy budoucích učitelů a umožnit jim její aplikaci v praxi, tj. přímo při výuce na ZŠ.

Literatura

1. BECKETT, G.H. Teacher and student evaluations of project-based instruction. *TESL Canada Journal*. 2002, vol. 19, no. 2, pp. 52-66.
2. KALHOUS, Z., OBST, O. *Školní didaktika*. Praha: Portál, 2002. ISBN 80-7178-253
3. KIMONEN, E.; NEVALAINEN, R. Active learning in the process of educational change. *Teaching & Teacher Education*, 2000, vol. 21, no. 6, pp. 623-635.
4. KLEIJER, H.; KUIPER, R.; DE WIT, H.; WOUTERS-KOSTER, L. *Project-based education between social idealism and educational possibility*. Amsterdam: SISWO, 1981.
5. KRATOCHVÍLOVÁ, J. *Teorie a praxe projektové výuky*. Brno: MU, 2006. ISBN 80-210-4142-0.
6. TMORGAN, A. Theoretical aspects of project-based learning in higher education. *British Journal of Educational Technology*. 1983, vol. 14, no. 1, pp. 66-78.
7. PERRENET, J. C.; BOUHUIJS, P. A. J.; SMITS, J. G. M. M. The suitability of problem-based learning for engineering education: theory and practice. *Teaching in Higher Education*. 2000, vol. 5, no. 3, pp. 345-358.
8. PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J. *Pedagogický slovník – 4. aktualizované vydání*. Praha: Portál, 2003. ISBN 80-7178-772-8.
9. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha: VÚP, 2007. Dostupné na: <http://www.vuppraha.cz/soubory/RVPZV_2007-07.pdf>.
10. SKALKOVÁ, J. *Obecná didaktika*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1821-7.

Kontaktní adresy

Mgr. Ivana Vaculová, Ph.D.
Katedra fyziky, PdF MU
Poříčí 7, 603 00 BRNO
E-mail: ivanavaculova@mail.muni.cz

PaedDr. Milan Kubiato, Ph.D.
Institut výzkumu školního vzdělávání, PdF MU
Poříčí 31, 603 00 BRNO
E-mail: mkubiato@gmail.com

PROJEKTOVÝ DEN NA TÉMA MAGNETISMUS

Irena VLACHYNSKÁ

Abstrakt

V tomto příspěvku se autorka zamýšlí nejen nad obecnou možností zapojení projektové výuky ve vyučování fyziky, ale uvádí i konkrétní příklad možného využití atraktivní formy vzdělávání v krátkém časovém úseku.

Se základními vlastnostmi magnetismu a magnetických látek se setkáváme v každodenním životě. Příspěvek nabízí možnost (znovu)poznání základních vlastností magnetických materiálů, ověření poznatků na kontrolních úkolech a uplatnění teorie v praxi (např. při vlastnoruční výrobě modelu magnetického vlaku).

PROJECT LEARNING IN MAGNETISM

Abstract

In this paper author considers not only general methods for teaching physics, but she also presents a specific example of the possible use of attractive forms of education in a short time period.

We encounter the basic properties of magnetism and magnetic materials in everyday life. This paper offers methods for (re)cognition of the basic properties of magnetic materials, verification of knowledge with the control tasks and the application of theory in practice (e.g. a hand built model of a magnetic train).

Úvod

V souvislosti s kurikulární reformou a změnou legislativního rámce v českém školství se naskytla příležitost větší kreativity a do edukačního procesu více zapojovat aktivizační metody a formy výuky. Současná společnost klade na jedince vysoké nároky a je třeba rozvíjet jeho dovednosti a schopnosti, mj. pomocí klíčových kompetencí, které uplatní následně i v dalším životě a zaměstnání. Rámcový vzdělávací program (RVP) pro základní vzdělávání určuje svou roli vůči žákům jako nástroj, který pomáhá „*utvářet a postupně rozvíjet klíčové kompetence a poskytnout spolehlivý základ všeobecného vzdělání orientovaného zejména na situace blízké životu a na praktické jednání.*“¹

Základní vzdělávání si klade následujících devět cílů:

- *umožnit žákům osvojit si strategie učení a motivovat je pro celoživotní učení*
- *podněcovat žáky k tvořivému myšlení, logickému uvažování a k řešení problémů*
- *vést žáky k všestranné, účinné a otevřené komunikaci*
- *rozvíjet u žáků schopnost spolupracovat a respektovat práci a úspěchy vlastní i druhých*
- *připravovat žáky k tomu, aby se projevovali jako svěbytné, svobodné a zodpovědné osobnosti, uplatňovali svá práva a naplňovali své povinnosti*

- vytvářet u žáků potřebu projevovat pozitivní city v chování, jednání a v prožívání životních situací; rozvíjet vnímavost a citlivé vztahy k lidem, prostředí i k přírodě
- učit žáky aktivně rozvíjet a chránit fyzické, duševní a sociální zdraví a být za ně odpovědný
- vést žáky k toleranci a ohleduplnosti k jiným lidem, jejich kulturám a duchovním hodnotám, učit je žít společně s ostatními lidmi
- pomáhat žákům poznávat a rozvíjet vlastní schopnosti v souladu s reálnými možnostmi a uplatňovat je spolu s osvojenými vědomostmi a dovednostmi při rozhodování o vlastní životní a profesní orientaci¹

K naplnění těchto cílů napomáhá osvojení si klíčových kompetencí (*kompetence k učení; kompetence k řešení problémů; kompetence komunikativní; kompetence sociální a personální; kompetence občanské; kompetence pracovní*), které žáka připraví na další etapy vzdělávání a širší uplatnění jedince ve společnosti.

Na úrovni sekundárního vzdělávání se můžeme setkat s RVP pro gymnázia, jehož cílem je vybavit žáky takovými klíčovými kompetencemi a všeobecným rozhledem, aby mohli žáci uspět v dalším stupni vzdělávání či celoživotním učení, v profesním i osobním životě. Žák nadále rozvíjí své klíčové kompetence (*kompetenci k učení, kompetenci k řešení problémů, kompetenci komunikativní, kompetenci sociální a personální, kompetenci občanskou a kompetenci k podnikavosti*).²

Výše uvedené klade nové požadavky na celý edukační proces. Ve školách proto někteří učitelé přistupují k jiné organizaci výuky, k úpravám učebního plánu s ohledem na Školní vzdělávací program dané školy či na jiný přístup k žákům samotným. Setkáváme se s přístupem k žákům jako k partnerům, kterým nepředkládáme hotové poznatky, ale necháváme je jít vlastní cestou, již korigujeme. Pojetí projektové výuky, byť v krátkodobém horizontu, napomáhá rozvíjet žáadoucí klíčové kompetence. Je třeba si však uvědomit, že zařazení projektové výuky nebo jejich prvků do edukačního procesu vyžaduje od učitele zvládnutí dalších kompetencí potřebných pro projektovou výuku. Jedná se především o vědomosti a dovednosti související a přípravou a realizací projektu, volba vhodného problému, tématu projektu, motivace žáků, vytváření příznivého pracovního klimatu, vhodné střídání forem práce, správně odhadnout potřebný čas, umění klást vhodné aktivizující otázky, cílené rozvíjení klíčových kompetencí žáků, pracovat s mezipředmětovými vztahy, umění vést žáky k systematické práci a vhodné dokumentaci projektu, umění obhájit a prezentovat výsledky vlastního projektu apod.

Projektová výuka, badatelsky orientované vyučování a integrovaná tematická výuka

Projektová výuka bývá chápána v širším pojetí jako prostředek aktivního zapojení žáka do výuky. I definice tohoto pojmu jsou různě široké a ne zcela jednotné jak z časového horizontu tak obsahového hlediska. Průcha (2003) definuje projektovou metodu výuky jako: „*Vyučovací metoda, v níž jsou žáci vedeni k samostatnému zpracování určitých projektů a získávají zkušenosti praktickou činností a experimentováním. ... Projekty mohou mít formu integrovaných témat, praktických problémů ze životní reality nebo praktické činnosti vedoucí k vytvoření nějakého*

výrobku, výtvarného či slovesného produktu.“³ Podle Václavíka (2002) je „projekt pro žáky motivem sám o sobě. Přispívá k individualizaci výuky a umožňuje vnitřní diferenciaci. Žáci se učí spolupracovat, řešit problémy; je rozvíjena jejich tvořivost. Projektová výuka má významnou mravní dimenzi, neboť vede k odpovědnosti, podporuje vnitřní kázeň, vede k toleranci“⁴. Tomková (2009) chápe projektové vyučování jako „úkol žáka, za který přebírá plnou odpovědnost, přímo, logicky a systematicky směřuje od motivace, mapování a třídění přes řešení ke konkrétnímu produktu“⁵. Kratochvílová (2006) definuje projekt jako „komplexní úkol (problém), spjatý s životní realitou, s nímž se žák identifikuje a přebírá za něj odpovědnost, ab y svou teoretickou i praktickou činností dosáhl výsledného žádoucího produktu (výstupu) projektu, pro jehož obhajobu a hodnocení má argumenty, které vycházejí z nově získané zkušenosti“⁶.

Hlavním cílem projektové výuky obecně je chápáno aktivní zapojení žáka do edukačního procesu ve všech souvislostech v různě dlouhém časovém horizontu. Dle podmínek můžeme zvolit rozdílnou časovou náročnost daného projektu, je však vždy důležité předem stanovit jasnou strukturu (např. včetně místa realizace a potřebných pomůcek), cíl projektu s ohledem na rozvíjení žádoucích dovedností, využití průřezových témat či mezipředmětových souvislostí.

Badatelsky orientované vyučování je další příklad aktivizujících metod v edukačním procesu. Jak uvádí Petr (2010), znalosti se při tomto způsobu vyučování budují v postupných krocích v souvislosti s řešením určitého problému. Není možné součástí jsou kroky: stanovení hypotézy, zvolení metodiky zkoumání určitého jevu, získání výsledků, jejich následné zpracování a interpretace. Důležitá je také závěrečná obhajoba a prezentace získaných výsledků.

Při využívání badatelských forem v edukačním procesu dáváme žákům prostor pro samostatné, či v kooperaci s dalšími žáky, rozhodování, formulace problému, určení metodiky řešení, vyhledání doplňujících informací. Důležitým prvkem této formy výuky je samostatné experimentování a ověřování prováděné samotným žákem. Vždy je potřeba si za pojmy samostatné práce představit osobnost učitele, která nechá žáky svobodně bádát, ale je připravena v případě potřeby vhodně žáky nasměrovat. Žáci opět získávají a upevňují si důležité klíčové kompetence a další potřebné dovednosti.

Integrovaná tematická výuka je opět jednou z forem výuky, které aktivizují žáka. Jak již název napovídá, žák se zabývá daným tématem a zkoumá ho z různých směrů. Velmi dobře se zde uplatňují mezipředmětové vztahy, vhodně se dají zakomponovat i průřezová témata. Příprava integrované tematické výuky má hodně společného s projektovou výukou, opět je žádoucí zdůvodnit si účel a obsah tematického celku, stanovit osnovu obsahu, konkrétní cíle, plány hodin a činností, použité metody, způsob hodnocení, potřebné materiálové a prostorové vybavení (Kratochvílová, 2009). Tematická výuka se podle Tomkové (2009) dá velmi dobře uplatňovat právě v počátečních stupních vzdělávací soustavy, a to především v mateřských školách a na 1. stupni základních škol. Dostatečný prostor pro integraci učiva do větších tematických celků dává právě výše uváděný RVP.

Konkrétní ukázka projektu na téma magnetismus

Podtitul Základní vlastnosti magnetismu a jejich využití v praxi naznačuje s čím se žák během krátkodobého projektu seznámí a co bude postupně sám objevovat. Vlastní text je strukturován od úvodu, přes pokyny, zadání, stanovení hypotézy, provedení experimentu, popisu experimentu, dohledání dalších informací a ověření dříve stanovené hypotézy. Žák postupně znovupoznává základní vlastnosti magnetu a jeho

chování vůči svému okolí a prohlubuje své znalosti v dané oblasti. Jelikož se s magnety setkáváme již od dětství a doprovází nás každodenním životem.

Zadání:

Máš magnet a různorodou směs předmětů.

Co se stane, přiblížíš-li magnet ke směsi předmětů?



Proveď experiment, přiblíž magnet k hromádce s různými předměty.

Popiš, co se stalo:



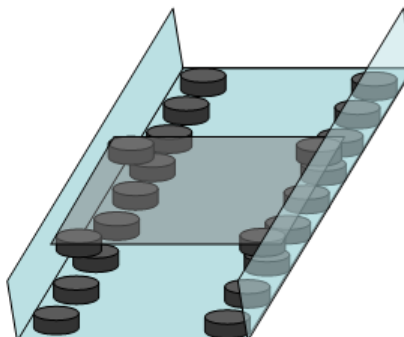
Obr. 8: Ukázka příkladu s formulací hypotézy, následným experimentem a jeho popisem, vždy následuje dohledání informací v dalších zdrojích a verifikace (ověření) původního tvrzení (hypotézy)

Při každé nové situaci žák procvičuje řadu klíčových kompetencí (k učení, k řešení problémů, pracovní, komunikativní, sociální a personální). Po dílčích experimentech si mohou vyrobit vlastní fyzikální hračku, a to buď vlastní kompas či model magnetické dráhy s levitujícím vlakem. "

Postup:

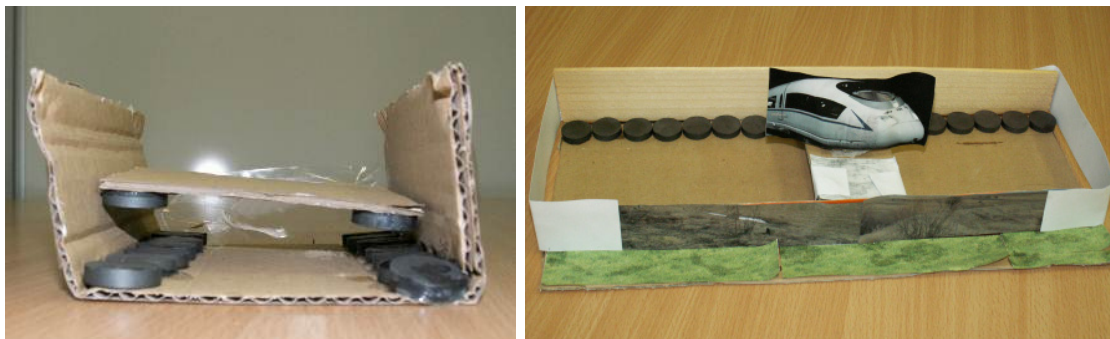
Promysli vhodné uspořádání magnetů, jak na vodící dráze, tak na samotném „vlak“u. Poté si vystříhni z kartonu vodící dráhu. Po krajích připevni magnety vždy stejnými póly nahoru (je vhodné zabezpečit oboustrannou lepenkou a případně i tvrdou čtvrtkou). Na model vlaku zespoda připevni magnety ve vhodném uspořádání. Stále měj na paměti – shodné póly se odpuzují.

Může ti napomoci tento schematický obrázek.



Obr. 9: Ukázka návodného postupu s pomocným schématem

Žák se snaží formulovat základní vlastnosti o daných zařízeních vždy nejprve sám, poté doplňuje své znalosti z literatury, dalších experimentů. U příkladu modelu magnetické dráhy se žák také zamýšlí nad výhodami a nevýhodami a případné užití tohoto způsobu dopravy v budoucnu.



Obr. 3: Ukázky praktických realizací – vlevo zjednodušený model, vpravo výsledek týmové práce

Pracovní listy k projektovému dni na téma magnetismus jsou dostupné z <http://home.zcu.cz/~renkav/>.

Závěr

Ať už se jedná o výuku projektovou, či badatelsky orientovanou nebo tematicky integrovanou, vždy je nutné si uvědomit důležitou a nezastupitelnou roli učitele, odborníka v přípravě a plánování těchto aktivizačních forem výuky. Od učitelů jsou vyžadovány další dovednosti a kompetence, jak při plánování, tak vlastní realizaci. Výhodou při správné motivaci žáků je jejich zapálené bádání v inspirujícím prostředí. Nabízí se propojování znalostí z různorodých oborů do širších celků, objevování dalších souvislostí a uvědomění si využití dílčích poznatků v praxi.

V případě, že se podaří výše uvedenými metodami žáka zaujmout, zvýšíme tím nejen zájem o přírodovědné předměty, ale také aktivizační metody vedou k lepšímu pochopení a zapamatování získaných znalostí a dovedností.

Literatura

1. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. 126 s. [cit. 2011-07-06]. Dostupné z WWW: <http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV_2007-07.pdf>.
2. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. 100 s. [cit. 2011-07-06]. Dostupné z WWW: <http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07_final.pdf>. ISBN 978-80-87000-11-3.
3. PRŮCHA, J. *Pedagogický slovník*. 4. vyd., aktualiz. Praha: Portál, 2003. 322 s. ISBN 80-7178-772-8
4. KALHOUS, Z., OBST, O. *Školní didaktika*. 1. vyd. Praha: Portál 2002. 448 s. ISBN 80-7178-253-X
5. TOMKOVÁ, A. *Učíme v projektech*. 1. vyd. Praha: Portál 2009. 176 s. ISBN 978-80-7367-527-1

6. KRATOCHVÍLOVÁ, J. *Teorie a praxe projektové výuky*. Brno: Masarykova univerzita 2009. 160 s. ISBN 978-80-210-4142-4
7. PETR, J. *Biologická olympiáda – inspirace pro badatelsky orientované vyučování přírodopisu a jeho didaktiku* in *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování*. České Budějovice: Jihočeská univerzita 2010. 165 s. ISBN 978-80-7394-210-6
8. ROCARD, M., CSERMELY, P., JORDE, D., LENZEN, D., WAHLBERG-HENRIKSSON, H., HEMMO, V. *Science Education Now: A renewed Pedagogy for the Future of Europe: Report of the High-Level Group on Science Education Brussels*. [online]. Brussels: European Commission, 2007. 29 s. [cit. 2011-07-07].
9. Dostupné z WWW:< http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf>.
10. BROWN, S. F. *Revoluce na železnici – Vysokorychlostní vladky přijíždějí do USA* in *Scientific American*. České vydání. Praha: Espero Publishing, leden 2011. 88 s. ISBN 977-12-1377-200-8

Kontaktní adresa

PhDr. Irena Vlachynská
Západočeská univerzita v Plzni
Univerzitní 8, 306 14 Plzeň
E-mail: renkav@rek.zcu.cz

VÝUKA FYZIKY JAKO POSTUPNÉ VYTVÁŘENÍ A UŽÍVÁNÍ MODELŮ

Ivo VOLF

Abstrakt

Školská fyzika se od začátku své existence opírala o reálný experiment a konkrétní praxi; teprve potom hledala uspokojivá vysvětlení. Ve 20. Století se začaly ve výuce fyziky využívat modely, jejichž význam se zvýšil zavedením počítačů, přičemž realita získala někdy roli jen motivační nebo ověřovací. V článku se autor zabývá úlohou modelových situací v běžném životě a ve výuce fyziky.

TEACHING PHYSICS AS A PROGRESSIVE CREATION AND USE OF MODELS

Abstract

School physics from the beginning of its existence based on the real experiment and concrete practice, then seek a satisfactory explanation. In the 20 The century began teaching physics using models, whose importance has increased the introduction of computers, the reality of ever won a role in motivating or verification. The author discusses the role model situations in everyday life and teaching of physics.

1 Úvodem: Modelové situace v běžném životě

Málokdy si uvědomujeme, že modelové situace nás doprovázejí po celý život, aniž bychom si to připouštěli. Když zaměstnavatel vypisuje konkurs (výběrové řízení) na místo pracovníka, vyslovuje určité požadavky, přičemž samozřejmě není schopen přehledně vypsát všechny a omezuje se jen na ty základní; přitom podle „nabídky“ pracovníka tyto požadavky určitým způsobem koriguje. Když je vypsána přijímací zkouška na střední školu, ředitelství je povinno přesněji formulovat požadavky pro přijetí, aby všichni zájemci byli jednotně posuzováni a mohli být podle výsledků zkoušky řazeni. Ještě markantnější je to pro vyhlášení přijímacího řízení bez přijímací zkoušky, kdy se dává těm nejlepším možnost získat určitou bonifikaci při přijímací zkoušce. Obdobně se musí formulovat požadavky např. při provádění technické kontroly motorových vozidel. Ve všech těchto případech nejsme schopni vyjmenovat všechny požadavky, jejichž naplnění pak rozhoduje o dalším osudu těch, kteří se výběru podrobili; proto potom porovnáváme konkrétní údaje s určitým ideálním stavem, jehož podmínky jsme formulovali jako modelovou situací.

2 Poněkud nezvyklé, avšak dosti obvyklé modelování

S modelováním reality se však setkáváme v dalších situacích, které nemusejí být spojeny s výběrem. Tak např. běžným modelem je jízdní řád, obsahující podmínky, jak by vlaky či autobusy měly jezdit, aby nedocházelo ke kolizím na trati, ale současně byla zajištěna návaznost jednotlivých spojů. Jízdní řády tedy znázorňují model, podle kterého má doprava probíhat, ne však ne skutečnost, jak skutečně dopravní spoje probíhají. Je pravda, že i tady se naznačují možnosti pro určitý výběr – jak si zorganizovat účelně dopravu, abychom se dostali na místo určení včas, časově

i finančně co nejekonomičtěji. Dalším modelem je třeba školní rozvrh, modelující, jak by měla výuka na základní či střední škole probíhat za normálních podmínek, tedy bez suplování. Do rozvrhu jsou zařazeny i předměty fakultativní, z nichž si žáci podle svého zaměření vybírají. O tom, jak skutečně výuka probíhá, vědí nejlépe rozvrháři nebo zástupci ředitele pověřeni organizací výuky, a v konečné fázi většinou samotní žáci. A ti by mohli vykládat o souladu modelu, reprezentovaného školním rozvrhem, a realitou.

Modelem je i zeměpisná mapa, ve které se znázorňuje na základě dohodnutých značek plošný obraz nás obklopující skutečnosti, případně i globus, který zvažuje i (takřka) kulový tvar Země. K tomuto modelování můžeme využít barevných ploch (oceány a pevniny, nížiny a hory), značek pro velká a menší města, označení všech vyznačených míst. Modelem je ovšem plán výstavby rodinného domku či jiné stavby. S modelováním se tedy setkáváme takřka všude v našem životě.

3 Modelování ve školské praxi

Po dlouhá léta byly stanovovány určité modelové požadavky pro organizaci výuky ve škole, které vyplynuly z požadavku sjednotit výuku i výchovu na školách stejného typu či zaměření. Především je to učební plán, tedy model rozložení výukových předmětů a jim stanovený počet týdenních vyučovacích hodin, tedy zřizovatelem (např. státem) stanovený ideální model doplňovaný podle potřeby každou školou o další možnosti. Dalším modelem byly učební osnovy, které určovaly obsah výuky a mohly být mírně upravované předmětovou komisí. Realita se vždycky od modelu mírně lišila (např. hudební akustika byla modelově zařazena na konec 2. ročníku gymnázia, tedy poté, co byla „probrána“ nauka o vlnění a základy akustiky; ne však vždy zbylo dostatek času i na tuto velmi zajímavou tematiku). Tematické plány – upravované každým učitelem na základě jeho osobní zkušenosti nebo po poradě se zkušenějšími kolegy představovaly (a dodnes představují) základní osnovu, o kterou se opírá reálná výuka. A konečně předběžná a písemná příprava na výuku, vytvářená každým učitelem předmětu a využívaná pro konkrétní aplikaci ve třídě. Realita se od modelových situací vždy poněkud liší: konkrétní materiály schvalované předmětovou komisí a přetvářené učitelem do reálné výuky na každé škole; záznam ve třídnici, písemné přípravy učitele na výuku.

V několika posledních letech se modelové materiály, poskytující podklady pro vytváření konkrétních podmínek pro výuku (tedy i výuku fyziky) změnily. Nahradily je jiné dokumenty, které mají opět jen modelový charakter. Jmenujme ty nejdůležitější: jde především o Rámcový učební plán, přetvářený v určitých mezích každou školou, dále Rámcové vzdělávací programy. Na bázi těchto modelů se pak upravují požadavky na výuku na každé škole. Vznikají tak Školní vzdělávací programy, které nahrazují pro každou školu dříve centrálně zadané modely výuky. Na ně pak navazují tematické plány pro výuku (fyziky), příprava učitele na výuku tématu, příprava učitele na výuku v určité vyučovací hodině. Všechny tyto přípravné práce naznačují (tj. do jisté míry modelují), jak bude výuka fyziky ve skutečnosti organizována. Zde považuji zmínit tolik chybějící standardy výuky (mj. i pro fyziku), o nichž jsme před několika lety diskutovali na konferenci v Srní, ještě předtím, než se ministerstvem „spustila“ poslední „školská reforma“.

4 Modelování a obecné pohledy na výuku fyziky

Přijali jsme za základní tezi, že fyzikální vědy popisují svět kolem nás speciálními metodami, snaží se najít principiální vyjádření změn a příčiny těchto změn, zobecnit provedená dlouholetá pozorování, výsledky experimentů i teoretických úvah.

Víme však, že svět nás obklopující je velmi složitý, ale my se ho snažíme popsat jednoduchým vyjádřením – proto musíme diferencovat obecnější a konkrétnější charakteristiky. Vytváříme tzv. modelové situace, u nichž se snažíme potlačit to nepodstatné pro daný případ a zvýraznit vlastnosti charakteristické. Jednodušší pohled na realitu lze potom popsat jednoduššími zákonitostmi, což nám vyhovuje ve fyzikální vědě i školské výuce. O tento „životně důležitý“ poznatek, který je ve vědeckém světě obecně známý a kvůli kterému se výsledky, získané v modelových situacích, musejí pečlivě ověřovat v praxi, by neměli být ošizeni žáci při výuce fyziky: každý závěr, který v modelové situaci provedeme, je zatížen procesem zjednodušování, který jsme zahájili již při popisu zkoumané situace a na němž je potom založen nejen tento popis, ale z něj vyplývající teoretické nebo i praktické zkoumání závislostí jednotlivých fyzikálních charakteristik.

Podívejme se, jak se to projevuje např. v mechanice. Kvůli jednoduššímu popisu místo konkrétních těles zavádíme hmotné body, místo skutečného pohybu tělesa sledujeme pohyb jeho těžiště. Pracujeme s tuhým tělesem, jež se nemění účinkem vnějšího silového působení. Při jednoduchém popisu pohybu tělesa (nahrazeného pohybem hmotného bodu) nesledujeme působení odporových sil. Z praktických důvodů dovedeme rozložit valivý pohyb tělesa na posuvný pohyb těžiště a rotaci tělesa kolem zvolené osy. Pro vztah pohybu a síly si často vystačíme s Newtonovými pohybovými zákony = principy, axiomy, v nichž podmínky a tělesa idealizujeme. Zavádíme ideální tuhé těleso, pro něž platí zákony skládání sil. Obdobně zavádíme ideální kapalinu bez vnitřního tření a nestlačitelnou, pro niž platí rovnice kontinuity, případně i zákon zachování energie. Naopak zavádíme ideální plyn, který je dokonale stlačitelný a chová se přesně podle stavové rovnice. Zavádíme pohyby bez odporových sil a pro případ, že odporové síly nelze zanedbat, hledáme co nejjednodušší cestu pro výpočet tzv. mezní rychlosti, při níž se výslednice všech působících sil rovná nule.

Obdobně se to projevuje i v termice. Při studiu tepelných jevů a dějů existují v podstatě dvě cesty – termodynamická, kde operujeme se dvěma veličinami – teplota a teplo, jež se hodí k modelovému popisu mnoha jevů. Dále je to cesta molekulové fyziky, kde pracujeme s částicemi, jež jsou velmi malé a jichž je velký počet, takže musíme užívat statistické veličiny, které nám umožňují vytvořit molekulárně-kinetickou teorii látek. Úkolem (školské) fyziky je potom vytvořit v myslích žáků oba dva druhy popisu, nalézat společné, shodné popisy reality, přičemž je základem tohoto modelu pojem částice (atom, ion, molekula). Pro soulad modelových situací a konkrétní reality experimentálně ověříme teoretické hypotézy.

Modelové představy nacházíme samozřejmě v učebnicích. Zatímco se v minulosti (např. učebnice z druhé poloviny 19. století) v učebnicích vycházelo z reálných experimentů, které byly podrobně popsány a měly být předvedeny žákům na vyučovací hodině, a nalézaly se teoretické závěry z nich plynoucí, ve 2. polovině minulého století se objevily učebnice vycházející při výkladu jevů právě od fyzikálních modelů. Uvedeme např. základy molekulové fyziky, vycházející při výkladu ze známého vztahu pro energii částice připadající na jeden stupeň volnosti $\frac{1}{2} k T$, kde k je Boltzmannova konstanta a T představuje termodynamickou teplotu, nebo učivo o elektřině, které je již od 6. ročníku základní školy založeno na elektronovém modelu, učivo o termice na

částicovém modelu, optika, nauka o kmitech a vlnění na geometrickém modelu. Podrobně o modelovém přístupu pojednává studie Vachka a Lepila: Modely a modelování ve školské fyzice.

5 Každá fyzikální úloha je vlastně model

Fyzikální úloha je problém, který položíme před řešitele (sami před sebe, učitel před žáky) k řešení. Psychologie tvrdí, že se úloha stává problémem, když je pro řešící osobu nezbytností, již se nelze vyhnout, tedy vznikne tzv. problémová situace. Při řešení vychází řešitel na základní či střední škole z popisu reálné situace, kterou mu učitel (nebo v procesu řešení on sám) zjednoduší tak, že na její řešení lze použít jednoduché fyzikální zákonitosti, s nimiž byl seznámen ve školské fyzice. Samozřejmě se počítá i s tím, že problém nebyl zadán úplně a některé informace pro jeho řešení musí řešitel-žák pak nalézt ve vhodných informačních zdrojích. V našem dalším výkladu problematiky se věnujeme řešení fyzikálních úloh, na něž budeme pohlížet jako na modelové situace.

Podívejme se na obecnou strategii řešení fyzikálních úloh. Fyzika se vyrovnává s úkolem popsat reálnou situaci co nejjednodušším, ale také co nejpřesnějším způsobem. Tak se každý problém formulovaný jako fyzikální úloha řeší tak, že nejprve odstraňujeme z popisu ty součásti, které nejsou pro popis podstatné, zjednodušujeme vyjádření tohoto problému, s ohledem na úroveň matematického a fyzikálního poznání, na niž se žáci (nebo i jiní řešitelé) zatím dostali. Tím získáváme tzv. model.

Tento postup se projevuje při formulaci problémů fyzikálních, kde často nahrazujeme složitější realitu jednoduššími představami (někdy i ryze mechanickými, protože mechanické jevy a děje si jsme schopni představit nejlépe). Často řešíme na modelové úrovni problémy z oblasti mezipředmětových jevů, např. úlohy z biofyziky, biomechaniky, geofyziky, astrofyziky, ale i techniky. Důležité jsou i problémy plynoucí z běžného, každodenního života, které pro úspěšné řešení musíme zbavit nepodstatných podrobností.

Myšlenkově postupujeme při vytváření fyzikálního modelu přibližně takto:

- Realita a její popis →
- fyzikální model pojmový →
- fyzikální model veličinový →
- matematický model reality →
- grafická reprezentace matematického modelu →
- fyzikalizované řešení matematického modelu →
- konfrontace s realitou.

Proces řešení fyzikálního problému tedy začíná modelováním a končí konfrontací získaného řešení s realitou, z níž problém vychází. Součástí matematizace je postupné nacházení vhodné funkce nebo funkcí mezi fyzikálními veličinami, tj. kvantitativními charakteristikami, jež můžeme při popisu předmětů, jevů a dějů i v procesu řešení problémů použít. Bližší informace o fyzikální úloze, na kterou pohlížíme jako na model, najdeme v naší práci Metodika řešení úloh ve středoškolské fyzice.

6 Několik konkrétních ukávek

Nejlépe to pochopíme na konkrétních příkladech:

6.1 Jak stanovit hmotnost atmosféry?

Odhadněte, jakou hmotnost má zemská atmosféra. Plošný obsah zemského povrchu je asi 510 miliónů km². Kdyby se plyny tvořící atmosféru stlačily na hustotu vzduchu

při hladině moře, potom by prý vytvořila atmosféra homogenní vrstvu o tloušťce asi 10 km. Toto však možné není, ale víme, že tlak atmosférického vzduchu při hladině moře má hodnotu 0,10 MPa. Stačí tyto údaje ke stanovení hmotnosti zemské atmosféry?

*Řešení: První model nám umožní určit objem homogenní vrstvy, $V = 5,1 \cdot 10^9 \text{ km}^3$,
odtud určíme hmotnost atmosféry $6,5 \cdot 10^{18} \text{ kg}$.*

*Druhý model vysvětluje, že tlak vzduchu $p = m g / S$, takže potom
 $m = p S / g = 5,1 \cdot 10^{18} \text{ kg}$. Oba výsledky se řádově shodují.*

6.2 Kdyby asteroid dopadl do Antarktidy

Antarktida je světadíl, který se neustále potýká s nízkými teplotami. V jejich důsledku je na jejím povrchu ledovec o plošném obsahu 13,8 miliónů km^2 a střední tloušťce 2,2 km. Kdyby do Antarktidy dopadl asteroid nebo kdyby se zvýšila globální teplota na povrchu Země, mohl by pevninský led roztát. Odhadněte, jak by se tání tohoto ledovce projevilo na zvýšení hladiny oceánů.

*Řešení: Stanovíme nejprve celkový objem ledové vrstvy $V = 3,0 \cdot 10^{16} \text{ m}^3$, tedy voda z ledovce vzniklá by měla hmotnost asi $2,7 \cdot 10^{16} \text{ tun}$, a tedy objem $2,7 \cdot 10^{16} \text{ m}^3$.
Je-li S plošný obsah povrchu Země, potom pro případ, že by se vzniklá voda rovnoměrně rozprostřela v mořích a oceánech, je $h = V / 0,71 S$, tedy asi 72 m.
Zvýšení hladiny světových oceánů by však vedlo k rozšíření plochy moří, takže by zvýšení hladiny bylo jenom 65 m, ale ty důsledky! Prohlédněte si mapu Evropy a odhadněte, která území by byla zaplavena.*

6.3 Jak by vypadal model sluneční soustavy, kdyby Zemi představoval malý globus.

Malý globus zakoupený v obchodě má průměr 25 cm. Jak by vypadal model sluneční soustavy – jaké rozměry by měly jednotlivé planety a Slunce, jaké by byly vzdálenosti mezi planetami a Sluncem. Proč neposkytuje tellurium vždycky vhodnou představu o planetární soustavě?

Řešení: Nejprve stanovíme měřítko: průměr globu je 25 cm, průměr Země 12 740 km. Odtud 1 cm na globu představuje asi 500 km, vzdálenost 1,0 m představuje 50 000 km a vzdálenost 1,0 km představuje v tomto modelu 50 miliónů km. Měsíc se bude jevit jako míček-tenisák o průměru 6,8 cm, pohybující se ve vzdálenosti 7,7 m od středu globu (Země). Slunce bude mít v průměru 27,5 m (asi jako desetipatrový dům), ve vzdálenosti 3,0 km. Merkur bude mít průměr 7,0 cm a bude umístěn necelý kilometr od Slunce. Venuše bude mít v průměru asi 23 cm, bude se pohybovat asi 2,2 km od středu Slunce Mars bude mít v průměru asi 14 cm a bude se pohybovat po elipse ve vzdálenosti 4,5 km. Trpasličí planeta Pluto bude mít asi 7 cm v průměru a bude se pohybovat ve vzdálenosti asi 120 km. Tento model však ještě nezachycuje pohyb planet, jejich rotaci kolem osy. Přesto však z modelu máme dojem, jak je model prázdný, což vyjadřuje realitu kolem nás: prázdko, prázdko. Kdybychom všechny rozměry zmenšili desetkrát, přesto by zůstal tento mechanický model planetární soustavy dosti názorný

6.4 Představa Avogadrovy konstanty $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Kdosi vymyslel následující přirovnání: v jednom molu plynu za normálních podmínek je tolik částic jako zrněk písku na Sahaře. Lineární rozměr zrnka písku berte 0,5 mm, plošný obsah Sahary je 8,0 miliónů km^2 .

Řešení: Objem zrnka písku je $0,125 \text{ mm}^3$, objem všech zrněk na Sahaře (pochopitelně v našem modelu, kdy na Sahaře je určený počet zrněk písku) $7,5 \cdot 10^4 \text{ km}^3$. Vytvoříme si model, kdy písková vrstva na Sahaře je všude stejná a použijeme-li vztahu $h = V/S$, pak $h = 9,3 \text{ m}$, což zase není tak nereálné.

6.5 Odhadněte lineární rozměry a hmotnost jedné molekuly vody H_2O .

Řešení: Přímé měření ani jedné z hledaných veličin není možné. Užítím matematických výpočtů však odpověď dáme. Využijeme znalosti Avogadrovy konstanty a skutečnosti, že známe molární hmotnost vody $0,018 \text{ kg/mol}$. Odtud vychází hmotnost molekuly $3,28 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$. Jeden mol vody má objem $0,018 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, takže pro jednu molekulu připadá $30 \cdot 10^{-30} \text{ m}^3$. Hrana krychličky o tomto objemu má délku $0,31 \text{ nm}$; lineární rozměry budou mít hodnotu desetin nanometru.

6.6 Molekuly kuchyňské soli v Černém moři

Podle zeměpisné encyklopedie má Černé moře plošný obsah $413\,488 \text{ km}^2$ a střední hloubku 1271 m . Do moře vhodíme z lodí půlkilogramový pytlík kuchyňské soli a necháme sůl dobře rozpustit. Pro lepší rozpouštění požádáme regionální skupinu delfínů, aby se o to postarala. Je pochopitelné, že zvýšení salinity mořské vody nemůžeme pozorovat. Odhadněte, kolik molekul soli (lépe: dvojic iontů Na-Cl z tohoto pytlíku bychom mohli najít v jednom desetilitrovém kbelíku mořské vody pocházející z Černého moře.

Řešení: Objem vody v Černém moři stanovíme $V = S h = 525\,543 \text{ km}^3$. Kuchyňská sůl má molární hmotnost $0,0585 \text{ kg/mol}$, Avogadrovu konstantu známe. V půlkilogramovém pytlíku máme asi $5 \cdot 10^{24}$ částic. Přepočteme-li objem vody v Černém moři na počet kbelíků, dostaneme hodnotu $525\,543 \cdot 10^{11}$, takže v jednom kbelíku najdeme $5 \cdot 10^{24} : 5,25 \cdot 10^{16} \approx 10^8$ částic. Problém je v tom, že kuchyňská sůl ve vodě podléhá disociaci.

6.7 Délka řetězce molekul vody

Jak dlouhý by byl řetězec, v němž bychom umístili všechny molekuly vody, které jsou obsaženy v jednom molu vody?

Řešení: Zjistili jsme, že lineární rozměr molekuly vody je asi $0,31 \text{ nm}$. Počet částic v jednom molu je $6 \cdot 10^{23}$, tedy délka řetězce $x = 0,31 \cdot 10^{-9} \cdot 6 \cdot 10^{23} \text{ m} = 186 \cdot 10^{12} \text{ m} = 186$ miliard km, tedy řetězec by sahal od středu Slunce až do tisícínásobku poloviční vzdálenosti mezi Zemí a Marsem.

6.8 Poměr hmotností Slunce a Země

Na základě údajů, které může zjistit pozorovatel na povrchu Země, určete hmotnost Země a hmotnost Slunce nebo alespoň jejich poměr. Nebude to zřejmě obtížné, protože již Jan Neruda uvádí ve Zpěvech kosmických, že „ze Slunce by nastrouhal třístátricet tisíc Zemí“.

Řešení: Ke stanovení hmotností uijeme Newtonův gravitační zákon, který vyjadřuje sílu, působící mezi Sluncem a Zemí a mezi Zemí a Měsícem. Tato síla je silou dostředivou, takže po vzájemném porovnání zjišťujeme, že musíme znát nejen dobu oběhu Země kolem Slunce a dobu oběhu Měsíce kolem Země (siderické

doby stanovíme na základě pozorovaných dob synodických), ale musíme znát i vzdálenost těch-to těles. Pro výpočet je nutno znát také hodnotu gravitační konstanty. Při porovnání obou hmotností vystačíme jenom se vzájemnými vzdálenostmi a siderickými dobami oběhu, poměr hmotností je 330 000.

6.9 Lyžař sjíždí po dlouhém svahu I

Po dlouhém svahu o délce 2,5 km s rozdílem nadmořských výšek mezi startem a cílem 1250 m jede lyžař o hmotnosti 80 kg. Jaké největší rychlosti dosáhne, jestliže smykové tření a odporovou sílu nebudeme uvažovat?

Řešení: Vyjdeme ze zákona zachování mechanické energie – na počátku pohybu je potenciální energie $E_p = m g h_1$, kinetická energie $E_k = 0$, při průjezdu cílem $E_p = m g h_2$, kinetická $E_k = \frac{1}{2} m v^2$. Odtud plyne pro velikost rychlosti $158 \text{ m/s} = 570 \text{ km/h}$, což je reálně neuskutečnitelné, tedy zvolený model nefunguje. Hmotnost lyžaře při výpočtu není potřeba.

6.10 Lyžař sjíždí po dlouhém svahu II.

Po dlouhém svahu z minulé úlohy sjíždí lyžař, avšak odpor prostředí zanedbat nemůžeme. Jaké dosáhne nejvyšší rychlosti? Hmotnost lyžaře je rovna 80 kg, odporovou sílu určíme nejlépe užitím Newtonova vztahu $F = \frac{1}{2} C S \rho v^2$. Při pohybu po kopci působí na lyžaře stálá síla o velikosti $m g h/l$, kde $h/l = p$ je sklon kopce. Jaké největší rychlosti lyžař dosáhne. Jak se tento výsledek změní, uvážíme-li smykové tření lyží o podložku?

Řešení: Sklon kopce je $p = 0,50 = \sin \alpha$, odkud $\alpha = 30^\circ$. Odporová síla se zvyšuje úměrně s rychlostí lyžaře, až lyžař dosáhne silové rovnováhy, přičemž vychází pro velikost rychlosti $37 \text{ m/s} = 133 \text{ km/h}$; tato hodnota je trochu nadnesená. Uvážíme-li smykové tření, vyjde rychlost lyžaře o něco menší.

6.11 Cyklista jede z kopce bez šlapání

Při jízdě z kopce absolvoval cyklista trasu o délce 2,5 km se spádem 0,15. Hmotnost cyklisty i s kolem je 80 kg. Jaké rychlosti dosáhne cyklista, když odpor vzduchu nebudeme uvažovat? Proč tento model nezobrazuje svět reálně? Jaké rychlosti dosáhne cyklista, platí-li pro velikost odporové síly Newtonův vztah? Jak ovlivní výsledek valivý odpor?

Řešení: Sklon kopce je $0,15 = \sin \alpha$, odkud $\alpha = 8^\circ 38'$. Úlohu řešíme obdobně jako pro lyžaře, mezní rychlost vychází $20 \text{ m/s} = 72 \text{ km/h}$. Zvážíme-li odpor prostředí, získáme pro rychlost cyklisty hodnotu $14,3 \text{ m/s} = 51,5 \text{ km/h}$. Započítáním valivého odporu se velikost výsledné rychlosti ještě poněkud zmenší.

6.12 Cyklista po rovině šlape ze všech sil

Po vodorovné silnici jede cyklista, který šlape do pedálů ze všech sil. Platí pro něj podmínky z úlohy 6.3 (vyjma sklonu kopce). Zjistěte, jaké největší rychlosti může cyklista dosáhnout, když svalovou silou překonává sílu odporu vzduchu a jeho výkon nepřesáhne po dobu jízdy hodnotu 1250 W.

Řešení: Síla, kterou vyvíjí cyklista, je rovna odporové síle, již na cyklistu působí vzduch při jeho jízdě. Výkon určíme jako podíl $P = W/t = \frac{1}{2} C S \rho v^3$. $v = \sqrt[3]{\frac{2 P}{C S \rho}}$. Odtud dokážeme stanovit velikost mezní rychlosti, $v = 16,2 \text{ m/s} = 58 \text{ km/h}$. Uvážíme-li ještě valivý odpor, dostaneme menší, avšak reálnější hodnotu.

7 Grafický záznam $v(t)$ jako model reality

Zatím jsme se zabývali otázkami modelů reality, které popisujeme slovně nebo na základě znalosti fyzikálních charakteristik, které nazýváme fyzikální veličiny. Samozřejmě, v rámci vizualizace modelů můžeme znázornit danou situaci na základě grafickém. Jednak jde o grafické vyjádření funkčních závislostí, které vychází ze známých matematických vztahů, $y = f(x)$. Graf funkce může vést k nalezení řešení, popř. může být východiskem k dalším závislostem, které na první pohled nejsou zřejmé (např. grafická integrace, grafické derivování). Jako grafická reprezentace může sloužit také reálný obrázek dané situace, který vede k nalezení správné strategie řešení, k získání potřebných informací apod.

Také zde se pokusíme naše tvrzení dokumentovat několika konkrétními příklady.

7.1 Sprinter na krátké trati běží

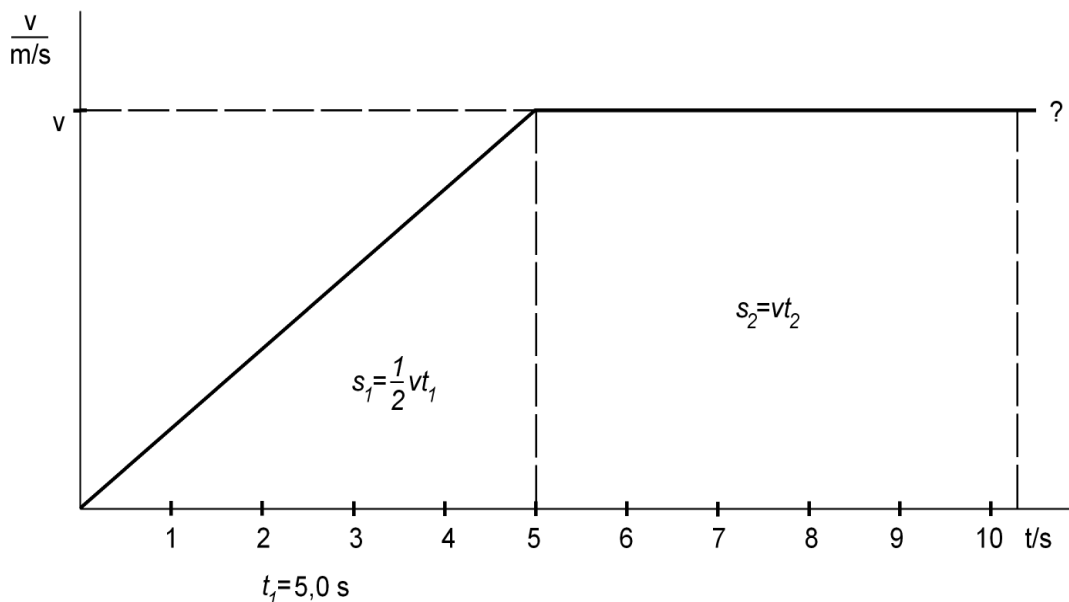
Sprinter běží po trati o délce 100 m tak, že prvních 32 m se rovnoměrně zrychluje po dobu 5,0 s a potom až do cíle už běží stálou získanou rychlostí v . Za jak dlouho uběhl danou trasu a jaké bylo zrychlení jeho pohybu na počátku?

Řešení: Úlohu bychom mohli řešit algebraicky, ale pro získání lepší představy sestojíme nejprve graf závislosti rychlosti pohybu na čase. V prvním úseku po dráze $s_1 = 32$ m za dobu $t_1 = 5,0$ s se bude jednat o pohyb rovnoměrně zrychlený, kdy platí $v = a t_1$, $s = \frac{1}{2} v t_1$, druhý úsek dráhy představuje pohyb rovnoměrný, $s = v t_2$. Výsledná doba pro běh na 100 m potom je $t = t_1 + t_2$, číselně 10,31 s. Algebraické řešení je velmi jednoduché, ale málo názorné:

$$s_1 = \frac{1}{2} v t_1, \quad v = 2s_1/t_1 = 12,8 \text{ m/s}, \quad s_2 = v t_2, \quad t_2 = (s - s_1)/v_1, \quad t_2 = 5,31 \text{ s}$$

$$t = t_1 + t_2 = 10,31 \text{ s}.$$

Grafické řešení je podstatně jednodušší. Vyžaduje však určitou zbehllost v práci s grafy $v = f(t)$.



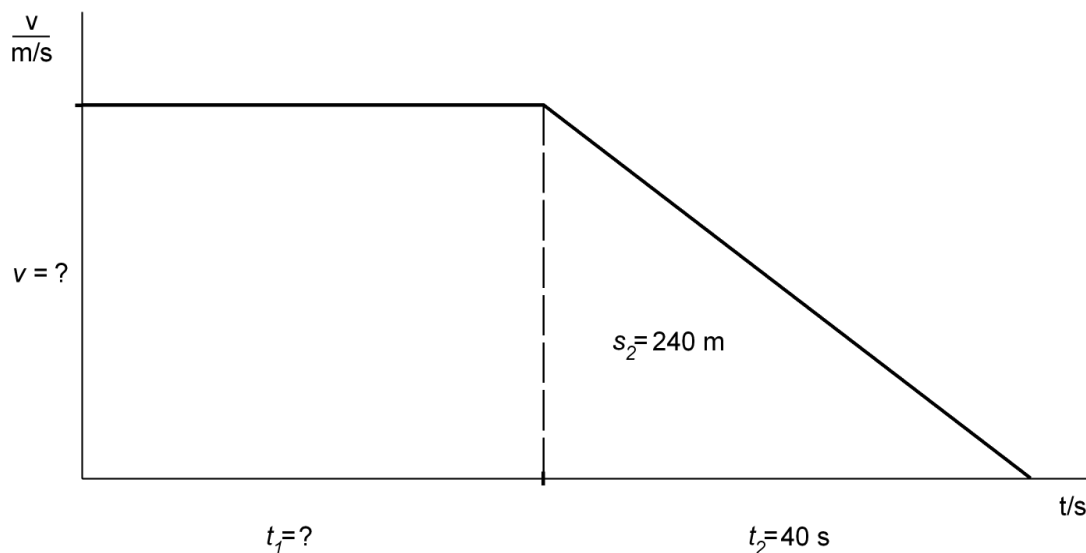
7.2 Na cyklistických závodech

Na cyklistických závodech na trase 1000 m s letným startem urazil mladý cyklista trasu za jistou dobu t stálou rychlostí a poté, co projel cílem, po trase 240 m rovnoměrně zastavoval po dobu 40 s. Jakou rychlostí jel mladý cyklista a jakého času při závodech

dosáhl? Jak by se změnil výsledek, kdyby brzdil na dané vzdálenosti jenom po dobu 36 s?

Řešení: K pochopení postupu řešení si nakreslíme graf závislosti rychlosti na čase; půjde nejprve o náčrt, protože hodnoty příslušných veličin neznáme. V diagramu $v(t)$ znázorníme nejprve rovnoměrný pohyb cyklisty po závodní trase a jeho postupné zastavování v následujícím časoprostoru. Také zde se nám zdá, že algebraické řešení je velmi jednoduché, ale grafické řešení je podstatně názornější a řešitele vede k cíli.

$$s_2 = \frac{1}{2} v t_2, v = 2s_2/t_2 = 12 \text{ m/s}, s_1 = v t_1, s_1/v = 83,3 \text{ s.}$$



7.3 Vzletová rychlost letadla

Letečtí experti stanovili rychlost, nutnou pro start velkého dopravního letadla, na 270 až 324 km/h, a to v závislosti na směru a rychlosti větru i na hmotnosti letadla. Při rozjezdu se zvyšuje rychlost letadla rovnoměrně z klidu tak, že každých 5,0 s vzroste o 12,5 m/s.

- Jak dlouho trvá, než se letadlo „odlepí“ od země?
- Do grafu $v(t)$ vyjádří, jak se mění rychlost na čase od zahájení pohybu letadla až po „odlepení“ od ranveje.
- Jakou nejmenší dráhu ke startu letadlo potřebuje?
- Porovnej získaný údaj se startovními drahami na letištích: Denpasar (Bali - Indonésie), Soči-Adler. Pro řešení zvol Google Earth 3D. www.GoogleEarth.com.

Řešení: Tentokrát zpočátku budeme vycházet z algebraického řešení, které nám umožní nakreslit příslušné grafy, zejména pro vyjádření $v = f(t)$. Sestrojení grafu v části b) je jednoduché a je východiskem ke stanovení odpovědi na část c). Když se budeme pokoušet získat potřebné informace, popř. získaný výsledek konfrontovat s realitou, je třeba hledat na www.GoogleEarth.com.

7.4 Přistávací ranveje na letišti Soči-Adler

V roce 2014 se mají konat zimní olympijské hry v kavkazském pohoří v okolí města Soči (Ruská federace). Mohou na letišti Soči-Adler přistávat velká letadla, potřebující delší přistávací ranveje?

Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 5

Řešení: Úloha je variantou předcházejícího problému, zpracovává dosti aktuální situaci. Přijatelný model k řešení musíme doplnit informacemi, které vyčteme z družicového snímku příslušného letiště.



7.5 Měření na družicových snímcích

Podívejme se na nádraží v ruském přímořském letovisku Lazarevskojе na břehu Černého moře a zjistíme délku tam stojících vlaků

Řešení: Také v tomto případě využijeme družicových snímků, které jsou k dispozici na internetové stránce www.GoogleEarth.com. Získaný obrázek je zdrojem modelu, který potřebujeme ke zpracování zadaného úkolu.



Literatura:

1. VACHEK, J.- LEPIL, O.: Modely a modelování ve školské fyzice. Praha, Státní pedagogické nakladatelství
2. VOLF, I.: Metodika řešení úloh ve středoškolské fyzice. Hradec Králové, MAFY 1997. 49 s.
3. VOLF, I.: Metodika řešení úloh z fyziky (zejména na základní škole). Hradec Králové, MAFY 1997.
4. VOLF, I.: Bez grafů by bylo řešení úloh asi obtížnější 1, 2. Rozhledy matematicko-fyzikální 82 (2007), č. 4, s. 15-20, 83 (2008), č. 1, s. 19-23.
5. GoogleEarth3D

Kontaktní adresa

Prof. RNDr. Ivo Volf, CSc.,
Katedry fyziky, Přírodovědecká fakulta Univerzity Hradec Králové,
500 03 Hradec Králové, Rokitanského 63,
E-mail: ivo.volf@uhk.cz

A K ČEMU NÁM TO JAKO JE?

Kateřina VONDŘEJCOVÁ

Abstrakt

Učitel fyziky při výuce často čelí otázce: A k čemu nám to jako je? Hledání odpovědi je důležité již při studiu učitelství fyziky. Učitel by měl při výuce fyziky ukázat žákům, že fyzika není jen teorie, ale má bohaté využití v běžném životě jak v současné době, tak i v dějinách. Odpovědi na danou otázku v jednotlivých kapitolách fyziky hledají studenti učitelství fyziky na Univerzitě Hradec Králové a poskytují je učitelům fyziky.

AND WHAT IS IT GOOD FOR?

Abstract

A teacher of physics often has to face the following question: „And what is it good for?“ Looking for the answer is important already in the period of university studies of the subject teaching of physics. A teacher should show the pupils that physics is not only theory. It is very useful and applicable in daily life as well as in history. Students of teaching of physics at University of Hradec Králové look for an answer to the question above within individual chapters of physics education and afterwards provide physics teachers with these answers.

Otázku: „K čemu nám to jako je?“ slyší učitel fyziky při výuce velmi často. Hledání odpovědi na ni vede k zamyšlení se nad praktickým využitím poznatků fyziky a také nad připraveností učitelů na tuto otázku dopovědět.

Žáci se ptají

Pokládaná otázka míří k učiteli fyziky z různých důvodů. V některých případech se ptají žáci, které fyzika zajímá. Snaží se vidět její uplatnění běžném životě, v situacích, které běžně prožívají, ale také ve vědě. V mnohých případech se však jedná o otázku ze strany žáků, kteří považují fyziku za povinnost, kterou si musí ve škole odsedět. Fyzika je to pro ně chvilková záležitost, spousta vzorečků naprosto vzdálených od reálného života. Připouštějí, že fyzika a technika ovlivňují život společnosti, ale že se touto oblastí budou zabývat jiní lidé než oni. Poznatky, které získají na základní nebo střední škole, stejně v běžném životě nikdy nevyužijí. Žáci nemají chuť učit se něco, co je pro ně zbytečné. Probíraná látka musí být pro ně nějakým způsobem užitečná. Uvedená fakta plynoucí z mých zkušeností při výuce fyziky jsou v souladu s výsledky dotazníkového šetření [1].

Učitel odpovídá

Učitel by měl být schopen na položenou otázku odpovědět, umět nalézt ke každé probírané kapitole zajímavá praktická uplatnění. Neměl by ale jen čekat, až zmiňovaná otázka bude položena. Příklady praktické využitelnosti fyziky by měly být součástí výkladu. Ukázání mnoha příkladů, kde vlastně všude fyziku denně potkáváme, ale také moderních oblastí, kterým se věnuje pozornost výzkumu, vede k chápání fyziky jako

vědy potřebné k životu. Ukazujeme tak fyziku jako běžnou součást života každého člověka a také jako prestižní vědu, která je pro společnost přínosná, neustále se rozvíjí a jsou potřební mladí lidé, kteří se jí budou nadále věnovat.

Nacházení praktických aplikací fyziky vhodných do výuky spočívá v pozorném sledování okolí, všímání si maličkostí, nalezení vhodných příkladů. Dále pak nalezení vhodných způsobů prezentování žákům. U mnohých případů je vhodné, aby aplikace byla žákům předložena zjednodušeně se zdůrazněním problematiky, které je vyučovací hodina věnována. Zároveň je důležité upozornit na další zesložitující podmínky, které byly vynechány, ale pro správnou funkci jsou nepostradatelné. Praktické aplikace lze doplnit vhodnými obrázky, nebo zapojit také experiment.

Nalezení vhodných praktických aplikací fyziky není u všech témat zcela jednoduché a samozřejmé. Začít hledat praktické využití fyziky v běžném životě a ve vědě je proto důležité již při studiu učitelství fyziky. Člověk, který hledá praktické využití fyziky, se na své okolí dívá jinými očima – očima fyzika. Všimá si zajímavých aplikací, které bereme jako samozřejmou součást a fyzikální význam nevnímáme. Zajímá se o funkci jednotlivých zařízení hlouběji. Často si všimne, že se u jednoho stroje nebo technického zařízení využívají poznatky z více různých oblastí fyziky.

Metodické materiály na webových stránkách Centra talentů M&F&I

Na katedře fyziky Přírodovědecké fakulty Univerzity Hradec Králové se studenti učitelství fyziky pro druhý stupeň základní školy a pro střední školy připravují, aby byli schopni správně reagovat na položenou otázku. V rámci výuky didaktiky fyziky dostávají jako dílčí úkol najít zajímavé aplikace fyziky na dané téma. Toto téma je zpracováno stručnou formou, doplněno o vhodné obrázky. Vzniklé metodické materiály jsou vystavovány na internetových stránkách projektu Centrum talentů M&F&I <http://cental.uhk.cz/>. Studenti se musí sami zamýšlet nad zadaným tématem, ale zároveň mohou využívat již publikované nápady pro svou budoucí praxi. Vzniklá databáze metodických materiálů je tedy postupně doplňována o nová témata. Vlivem nízkého počtu studentů učitelství fyziky je toto doplňování bohužel poněkud pozvolné.

Metodické materiály ale neslouží jen studentům Univerzity Hradec Králové. Internetové stránky Centra talentů M&F&I jsou určeny pro učitele na základních a středních školách a v rámci Královéhradeckého kraje byli o existenci webových stránek informováni letáky rozeslanými do jednotlivých škol. Metodické materiály zde publikované slouží k podpoře výuky matematiky, fyziky a informatiky na základních a středních školách. Jsou tedy volně stažitelné pro využití v praxi.

V sekci věnující se metodickým materiálům odpovídajících na otázku: „K čemu nám to je?“ je možnost diskuse, kde učitelé mohou napsat typ otázky, který je zaskočil, téma, které jim činí problém aplikovat do praxe atd. Zároveň je tu možnost pro všechny zájemce vystavit jejich zpracované metodické materiály na téma, které v databázi chybí.

Význam dějin fyziky

Zastavme se u problematických oblastí, kde není snadné nalézt aplikace v okolí, nebo jsou tyto aplikace málo významné. U některých partií fyziky lze ukázat, že v současné době se již tolik s praktickým využitím nesetkáváme, zato v dějinách fyziky byly velice užitečné (např. páka, kladka, vrhy). Aby lidé dokázali stroje správně využívat, museli chápat jejich princip, museli existovat jedinci, kteří stroje dovedli vyrobit, dokázali vše potřebné správně propočítat. Bylo nutné příslušné partie fyziky znát a učit je další generace. Zařazené učivo v učebnici fyziky není záležitost jen autorů,

kteří učebnici napsali, ale je výsledkem potřeb lidí po více generací. Ukázání využití fyziky v dějinách podněcuje chápání fyziky jako součásti kultury.

Dalším důvodem, proč ukazovat žákům využití fyzikálních poznatků v dějinách, je míra složitosti. V dnešní době jsme obklopeni mnoha aplikacemi fyziky. Jen v domácnosti používáme velké množství spotřebičů, přemísťujeme se pomocí dopravních prostředků, komunikujeme s ostatními lidmi, i když jsme od nich ve velkých vzdálenostech atd. Najdeme kolem sebe mnoho využitých fyzikálních poznatků. Problémem ale je, že v mnoha případech jsou věci, které nás obklopují, složité a použité fyzikální poznatky převyšují rámec výuky základní, nebo i střední školy. Pro žáky se pak tyto aplikace fyziky mohou zdát příliš složité a nepodaří se jim v nich nalézt správnou fyzikální podstatu. Podíváme-li se do historie fyziky, najdeme v ní jednodušší stroje, jejichž princip je mnohem názornější. Vidíme využití jednoduchých fyzikálních poznatků, se kterými se setkávají žáci při výuce. I těmto příkladům využití fyziky v praxi je mezi vystavenými metodickými materiály věnována pozornost.

Literatura

1. HÖFER, G a kol. *Výuka fyziky v širších souvislostech – názory žáků. Výzkumná zpráva o výsledcích dotazníkového šetření*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2005. 215 s. ISBN 80-7043-436-8.
2. <http://cental.uhk.cz/>

Kontaktní adresa

*Mgr. Kateřina Vondřejcová
Univerzita Hradec Králové, Přírodovědecká fakulta
Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové
Telefon: +420 608 122 984
E-mail: katerina.vondrejцова@seznam.cz*

EXPERIMENTÁLNÍ ÚLOHA VE FYZIKÁLNÍ OLYMPIÁDĚ

Bohumil VYBÍRAL

Abstrakt

Článek pojednává o experimentálních úlohách řešených na prestižní studentské soutěži – Fyzikální olympiádě – jak na národní úrovni, tak mezinárodní. Zvláštní pozornost je věnována experimentálním úlohám řešeným na Mezinárodní fyzikální olympiádě. Jsou uvedeny úlohy zařazené na této světové soutěži v jejich 20 ročnících. Jako příklad jedné z úloh je zařazen experiment s tekutým dusíkem z IPhO v USA v roce 1993.

EXPERIMENTAL PROBLEM IN PHYSICS OLYMPIAD

Abstract

This article deals with experimental problems in the competition: Physics Olympiad – first at the national level, then internationally. An attention is paid to the experimental problems in the International Physics Olympiad. In summary, the problems that have appeared at this world competition for the 20 years are included. One of these problems shows the experiment with liquid nitrogen, included in the IPhO 1993 in USA.

1. Fyzikální experiment a jeho role ve vědě a vzdělávání

Fyzika jako přírodní věda vychází jednak z přímého pozorování (observace) přírodních dějů, jednak z experimentu. Při experimentu objektivně kvalitativně nebo kvantitativně sledujeme vzájemnou závislost jevů nebo stavů látek a objektů tím, že měříme příslušné fyzikální veličiny pomocí přístrojů. Přitom se snažíme, aby vyšetřovaný děj byl zatěžován co nejmenším počtem rušivých jevů. Výhodou experimentu je, že badatel navodí děj s předem stanovenými podmínkami tak, aby jej bylo možné za stejných podmínek opakovat. U reálně probíhajícího experimentu, který je východiskem k vytvoření dobrých kvantitativních (matematických) modelů fyzikálních jevů a stavů, má zásadní význam přesné měření fyzikálních veličin. Měření veličin proto opakujeme a statisticky vyhodnocujeme chybu měření. Poté nastupuje člověk – fyzik – s cílem formulovat fyzikální zákon. K tomu je nutná patřičná dávka fyzikálního myšlení a invence (logika, induktivní zobecňování, zvažování, které jevy jsou v dané situaci podstatné a které nepodstatné a tím zanedbatelné). Tak se měřením získané výsledky zobecňují do formy fyzikálního zákona (zpravidla popsaného matematickým vztahem, rovnicí – matematickým modelem). Tvůrcem fyzikálního zákona je tedy člověk, neboť zákon jím formulovaný více či méně přesně popisuje fyzikální stav látky anebo průběh děje v přírodě. Je tedy nesprávné, když se uvádí, že „příroda se řídí přírodními zákony“ (a toto někdy tvrdí i renomovaní fyzici). Příroda se řídí sama podle sebe, což je dáno její strukturou. Člověk ji „jen“ pozoruje a snaží se průběh těchto dějů, případně stavů látek, matematicky popsat fyzikálními zákony. Správnost každého takto formulovaného zákona verifikujeme (ověřujeme) dalšími experimenty. Cílem této činnosti je nejen popsat průběh dějů a stavů na Zemi a ve vesmíru vůbec, avšak průběh dějů účelně ovládat a využívat je ku prospěchu člověka – prostřednictvím technických aplikací.

Ve vzdělávacím procesu (v užším slova smyslu ve výuce) žák/student *individuálně poznává (pro sebe objevuje) svět*, jeho současný stav, historii i jeho možnou budoucnost. Z tohoto důvodu by výuka fyziky měla splňovat kroky popsané v prvním odstavci. Na základě předvedených fyzikálních experimentů by tedy žák měl pro sebe objevovat (poznávat) přírodní procesy a stavy hmoty, učit se fyzikálnímu myšlení, které směřuje k chápání různých aplikací fyziky, mj. k usnadnění života člověka (a vedle toho by jej škola také vybavit schopnosti komunikovat, jednat a chovat se). Fyzikální experiment musí z důvodu motivace poznávání sehrávat svou roli i ve výuce fyziky. Ve výuce a v dalším vzdělávání se lze setkat s těmito typy experimentů a experimentování:

- reálné demonstrační experimenty,
- experimenty s jednoduchými prostředky,
- fyzikální měření ve školní laboratoři,
- vzdálené experimenty,
- počítačové animace reálných experimentů (resp. fyzikálních dějů a stavů),
- veřejné motivační prezentace fyziky.

Podrobně je o těchto formách výukových experimentů a experimentování pojednáno ve statích [1] a [3]. Tato stať je zaměřena na specifickou formu experimentování, která se uplatňuje ve fyzikálních soutěžích talentů, zejména ve Fyzikální olympiádě. Zde se do soutěže zadává experiment ve formě **experimentální úlohy**.

2. Experiment v české národní soutěži Fyzikální olympiáda

Experiment má nejen zásadní význam při rozvoji fyziky jako vědy, ve vzdělávacím procesu, ale hraje také důležitou roli fyzikální talentové soutěži – Fyzikální olympiádě (FO). V případě FO jde o špičkovou prestižní soutěž určenou talentovaným žákům základních škol a středoškolským studentům. Tato soutěž nejen umožňuje vyhledávat talenty, nýbrž i systematicky a soustavně pečuje o jejich rozvoj. Experiment má v FO rovněž nezastupitelnou roli – mezi soutěžní úlohy se proto zařazují také úlohy experimentální. Přitom Fyzikální olympiáda, zejména mezinárodní, je příkladem toho, jak pěkné problémové a tvůrčí experimentální úlohy lze vymyslet a využít je k soutěžení talentované mládeže. Snahou organizátorů přitom je zařadit do soutěže experimenty, které by také odpovídaly také současnému (anebo nedávno minulému) dění ve fyzice, aby byly dostatečně tvůrčí, přiměřeně náročné pro vyspělé řešitele a nevyžadovaly přitom složité přístroje. To jsou vcelku protichůdné požadavky. Problém spočívá v tom, že současné vědecké fyzikální experimenty se velmi často realizují na velkých a složitých zařízeních řízených počítači a výsledky se přímo pomocí počítačů vyhodnocují. To v podmínkách Fyzikální olympiády není obsahově, organizačně a zejména ekonomicky možné. Proto se hledají vtipné, dalo by se říct fyzikálně-výzkumné, experimentální problémy, kdy si řešitel často musí umět „robínsky“ poradit s omezenými (a jednoduchými) prostředky a v daných časových podmínkách a bez studia pomocné literatury provést měření, určit veličiny včetně jejich statistického a grafického zpracování. Jak ukazují některé níže uvedené příklady, organizátorům soutěží se to velmi dobře daří.

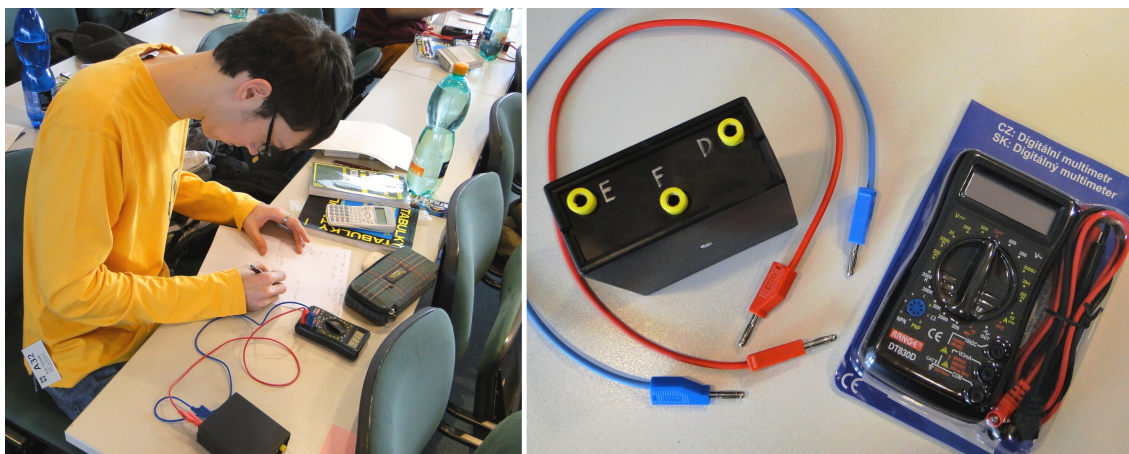
V české národní Fyzikální olympiádě se tradičně zařazují vtipné a přiměřeně náročné experimentální úlohy. Např. na celostátním kole FO 38. ročníku kategorie A

(konaném roku 1997 v Děčíně) to bylo určení Boltzmannovy konstanty měřením na tranzistoru. Na celostátním kole 49. ročníku (2008) v Karlových Varech byla zařazena úloha na měření setrvačné hmotnosti z kmitů tělesa zavěšeného na pružině, jejíž hmotnost se nezanedbávala (princip problému byl diskutován v [2]). Velkou dávkou invence někdy vyžadují zdánlivě primitivní experimenty, prováděné jednoduchými prostředky. Takové problémové experimentální úlohy byly zařazeny na celostátních kolech 41. ročníku FO r. 2000 v Brně (úloha z mechaniky – šlo o ručně roztáčený disk) a 50. ročníku FO r. 2009 v Praze (úloha z optiky – šlo o složený lom světla v kádince s vodou). Na celostátním kole 51. ročníku FO v Pelhřimově (2010) byla zařazena zajímavá úloha, nenáročná na vybavení: „Studium kmitů vodorovné tyče, zavěšené na dvou rovnoběžných vláknecích“. Studenti analyzovali tři druhy kmitů: a) rotační kmity kolem svislé osy, b) podélné kmity v rovině, určené tyčí a závěsy, c) příčné kmity kolmé k rovině, určené tyčí a závěsy. Z naměřených hodnot vyhodnocovali charakteristiky kmitající soustavy (obr. 1).



Obr. 1 Řešení experimentální úlohy na celostátním kole FO v Pelhřimově r. 2010: detail řešení úlohy Terezou Jeřábkovou z SPŠ v Letohradě a celkový pohled na řešitele (foto B. Vybíral)

Na celostátním kole 52. ročníku FO, konaném 1. – 3. března 2011 v Olomouci, byla rovněž zařazena zajímavá experimentální úloha: „Černá rezistorová skříňka“. Bylo uvedeno, že uzavřená neprůhledná skříňka obsahuje šest různých rezistorů (o různých odporech), přičemž jedna trojice byla spojena do hvězdy a připojena ke zdírkám A, B, C a druhá trojice byla spojena do trojúhelníku a připojena ke zdírkám D, E, F. Studenti měli v první části úlohy odvodit potřebné teoretické vztahy pro odpor těchto spojení rezistorů. Ve druhé části úlohy měli z naměřených odporů mezi zdírkami určit hodnoty odporů jednotlivých rezistorů, včetně měřicích chyb. Pomůcky byly jednoduché: skříňka s rezistory, multimetr ve funkci ohmmetru a dva spojovací vodiče (obr. 2).



Obr. 2: Řešení experimentální úlohy na celostátním kole FO v Olomouci r. 2011: řešení úlohy Danem Homolou z Gymnázia ve Žďáru nad Sázavou a pohled na pomůcky (foto B. Vybíral)

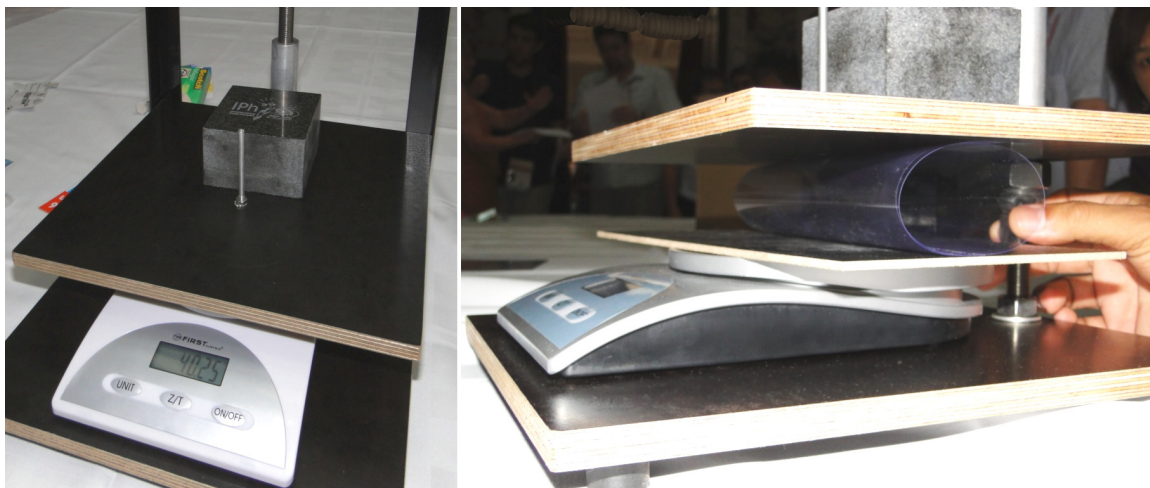
3. Experiment na Mezinárodní fyzikální olympiádě

Experimentální úlohy zařazované na Mezinárodní fyzikální olympiádě (MFO) – anglicky: *International Physics Olympiad (IPhO)* se vyznačují originalitou, vtípem a náročností. Student při jejich řešení se musí uplatnit nejen invenci, ale i manuální zručnost. Úlohy zde zařazované bývají nejen pěkné, ale pro svou originalitu a rozsah úkolů velmi náročné na řešení (požadavky na rozsah měření a nároky na jeho zpracování bývají značné a je překvapující, že se s nimi někteří špičkoví soutěžící vůbec dokáží zcela vypořádat).

V následujícím textu je seznam 27 velmi zajímavých experimentálních úloh, zadaných na 20 ročnících **Mezinárodní fyzikální olympiády (IPhO)** z let 1976 (Maďarsko), 1977 (Československo, Hradec Králové) a z období jejich posledních 18 ročníků (1993 – 2010), kterých jsem se zúčastnil jako vedoucí pedagog československého/českého družstva. Seznam úloh je seřazen tématicky podle fyzikálních oborů.

MECHANIKA A TERMIKA

- Mechanická černá skříňka (Korea, 2004)
- Reverzní kyvadlo (Norsko, 1996)
- Torzní kyvadlo (Itálie, 1999)
- Zákon pro odpor prostředí při pohybu válce v kapalině (Austrálie, 1995)
- Rotující kapalina (Turecko, 2001)
- Magnetický puk (Velká Británie, 2000)
- Pružnost listů fólií (Chorvatsko, 2010) – obr. 3
- Tepelné vlastnosti krystalické látky (Maďarsko, 1976)
- Měrné skupenské teplo varu dusíku (USA, 1993) – viz odst. 4



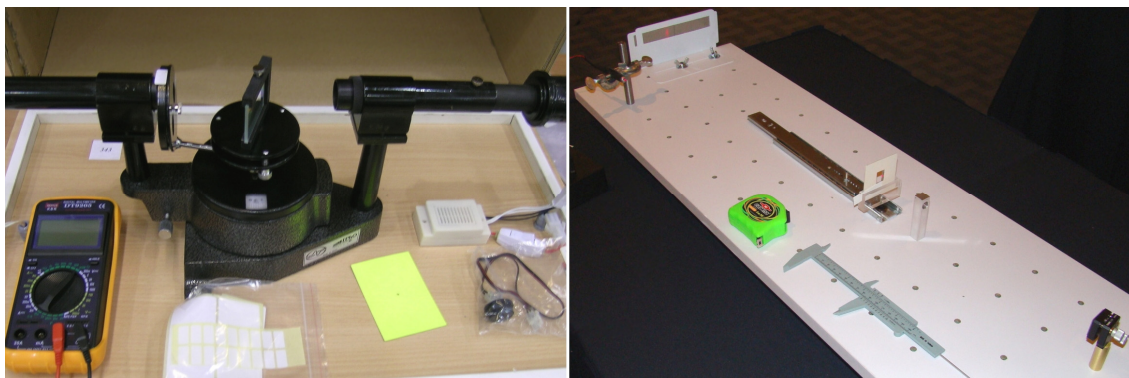
Obr. 3: Jedna ze dvou experimentálních úloh na Mezinárodní fyzikální olympiádě v Chorvatsku roku 2010: měření pružnosti listů plastových fólií (foto B. Vybíral)

ELEKTRINA A MAGNETISMUS

- Elektrická černá skříňka (Československo, 1977)
- Elektrická černá skříňka – jev sériové rezonance (Čína – ČLR, 1994)
- Určení e/k_B prostřednictvím elektrolýzy (Indonésie, 2002)
- Vlastnosti bimorfu, tj. soustavy dvou piezoelektrických vrstev krystalů, namáhaných mechanicky při ohybu (Kanada, 1997)
- Magnetické pole a magnetický moment (USA, 1993)
- Magnetické stínění vířivými proudy (Island, 1998)
- Vazba magnetických obvodů (Island, 1998)
- Síly mezi magnety; pojetí stability a symetrie (Chorvatsko, 2010)
- Aplikace diferenční termometrické metody (Vietnam, 2008)

OPTIKA A ZÁŘENÍ

- Optická černá skříňka (Indonésie, 2002),
- Odrazivost světla na transparentním dielektrickém povrchu (Čína - ČLR, 1994)
- CD-ROM spektrometr a jeho aplikace (Velká Británie, 2000)
- Optické vlastnosti tekutého krystalu (Tchaj-wan, 2003)
- Určení Planckovy konstanty měřením světla žárovky (Španělsko, 2005)
- Šířka zakázaného pásu energie polovodičových tenkých vrstev (Írán, 2007) – obr. 4
- Měření vlnové délky diodového laseru (Mexiko, 2009) – obr. 5
- Dvojlom ve slídě (Mexiko, 2009)
- Michelsonův interferometr a měření ve vlnové optice (Singapur, 2006)



Obr. 4: Sestava k experimentální úloze na IPhO v Íránu (2007): speciálně vyrobený spektrometr a další přístroje a pomůcky (foto B. Vybíral)

Obr. 5: Sestava k experimentální úloze na IPhO v Mexiku (2009) o měření vlnové délky světla laseru: jednoduchá optická lavice s pomůckami použitá i pro jinou úlohu (foto B. Vybíral)

S podrobným zadáním a řešením těchto úloh se lze seznámit na webových stránkách IPhO, dostupných na internetu [7]. Společnou charakteristikou těchto úloh je, že jde vesměs o problémové úlohy, kdy řešitel zpravidla nemůže použít standardní postup, známý z literatury. K tomu je třeba ještě dodat, že s většinou zkoumaných jevů se řešitel blíže seznamuje až ze zadání. To respektuje i zadání, které v těchto případech v úvodu zařazuje nezbytný výklad pro řešitele neznámého jevu. Zadání úloh poté formuluje úkol provedení zpravidla rozsáhlého souboru měření, jeho statistického a grafického zpracování. K dispozici bývá kromě pomůcek k úloze jen text zadání, kalkulačka a případně grafický papír. Doba, určená k řešení dvou úloh (případně dvojúlohy, při níž se využívá jediná základní aparatura) je 5 hodin. Vzhledem k rozsahu zadání, požadovaných měření a numerického a grafického zpracování, je to doba krátká; předpokládá to velmi vyspělé řešitele. Jako ukázka jedné ze dvou zajímavých úloh, zadaných roku 1993 na IPhO v USA, je uvedena úloha v následujícím odstavci (viz [7] a rovněž [4]).

4. Experiment s tekutým dusíkem

Studenti na 24. IPhO, konané v roce 1993 v USA ve státě Virginia, pracovali v této úloze s nezvyklým médiem: tekutým dusíkem. Dostali (vedle dalších pomůcek) pohár – polystyrénovou nádobku uzavřenou víčkem s větracím otvorem (obr. 6) – obsahující tekutý dusík. Úkolem bylo určení jeho měrného skupenského tepla varu l_v , přičemž bylo známo, že teplota varu dusíku je $t_N = -195,8^\circ\text{C} = 77,4\text{ K}$. Pro uskutečnění tohoto měření bylo nutné tekutému dusíku dodat určité teplo. Byly naznačeny dvě možnosti:

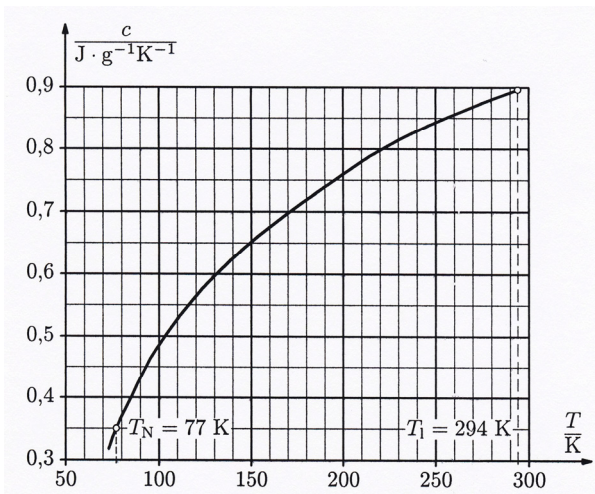
1. Nositelem tepla je hliníkové tělíčko, které se ponoří do dusíku a za probíhajícího varu se ochladí z laboratorní teploty $t_1 = 21,0^\circ\text{C}$ na teplotu varu dusíku.
2. Využije se Jouleovo teplo, které vyvine rezistor, ponořený do dusíku, po připojení k elektrickému zdroji (k baterii).

Je dáno:

1. Hliníkový váleček o hmotnosti $m_v = 19,4\text{ g}$ a na přiloženém grafu (obr. 7) je uvedeno, že měrná tepelná kapacita c hliníku není konstanta, nýbrž závisí na teplotě.

2. Pro druhou metodu je k dispozici rezistor o odporu $R = 23,0 \Omega$ při teplotě 77 K, zdroj stejnosměrného proudu (baterie), multimetr (voltmetr, ampérmetr).

Dále jsou k dispozici digitální stopky a laboratorní torzní váhy. Nakonec byla řešitelům uvedena přísná pravidla pro práci s tekutým dusíkem, jako nebezpečnou kapalinou.



Obr. 6: Pohár s tekutým dusíkem (foto B. Vybíral)

Obr. 7: Závislost měrné tepelné kapacity hliníku na teplotě

Řešení

1. Dusík se v důsledku velkého teplotního rozdílu vzhledem k okolní laboratorní teplotě $T_1 - T_N = 217 \text{ K}$ velmi rychle samovolně vypařuje. Proto je nutné nejprve sledovat tento samovolný úbytek hmotnosti dusíku v nádobě. Nádobu s dusíkem, z níž nejprve sejmeme víčko, postavíme na váhy a sledujeme časovou závislost úbytku celkové hmotnosti m nádoby s dusíkem. Po odečtení několika údajů (v našem případě šesti) opatrně ponoříme do dusíku hliníkový váleček. Poté dojde k prudkému varu. Po jeho zklidnění opět měříme celkovou hmotnost m' v závislosti na čase. Závislost úbytku hmotnosti vyneseme do grafu (obr. 8). Z grafu je zřejmé, že úbytek hmotnosti v důsledku samovolného vypařování probíhá podle (přibližně) rovnoběžných přímk. Rozdíl pořadnic těchto přímk udává úbytek hmotnosti dusíku při varu, podmíněném okamžitým přívodem tepla (tj. rozdílem vnitřní energie válečku před jeho ponořením a po ponoření – po vyrovnání teplot).

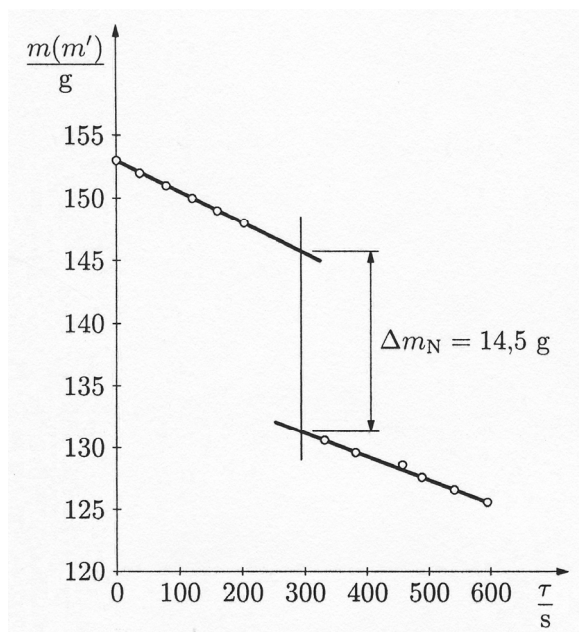
Z grafu (obr. 8) je zřejmé, že tento úbytek dusíku v našem případě je $\Delta m_N = 14,5 \text{ g}$. Protože měrná tepelná kapacita c hliníku je funkcí teploty (obr. 7), je přivedené teplo dáno integrálem

$$Q = m_v \int_{T_N}^{T_1} c dT.$$

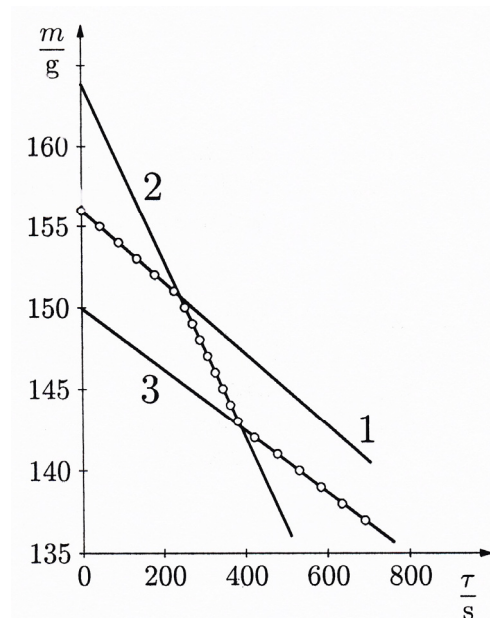
Integraci provedeme graficky – jako obsah plochy, která je vymezená (empirickou) křivkou $c = c(T)$, osou T a pořadnicemi, které jsou dány počáteční a konečnou teplotou válečku, tj. $T_1 = 294 \text{ K}$ a $T_N = 77 \text{ K}$ – viz obr. 7. Výpočtem plošného obsahu (nejlépe užitím průhledného milimetrového papíru) pro teplo přivedené do kapaliny dusíku

dostaneme $Q = 19,4 \times 151 \text{ J} = 2930 \text{ J}$. Protože toto teplo Q je skupenským teplem varu, je $Q = \Delta m_N l_v$. Odtud měrné skupenské teplo varu dusíku je

$$l_v = \frac{Q}{\Delta m_N} = 202 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} = 2,02 \cdot 10^5 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}.$$



Obr. 8: Graf závislosti úbytku hmotnosti dusíku na čase při první metodě



Obr. 9: Graf závislosti úbytku hmotnosti dusíku na čase při druhé metodě

2. Do nádoby s dusíkem ponoříme rezistor s přívodními dráty (dojde k samovolnému varu, chvíli počkáme – do vyrovnání teploty rezistoru s teplotou dusíku – kdy var ustane). Nádobu poté postavíme na váhy a sledujeme opět úbytek hmotnosti dusíku samovolným vypařováním (měříme celkovou hmotnost m v závislosti na čase τ). Hodnoty vyneseme do grafu (viz křivku **1** na obr. 9). Poté rezistor připojíme k elektrickému článku, změříme napětí a proud: $U = 12,7 \text{ V}$, $I = 560 \text{ mA}$. Dále měříme závislost úbytku hmotnosti na čase, přičemž s měřením začneme hned od okamžiku připojení rezistoru k článku. Proud po zvolené době vypneme (závislost úbytku hmotnosti je v obr. 9 znázorněna křivkou **2**). Nakonec pokračujeme v měření hmotnosti soupravy s dusíkem na čase – třetí etapa pokusu (křivka **3** na obr. 9).

Z grafu v obr.9 určíme směrnice přímk **1**, **2**, **3**: $k_1 = -0,0222 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$, $k_2 = -0,0558 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$, $k_3 = -0,0191 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$. K výpočtu příkonu rezistoru máme k dispozici tři měřené údaje (U , I , R); vypočteme z nich tři hodnoty příkonu a uděláme z nich průměr:

$$P = \frac{1}{3} \left(UI + RI^2 + \frac{U^2}{R} \right) = 7,11 \text{ W}.$$

Pro Jouleovo teplo vyvinuté za jednotku času současně platí

$$P = \frac{Q}{\Delta\tau} = l_v \frac{\Delta m_N}{\Delta\tau}, \quad \text{kde } \frac{\Delta m_N}{\Delta\tau}$$

je rychlost ubývání hmotnosti dusíku způsobená do dusíku přivedeným příkonem P . Tuto veličinu určíme z grafu na obr. 9 tak, že od směrnice přímky **2** odečteme střední

velikost směrnic přímek **1** a **3** (abychom vyloučili hmotnost dusíku samovolným odpařováním, které probíhá i během časového intervalu Δt při topení):

$$\frac{\Delta m_N}{\Delta \tau} = |k_2| - \frac{|k_1 + k_3|}{2} = 0,0352 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}.$$

Pak skupenské teplo varu dusíku je

$$l_v = \frac{P}{\frac{\Delta m_N}{\Delta \tau}} = 202 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} = 2,02 \cdot 10^5 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}.$$

Soutěžící měli ještě za úkol odhadnout přibližné chyby měření. Podle autorů úlohy je měření podle první metody přesnější a bylo při autorském měření zatíženo relativní chybou 2,5%, kdežto chyba při druhé metodě byla téměř dvojnásobná (4,3%).

5. Závěr

Dlouholetá zkušenost ve Fyzikální olympiádě na národní i mezinárodní úrovni ukazuje, že k tomu, aby student byl při soutěži úspěšný, musí rovněž dobře zvládnout experiment, který je významnou součástí soutěže. To vyžaduje přirozenou i nacvičenou zručnost při práci s přístroji, zkušenosti při provádění experimentu a v neposlední řadě potřebnou invenci. Úlohy bývají často zadány velmi netradičně; proto nestačí se jen naučit a procvičovat standardní postupy zavedených fyzikálních experimentálních školních praktik.

Výše uvedené tvrdé požadavky na přípravu k Fyzikální olympiádě jsou pro soutěžící docela problémem, neboť současné školské podmínky vedou nejen celkovému omezování výuky fyziky, ale především k omezování laboratorní složky této výuky. Navíc se ukazuje, že současná mládež je, na rozdíl od mládeže dřívějších generací, všeobecně méně zručnější. Je to objektivně zřejmě dáno současnou úrovní rozvoje techniky a životní úrovně a tudíž menší nutností, aby mládež v domácnosti, ve volnočasových aktivitách (např. i na brigádách) vykonávala manuální práce. Dříve byl u dětí a mládeže rovněž více rozšířena velmi užitečná zábava ve formě radioamatérství, leteckého a lodního modelářství a jiných rukodělných aktivit. Dnes u mládeže výrazně převládá především práce (a hry) na počítači a interakce s internetem.

Příprava na fyzikální soutěže proto nezbytně vyžaduje, aby současný student/žák pod vedením učitele častěji pracoval v laboratoři, usiloval o dosažení potřebné laboratorní zručnosti a dosáhl tak žádoucích zkušeností. Tím současně také mnoho získá i pro svou pozdější profesní přípravu ať už odborného fyzika, technika nebo učitele v těchto společensky významných oborech. Tato vyžadovaná laboratorní aktivita je jedním z významných přínosů Fyzikální olympiády i jiných fyzikálních soutěží.

Literatura

1. VYBÍRAL, B. Experiment – neoddělitelná součást výuky fyziky. *Media4u Magazine* 4/2010, s. 112-117. ISSN 1214-9187.
2. VYBÍRAL, B. *Za tvůrčí experimentální úlohy ve výuce fyziky*. In: DIDFYZ 2000, s.97-101. Nitra: Fakulta přírodních věd Univerzity Konštantína Filozofa, 2001. ISBN 80-8050-387-7.

3. VYBÍRAL, B. Fundamentální experimenty ve fyzice. *Matematika, fyzika, informatika*. **15** (5/2006), s. 274-287. ISSN 1210-1761.
4. VYBÍRAL, B., VOLF, I.: Současná fyzikální věda v úlohách Fyzikální olympiády. *Obzory matematiky, fyziky a informatiky*. 2/2006 (**35**), s. 36-56. ISSN 1335-4981.
5. VYBÍRAL, B. *Zpracování dat fyzikálních měření*. Knihovnička Fyzikální olympiády č. 52. Hradec Králové: MAFY, 2002. ISBN 80-86148-54-8.
6. Oficiální stránky *Fyzikální olympiády*. Dostupné na World Wide Web: <<http://fo.cuni.cz>>.
7. Oficiální stránky *Mezinárodní fyzikální olympiády*. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.jyu.fi/tdk/kastdk/olympiads/>>

Kontaktní adresa

*Prof. Ing. Bohumil Vybíral, CSc.,
Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta
Univerzita Hradec Králové, Rokitanského 62, 500 03 Hradec Králové,
Telefon +420493331187
e-mail: bohumil.vybiral@uhk.cz*

V ČEM JE SBÍRKA „FYZIKÁLNÍ ÚLOHY PRO SŠ“ NOVÁ?

Vojtěch ŽÁK

Abstrakt

V České republice existuje a je používáno na středních školách několik různých sbírek fyzikálních úloh. Tyto sbírky se liší jak svým celkovým pojetím, tak zaměřením na různé skupiny žáků. Nová sbírka „Fyzikální úlohy pro střední školy“ se odlišuje zejména tím, že její pojetí jednoznačně vyplývá z nových kurikulárních dokumentů. Dále jsou v ní stejně zastoupeny kompletně řešené úlohy s postupem řešení a s výsledkem jako úlohy uvedené jen s výsledkem a sbírka obsahuje zvláštní oddíl s náročnějšími úlohami.

WHAT IS NEW WITH THE COLLECTION „PHYSICAL PROBLEMS FOR UPPER SECONDARY SCHOOLS“?

Abstract

In the Czech Republic, various collections of physical problems for upper secondary schools are used. These collections differ in their whole character and they are focused on various groups of students as well. The new collection „Physical problems for upper secondary schools“ differs from the others mainly in its character which is closely connected to the new curricula. Furthermore, it contains the same number of completely solved problems and physical problems just with a result. There is a special section with more advanced problems in the collection as well.

Úvod

Na středních školách v České republice jsou při výuce fyziky využívány různé sbírky fyzikálních úloh. Ze sbírek vydaných v posledních patnácti letech uvedme zejména následující:

- *Fyzika – Sbírka úloh pro střední školy* (O. Lepil, M. Bednařík, M. Šíroková, viz [1])
- *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy I, II, III, IV* (K. Bartuška, viz [2], [3], [4], [5])
- *Sbírka úloh z fyziky pro SOŠ a SOU* (V. Miklasová, viz [6])
- *Fyzika – Sbírka úloh pro společnou část maturitní zkoušky* (M. Macháček, viz [7])

Z uvedeného výčtu je zřejmé, že jsou žákům středních škol (a také jejich učitelům) k dispozici různě zaměřené sbírky fyzikálních úloh (spíše pro gymnazisty, spíše pro žáky jiných středních škol; sbírky, kde dominují úlohy uvedené jen s výsledky, sbírky s kompletně řešenými úlohami). Hledisek, na která jsou zmíněné sbírky zaměřeny, je více. Navíc se na středních školách stále ještě používají dříve vydané sbírky úloh, např. dnes již klasická *Sbírka úloh z fyziky pro žáky středních škol* M. Kružíka (viz [8]).

Nabízí se tedy otázka, zda je možné stávající množinu sbírek obohatit o další knihu, která by byla určitým způsobem „jiná“ nebo „nová“. Autor tohoto článku se domnívá, že ano a pokusí se podpořit tento názor konkrétními argumenty.

Odlíšnosti a další charakteristiky sbírky *Fyzikální úlohy pro střední školy*

Sbírka *Fyzikální úlohy pro střední školy* Vojtěcha Žáka (viz [9]) se od výše uvedených sbírek odlišuje zejména v následujících charakteristikách:

- **Celkové pojetí sbírky jednoznačně vyplývá z aktuálních kurikulárních dokumentů.**

Nejpatrnější odlišností této sbírky úloh od předcházejících je fakt, že celková koncepce a struktura sbírky je zcela jednoznačně dána novými kurikulárními dokumenty, v tomto případě katalogem požadavků k maturitě z fyziky (viz [10]). V katalogu jsou formulovány požadavky k maturitní zkoušce z fyziky v podobě požadavků na znalosti a dovednosti maturantů. Je jich zde uvedeno 189. Jsou tak vymezena nejen témata úloh z fyzikálního hlediska (např. polohová a pohybová energie), ale také intelektuální činnosti, které mají žáci provést (např. popsat kvantitativně či kvalitativně změny polohové a pohybové energie v praktických příkladech ...). Ke každému požadavku jsou ve sbírce formulovány dvě úlohy (viz bod níže a oddíl Ukázky úloh). Seznam požadavků k maturitě je uveden na konci sbírky a na jednotlivé požadavky je z úloh přímo odkazováno.

Těsné sepetí s katalogem požadavků k maturitě ale neznamená, že sbírka může sloužit jen k přípravě maturantů. Fyzikální úlohy ze sbírky je možné použít při běžné výuce fyziky na různých typech středních škol.

Těsné spojení sbírek fyzikálních úloh, ale ani učebnic fyziky s aktuálními kurikulárními dokumenty není zatím v České republice příliš propracované. Jako výjimku z nedávné minulosti můžeme uvést sbírku [7].

- **Ve sbírce je stejný počet kompletně řešených úloh s postupem řešení a s výsledkem jako úloh uvedených jen s výsledkem.**

Sbírka se snaží spojit přednosti jak sbírek s řešenými úlohami (např. [2], [3], [4], [5]), tak sbírek, kde dominují úlohy uvedené jen s výsledky (např. [1], [6]). Předností prvního druhu sbírek je, že úlohy uvedené s podrobným postupem řešení mohou být návodem pro strategii řešení úloh a mohou také přispět ke kultivaci zápisu žáků. Na druhou stranu svádí kompletní řešení k tomu, aby je žáci jen pasivně četli, aniž by se zamýšleli nad podstatou fyzikálních problémů. V tomto ohledu je výhodnější druhý typ sbírek (s úlohami uvedenými jen s výsledkem), který také umožňuje zadávání úloh k samostatnému řešení, např. v rámci domácích úkolů.

V nové sbírce úloh je toto dilema vyřešeno tak, že je v ní 189 kompletně řešených úloh s postupem řešení a s výsledkem a dalších 189 úloh jen s výsledkem (vztahující se ke stejným požadavkům).

- **Ve sbírce je zvláštní oddíl s náročnějšími úlohami.**

Pro náročnější žáky je ve sbírce formulováno dalších 35 úloh, které jsou obecně obtížnější. Prolíná se v nich více fyzikálních oborů, jsou matematicky náročnější nebo přesahují z fyziky do jiných oborů, příp. jsou nad rámec požadavků k maturitě. K některým z těchto úloh jsou uvedeny nápovědy.

- **Na tvorbě a ověřování sbírky se podíleli žáci, kterým je určena**

Sbírka úloh začala vznikat původně pro potřeby žáků Gymnázia Praha 6, ul. Nad Alejí. Ti se také podíleli jak na formulování některých úloh, tak zejména na jejich řešení. Úlohy tak byly před dokončením sbírky vyřešeny několika žáky a jejich podněty byly v mnoha případech zahrnuty do konečné podoby sbírky. (V přední části sbírky je uvedeno poděkování konkrétním žákům.)

Diskutovaná sbírka má i další charakteristiky:

- **Sbírka obsahuje množství úloh zaměřených na práci s grafy, obrázky a tabulkami.**

Sbírka obsahuje přes 150 grafů, obrázků a tabulek. Žáci mají za úkol pracovat také s těmito zdroji informací, např. mají získat určité informace z grafu, transformovat graf do jiného grafu, sestavit graf na základě tabulky hodnot, na základě hodnot v tabulce rozhodnout o pravdivosti určitých tvrzení, z fotografie reálného zařízení zjistit určitou informaci atd.

- **Součástí sbírky jsou fyzikální tabulky.**

V knize jsou v zadní části uvedeny stručné fyzikální tabulky (zabírají deset stran). V zadáních úloh tedy nejsou uváděny hodnoty materiálových a dalších konstant. Součástí dovedností, které musejí žáci při řešení prokázat, je tedy dovednost uvědomit si, které chybějící údaje jsou potřeba k řešení úlohy, a umět je vyhledat v tabulkách. Odpadá tak dilema mnohých učitelů, zda uvádět všechny potřebné údaje v zadání úlohy, nebo používat samostatné fyzikální tabulky (další knihu).

- **Do sbírky jsou zařazeny jak úlohy spojené konkrétně s praxí, tak úlohy abstraktnější.**

Sbírka vychází vstříc jak žákům, kteří preferují úlohy týkající se konkrétních objektů z praxe, tak žákům, kteří se raději zamýšlí nad abstraktnějšími problémy. Do první skupiny můžeme zařadit úlohy, které se týkají Boeingu 737-200, auta Škoda Yeti, měření rychlosti Pendolina pomocí stopek v mobilním telefonu atd., mezi abstraktnější patří odhad počtu půlení krajíce chleba (viz níže v oddíle Ukázky úloh, úloha typu C), odvození obecného vztahu pro vyšší harmonické frekvence tyče, hledání údajů v grafech aj.

Ukázky úloh

5. *Ukázka úlohy (typ A) s postupem řešení a s výsledkem* (vztahuje se k požadavku „2.5 vypočítat práci a výkon stejnosměrného elektrického proudu“ z oboru Elektřina a magnetismus)

Zadání úlohy

Rychlovarná konvice má příkon 2 200 W. Určete její elektrický odpor.

Řešení

Konvice: $P = 2\,200\text{ W}$ (příkon konvice = výkon el. proudu)

$$R = ?$$

Budeme předpokládat, že konvice je připojena do běžné elektrické sítě s napětím 230 V (jedná se o efektivní hodnotu střídavého napětí¹).

Výkon elektrického proudu neboli příkon spotřebiče určíme ze vztahu

$$P = UI.$$

Budeme-li předpokládat platnost Ohmova zákona pro část elektrického obvodu, můžeme za proud I dosadit

$$I = \frac{U}{R}.$$

Po dosazení do vztahu pro výkon P a úpravách dostáváme

¹ V takovém případě můžeme použít vztah pro výkon stejnosměrného elektrického proudu.

$$R = \frac{U^2}{P}.$$

Číselně $R = \frac{230^2}{2200} \Omega \approx 24 \Omega$.

Rychlovarná konvice má odpor přibližně 24Ω .

Poznámky k úloze

V úloze není úkolem vypočítat výkon elektrického proudu, ale elektrický odpor. Nicméně je potřeba použít vztah pro výkon. Jedná se o výpočtově nenáročnou úlohu, nicméně v zadání není ale uvedeno napětí, ke kterému je konvice připojena. Žáci si tedy musí uvědomit, k jakému napětí se běžně přístroje v domácnosti připojují, a danou hodnotu použít.

6. *Ukázka úlohy (typ B) uvedené jen s výsledkem* (vztahuje se ke stejnému požadavku jako výše uvedená úloha)

Zadání úlohy

Určete, jaký výkon má elektrický proud 10 kA při bouřce v blesku, který trvá přibližně 0,1 ms při napětí 1 GV. Určete také práci, jakou vykoná, a vyjádřete ji i v kilowatthodinách.

Výsledek

$P = 10^{13} \text{ W} = 10 \text{ TW}$; $W = 10^9 \text{ J} = 1 \text{ GJ} = 280 \text{ kW} \cdot \text{h}$

Poznámky k úloze

V zadání úlohy jsou použity reálné hodnoty, které se týkají blesku. Úkoly v úloze přímo naplňují daný požadavek. Navíc mají žáci práci elektrického proudu vyjádřit v kilowatthodinách, se kterými se mohou setkat v praxi.

7. *Ukázka náročnější úlohy (typ C)*

Zadání úlohy

Zamyslete se nad následující otázkou: Maximálně kolikrát je potřeba rozpůlit krajíc chleba, aby nakonec zbyla jedna molekula nebo atom? Postupujeme tak, že nejprve rozpůlíme celý krajíc, pak jednu polovinu odložíme a půlíme tu druhou, tak dostaneme dvě čtvrtiny původního krajíce, opět jednu z nich odložíme a půlíme už jen jednu čtvrtinu atd. Je prakticky možné toto „půlení až k atomu“ provést? Diskutujte!

Nápověda

Chleba je organického původu, bude tedy tvořen zejména atomy C, O a H. Protože máme zjistit maximální počet půlení, budeme předpokládat maximální počet atomů, tj. představíme si, že je krajíc chleba tvořen jen vodíkovými atomy. Hmotnost krajíce předpokládáme např. 50 g.

Výsledek

Za daných podmínek je třeba púlit maximálně púibližně 85krát (jen!). Je to prakticky neproveditelné, protože se dostáváme do mikrosvěta, kde platí zákony kvantové mechaniky.

Závěr

Nová sbírka „Fyzikální úlohy pro střední školy“ je koncipována tak, aby plně respektovala aktuální kurikulární dokumenty, konkrétně katalog požadavků k maturitě z fyziky [10]. Výběr úloh tedy není náhodný, ani intuitivní, ale jednotlivé úlohy jsou formulovány k daným maturitním požadavkům. Kniha má i některé další zvláštnosti – stejný počet kompletně řešených úloh jako úloh uvedených jen s výsledkem, podíl žáků na ověřování úloh, fyzikální tabulky jako součást sbírky aj.

Sbírka se snaží obohatit existující množinu sbírek fyzikálních úloh pro střední školy. Použitelnost sbírky však může prověřit až její praktické používání ve školách a z toho vzešlé zkušenosti. Sbítku je možné od jara 2011 koupit v obchodech s učebnicemi, příp. objednat na webových stránkách nakladatelství Prometheus <http://www.prometheus-nakl.cz>.

Literatura

1. LEPIL, O.; BEDNAŘÍK, M.; ŠIROKÁ, M. *Fyzika – Sbítku úloh pro střední školy*. 3. vyd. Praha: Prometheus, 2007. 269 s. ISBN 978-80-7196-266-3.
2. BARTUŠKA, K. *Sbítku řešených úloh z fyziky pro střední školy I*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 1997. 176 s. ISBN 80-7196-033-0.
3. BARTUŠKA, K. *Sbítku řešených úloh z fyziky pro střední školy II*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 1997. 157 s. ISBN 80-7196-034-9.
4. BARTUŠKA, K. *Sbítku řešených úloh z fyziky pro střední školy III*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 1998. 215 s. ISBN 80-7196-035-7.
5. BARTUŠKA, K. *Sbítku řešených úloh z fyziky pro střední školy IV*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 2000. 198 s. ISBN 80-7196-037-3.
6. MIKLASOVÁ, V. *Sbítku úloh z fyziky pro SOŠ a SOU*. 2. vyd. Praha: Prometheus, 2009. 298 s. ISBN 978-80-7196-377-6.
7. MACHÁČEK, M. *Fyzika – Sbítku úloh pro společnou část maturitní zkoušky*. Praha: ÚIV, TAURIS, 2001. 147 s. ISBN 80-211-0395-7.
8. KRUŽÍK, M. *Sbítku úloh z fyziky pro žáky středních škol*. 8. vyd. Praha: SPN, 1984. 335 s.
9. ŽÁK, V. *Fyzikální úlohy pro střední školy*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 2011. ISBN 978-80-7196-411-7. 258 s.
10. *Katalog požadavků zkoušek společné části maturitní zkoušky – zkušební předmět: fyzika*. Praha: MŠMT, CERMAT, 2008. 16 s. Dostupné na World Wide Web:< <http://www.novamaturita.cz/katalogy-pozadavku-1404033138.html> >.

Kontaktní adresa

RNDr. Vojtěch Žák, Ph.D.

Katedra didaktiky fyziky, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha 8, 180 00

Telefon: +420 737 832 210

E-mail: Vojtech.Zak@mff.cuni.cz

Seznam účastníků

- Mgr. Aichinger Daniel, KOF FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 320 13 Plzeň,
dann@kof.zcu.cz
- Mgr. Bednárová Renáta, KF PdF MU Brno, renaata.bednarova@gmail.com
- Mgr. Bílek David, Nakladatelství Fraus, Goethova 8, 301 01 Plzeň, bilek@fraus.cz
- Ing. Bláha Václav, CSc., Česká nukleární společnost, o.s. Holešovičkách 2, 180 00
Praha 8, vacblaha@seznam.cz
- Prof. RNDr. Blažek Václav, CSc., Ústav jazykovědy, FF MU, Brno,
blazek@phil.muni.cz
- RNDr. Blažková Marcela, OA a VOŠ Příbram, mblazkova@oapb.cz
- Mgr. Bretfeldová Hana, Základní škola profesora Zdeňka Matějčka, Zdeňka Štěpánka
340, 434 01 Most, hana.bretfeldova@seznam.cz
- Mgr. Böhm Pavel, KDF, MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 2,
bohmf@edufor.cz
- doc. PaedDr. Coufalová Jana, CSc., FPE ZČU v Plzni, coufalov@kmt.zcu.cz
- Ing. Cervan David, Ph.D., SPŠ Ostrov, dcervan@students.zcu.cz
- Ing. Černý Jaroslav, SOU elektrotechnické Plzeň, reditel@staff.souepi.cz
- PhDr. Česáková Jana, Univerzita Hradec Králové, Přírodovědecká fakulta, Katedra
fyziky, jana.ceskova@uhk.cz
- Mgr. Dirlbeck Jan, Gymnázium Cheb, Nerudova 7, 35040 Cheb, dirlbeck@gymcheb.cz
- doc. RNDr. Dolejší Jiří, CSc. MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 2,
dolejsi@ipnp.troja.mff.cuni.cz
- Ing. Dufková Marie, ČEZ, a.s., Marie.Dufkova@cez.cz
- doc. RNDr. Dvořák Leoš, CSc., KDF, MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 2,
Leos.Dvorak@mff.cuni.cz
- RNDr. Dvořáková Irena, Ph.D., KDF, MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 2,
irena.dvorakova@mff.cuni.cz
- Mgr. Foltýnová Jana, Ph.D, Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola
zdravotnická, Ostrava, jana.foltynova@seznam.cz
- Bc. Hátaš Martin, Univerzita Hradec Králové, martin.hatas@uhk.cz
- doc. PaedDr. Havel Václav, CSc., KMT FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 320 13 Plzeň,
havelv@kof.zcu.cz
- RNDr. Hejnová Eva, Ph.D., KF PF UJEP, Hoření 13, 40011 Ústí nad Labem,
hejnova@sci.ujep.cz
- PaedDr. Hockicko Peter, Ph.D., KF ELF ŽU, Veľký Diel 010 26 Žilina,
hockicko@fyzika.uniza.sk

Doc. RNDr. Holá Olga, Ph.D., Ústav fyzikální chemie a chemické fyziky FCHPT
STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, olga.hola@stuba.sk

Mgr. Horálek Josef, KF PeF UHK, Nám. Svobody 301, 500 20 Hradec Králové,
josef.horalek@uhk.cz

Mgr. Chalupníková Rita, ZŠ Slatiňany 4, 24231, milan.chalupnik@tiscali.cz

RNDr. Iška Roman, Didaktik s.r.o. Hodonín, iska@didaktik.cz

Janovský Zdeněk, KMT FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 320 13 Plzeň,
zjanov@kof.zcu.cz

Mgr. Jermář Jakub, KDF, MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 2,
jermar.jakub@gmail.com

Ing. Kéhar Ota, KMT FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 320 13 Plzeň,
kehar@kmt.zcu.cz

RNDr. Kekule Martina, Ph.D., KDF, MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 2,
kekule@kdf.mff.cuni.cz

PaedDr. Kepka Josef, CSc., KMT FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 320 13 Plzeň,
kepka@kmt.zcu.cz

PhDr. Kielbusová Zdeňka, KMT FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 320 13 Plzeň,
kielbus@kmt.zcu.cz

Mgr. Klimentová Markéta, KF PeF UHK, Nám. Svobody 301, 500 20 Hradec Králové,
marketa.klimentova@uhk.cz

Mgr. Kohout Václav, Nakladatelství Fraus, s.r.o., kohout@fraus.cz

Mgr. Končelová Jana, KF PF UJEP, Hoření 13, 40011 Ústí nad Labem,
JanaKoncelova@seznam.cz

Bc. Konečný Martin, KDF, KChFO MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 2,
konecmar@seznam.cz

RNDr. Koníček Libor, Ph.D., KF, PřF OU Bráfova 7, 701 03 Ostrava,
libor.konicek@osu.cz

RNDr. Kordek David, Ph.D., Ústav lékařské biofyziky, LFHK UK, Šimkova, 50038
Hradec Králové, David.Kordek@lfhk.cuni.cz

Ing. Korytář Jindřich, KMT FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 320 13 Plzeň,
korytar@kmt.zcu.cz

Mgr. Koudelková Věra, KDF, MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 2,
vkoudelkova@gmail.com

Mgr. Kunesch Robert, KMT FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 320 13 Plzeň,
kotal@kmt.zcu.cz

Mgr. Kusák Radim, UTF MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 2, ;
radim.kusak.fyzik@centrum.cz

doc. RNDr. Lustig František, CSc., KDF MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 2,
Frantisek.Lustig@mff.cuni.cz

Mgr. Makydová Lucie, KF, PeF MU, Poříčí 7, 603 00 Brno, makydova@zsbos9.cz

Doc. Ing. Mann Heřman DrSc., ČVUT, Fakulta elektrotechnická,
herman.j.mann@gmail.com

PhDr. Masopust Pavel, KMT FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 320 13 Plzeň,
pmasop@kmt.zcu.cz

Bc. Matyska Jan, FIM, UHK, Nám. Svobody 301, 500 20 Hradec Králové,
jan.matyska@uhk.cz

Prof. RNDr. Mechlová Erika, CSc., KFY PřF OU Bráfova 7, 701 03 Ostrava,
erika.mechlova@osu.cz

PhDr. Meškan Václav, Fakultní základní škola L. Kuby, České Budějovice,
meskan@email.cz

Dr. Meyn Jan-Peter, Universität Erlangen-Nürnberg, Didaktik der Physik, Staudtstraße
7, 91058 Erlangen, jan-peter.meyn@physik.uni-erlangen.de

Mgr. Nezavdal Petr, KF PeF UHK, Nám. Svobody 301, 500 20 Hradec Králové,
petr.nezavdal@uhk.cz

Mgr. Novák Petr, KF, PdF MU Poříčí 7, 603 00 Brno, newmann@mail.muni.cz

doc. RNDr. Obdržálek Jan, CSc., MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 2,
jan.obdrzalek@mff.cuni.cz

Mgr. Olšovský Pavel, KFY PřF OU Bráfova 7, 701 03 Ostrava, POlsovsky@seznam.cz

Mgr. Ondrejčík Karel, KMT FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 320 13 Plzeň,
K.Ondrejcik@seznam.cz

Mgr. Pavlíčková Lenka, KM PdF MU Poříčí 7, 603 00 Brno, 104296@mail.muni.cz

Dr. Ing. Petřík Josef, KMT FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 320 13 Plzeň,
petrik@kmt.zcu.cz

Mgr. Ing. Plzák Jan, KMT FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 320 13 Plzeň, plzi@post.cz

Mgr. Poula Jan, ZŠ Karlovy Vary, Poštovní 19, 36001 Karlovy Vary,
poula@zskvary.cz

RNDr. Prokšová Jitka, Ph.D., KMT FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 320 13 Plzeň,
proksovj@kmt.zcu.cz

Mgr. Prusíková Lenka, KMT FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 320 13 Plzeň,
lprusiko@kmt.zcu.cz

RNDr. Randa Miroslav, Ph.D., KMT FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 320 13 Plzeň,
randam@kmt.zcu.cz

doc. Dr. Ing. Rauner Karel, KMT FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 320 13 Plzeň,
rauner@kmt.zcu.cz

RNDr. Runczik Ivan, DrSc., RC společnost s r. o. přístroje pro vědu a vzdělání,
info@rcdidactic.cz

Mgr. Sirotková Ivana, Gymnázium L. Pika, Opavská 21, 312 00 Plzeň,
sirotkova@gop.pilsedu.cz

Mgr. Snětinová Marie, KDF, MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 2,
marie.snetinova@mff.cuni.cz

Sobotka Bohumír, SOUE Plzeň, Vejprnická 56, 31800 Plzeň, sobotka@staff.souepi.cz

Bc. Suková Zuzana, KMT FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 320 13 Plzeň,
zuzka.sukova@centrum.cz

RNDr. Švecová Libuše, Ph.D., KFY PřF OU Bráfova 7, 701 03 Ostrava,
libuse.svecova@osu.cz

PaedDr. Tesař Jiří, Ph.D., KF PF JU, Jeronýmova 10, 371 15; České Budějovice,
raset@pf.jcu.cz

PhDr. Tomáš Martin, KMT FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 320 13 Plzeň,
marty01@kmt.zcu.cz

Mgr. Vaculová Ivana Dědina 162, 687 22 Ostrožská Nová Ves,
ivanavaculova@mail.muni.cz

Ing. Valeš Libor, KMT FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 320 13 Plzeň,
lvaes@fpe.zcu.cz

Mgr. Veselý Josef, Gymnázium J. Vrchlického, Národních mučedníků 347, 339 01
Klatovy, jvesely@gymkt.cz

PhDr. Vlachynská Irena, KMT FPE ZČU v Plzni, Klatovská 51, 320 13 Plzeň,
renkav@kmt.zcu.cz

Prof. RNDr. Volf Ivo, CSc., KF PeF UHK, Nám. Svobody 301, 500 20 Hradec Králové,
ivo.volf@uhk.cz

Mgr. Vondřejcová Kateřina, KF PeF UHK, Nám. Svobody 301, 500 20 Hradec
Králové, katerina.vondrejцова@seznam.cz

Prof. Ing. Vybíral Bohumil, CSc., KF PeF UHK, Nám. Svobody 301, 500 20 Hradec
Králové, bohumil.vybiral@uhk.cz

RNDr. Žák Vojtěch, Ph.D., KDF, MFF UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 2,
Zak.Vojtech@seznam.cz

MODERNÍ TRENDY v přípravě učitelů fyziky 5
sborník z konference

Editor sborníku: RNDr. Miroslav Randa, Ph.D.

Technická redakce: PhDr. Zdeňka Kielbusová

Autor obálky: PhDr. Václav Kohout

Vydala Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň 2011

ISBN 978-80-261-0030-0