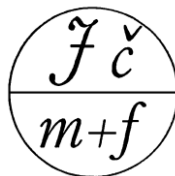


UNIVERZITA PALACKÉHO
Katedra experimentální fyziky Přírodovědecké fakulty
JEDNOTA ČESKÝCH MATEMATIKŮ A FYZIKŮ
Fyzikální pedagogická společnost

Sborník příspěvků z mezinárodní konference

Veletrh nápadů
učitelů fyziky **16**

Olomouc 2. – 4. září 2011



1. vydání

Editor © Renata Holubová, 2011

© Univerzita Palackého v Olomouci, 2011

Neoprávněné užití tohoto díla je porušením autorských práv a může zakládat občanskoprávní, správněprávní, popř. trestněprávní odpovědnost.

ISBN 978-80-244-2894-9

Neprodejné

Obsah

Úvodem	5
B. Balek: Elektrické biosignály lidského těla měřené ISESem	7
R. Bednářová, D. Kawuloková: Kooperace katedry fyziky PdF MU se základními školami	14
P. Böhm: Trenažéry pro drilování dovedností žáků	19
P. Böhm: Hlasovací zařízení nejen ve výuce fyziky	21
P. Böhm: Elektřina a magnetismus s Vernierem	24
Z. Bochníček: Lidské tělo ve vakuu	27
A. Bušáková, K. Kolář: Korespondenční semináře MFF UK pro studenty se zájmem (nejen) o fyziku	33
J. Česáková, K. Vondřejcová, M. Křížová: Hrajeme si i hlavou počtvrté	39
M. Dostálová: FIRST LEGO League	46
L. Dvořák: Magická hůlka Wander Fly a český fyzikář	48
I. Dvořáková: Projekt Heuréka 1991 – 2011	56
A. Hajdusianek: Eddy Current Demonstrations for Children	63
R. Holubová: Jednoduché experimenty s gumou a kuličkodráhou	67
P. Horváth: Meranie brzdné dráhy auta	73
J. Hrdý: Využití rotopedu při výuce fyziky	79
J. Hrdý, M. Šíková: Když se řekne fyzikální jarmark	84
Jos. Hubeňák, J. Hubeňák: Balistika bezpečně	88
O. Janda: Ověřovací svítící a zvukové figurky (s LED a s piezoměničem). Světelné a zvukové zkoušečky	94
J. Jermář: Experimenty s digitálními siloměry Vernier	99
J. Jermář: Stellarium – planetárium ve třídě	104
O. Kéhar: Měření setrvačnosti lidského oka	106
O. Kéhar: Využití katalogů astronomických objektů ve výuce	111
Z. Kielbusová: Pouťový balóněk v hodinách fyziky	118
J. Končelová: Efektivní hlasování ve výuce	123
V. Koudelková, L. Dvořák: Dva experimenty s magnetickým polem (+ 1 jako bonus)	129

V. Koudelková, Z. Polák, J. Reichl: Pár věcí z tábora, tentokrát na téma Není malých úkolů, jsou jen různá měřítka	134
J. Koupil, V. Vícha: Jako zpomalený film ...	143
R. Kusák: Co může nabídnout wolframalpha?	149
J. Kvapil: Představení materiálů pro fyziku z projektů Studujeme moderně a dvojjazyčně a Aplikace cizojazyčných prvků ve výuce vybraných předmětů na SŠ	154
F. Láta: Vernier a LabVIEW ve vzdálených laboratořích	159
F. Lustig: Školní laboratoře badatelského typu – integrace tradičních, vzdálených a virtuálních fyzikálních experimentů	165
Z. Koupilová, D. Mandíková, M. Snětinová: Elektronická sbírka řešených úloh z fyziky	173
T. Milář: Využití měřicí stanice Vernier pro školní experimenty	179
I. Vaculová, P. Novák: Didaktická příprava studentů katedry fyziky a spolupráce se základními školami	185
L. Onderová, J. Ondera: Zaujímavé nápady pre vyučovanie fyziky	192
L. Pawera, P. Sládek: Vzdálené laboratoře, nový přístup při vytváření vzdálených experimentů	199
V. Pazdera: Pár zajímavých nápadů II	204
V. Piskač: Z fyzikálního šuplíku 001	208
Z. Polák: Elektromagnetické vlny v experimentech	211
J. Reichl, P. Černý: Využití systému firmy Vernier při řešení úloh	217
M. Staněk: Silozpyt na šikmé ploše	222
Z. Šabatka: Demonstrační pokusy z elektřiny a magnetismu	227
V. Štěpánová a kol.: Na Fyziku v Týmu (NAFTA)	233
J. Trna: Využití IBSE ve výuce fyziky	237
J. Válek, P. Sládek: Jak znázornit 2D kmity a Lissajousovy obrazce pomocí 3D projekce	246
M. Volná: Fyzikální jevy v oběhové soustavě člověka	251
K. Vondřejcová, P. Kabrhel: Rohová lišta ve výuce fyziky	256
V. Žák: 2 v 1 – úlohy experimentální i teoretické	261
Seznam účastníků konference	266

Úvodem

Veletrh nápadů učitelů fyziky je jednou z nejúspěšnějších akcí, která se každoročně koná ve spolupráci některé vysoké školy připravující učitele fyziky a Fyzikální pedagogické společnosti JČMF. Ve dnech 2. až 4. září 2011 se uskutečnil již 16. ročník Veletrhu, potřetí v Olomouci. Konference probíhala v aule nové budovy Přírodovědecké fakulty UP a zúčastnilo se jí 107 učitelů fyziky všech typů škol jak z České republiky, tak ze zahraničí (Slovensko, Polsko, Holandsko). V přilehlých prostorách auly bylo možné navštívit prodejní výstavku publikací nakladatelství Prometheus a Prodos, shlédnout učební pomůcky prezentované firmami 3B Scientific a Helago a seznámit se s nabídkou vzdělávacích publikací společnosti ČEZ.



Účastníci přednesli 50 příspěvků na nejrozumnější témata týkající se jak experimentů, tak zkušeností z práce se žáky při fyzikálním vzdělávání ve třídě i v mimoškolní činnosti. Proběhl také workshop o využití programu Mathematica a demonstrovány byly přístroje pro termovizi a noční vidění. V úvodu konference předvedli učitelé a žáci Gymnázia v Jeseníku ukázkou ze soutěže First Lego League, v níž se škola opakovaně probíjela do celosvětového kola soutěže.

Většina přednesených příspěvků tvoří obsah sborníku a některé budou dostupné i na Fyzwebu: <http://fyzweb.cuni.cz/>

Informace o konferenci a fotodokumentace je na stránkách Veletrhu: <http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/>

Organizační výbor Veletrhu pracoval ve složení RNDr. Renata Holubová, CSc. (předsedkyně), doc. RNDr. Oldřich Lepil, CSc., Mgr. Lukáš Richterek, Ph.D. a Mgr. František Látal z Katedry experimentální fyziky PřF UP a doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc. a RNDr. Radmila Hýblová za Fyzikální pedagogickou společnost JČMF. Webové stránky konference zajišťoval RNDr. Jan Koupil z MFF UK. Na organizaci konference se podílela také pracovnice děkanátu PřF UP Mgr. Blanka Krausová.

Příspěvky přednesené na 16. Veletrhu jsou ve sborníku uvedeny v abecedním pořadí autorů. Texty příspěvků byly jen technicky upraveny pro tisk a nebyly v nich provedeny žádné věcné ani jazykové úpravy.

Konference byla akreditována MŠMT jako akce DVPP pod jednacím číslem 12053/2011-25-311.

V Olomouci 18. října 2011

Elektrické biosignály lidského těla měřené ISESem

BRONISLAV BALEK

BALMED, Ivančice

Úvod

Elektrické signály lidského těla (elektrické biosignály) jsou generovány nervovými a svalovými buňkami a jsou výsledkem elektrochemických procesů uvnitř buněk a mezi buňkami. Biosignály slouží v biologii a lékařství k vyjádření informací o sledovaném biologickém systému – lidském organismu. Elektrické biosignály lze snímat plošnými elektrodami na povrchu orgánu nebo organismu jako časový průběh biosignálu. Mezi tyto aktivní elektrické projevy tkání patří např. EKG (biosignál srdce), EEG (biosignál mozku), EMG (biosignál kosterních svalů), EGG (biosignál žaludku), EOG (biosignál okohybných svalů) atd., viz tabulka 1. V příspěvku bude popsán vznik, snímání a zobrazení těchto elektrických biosignálů a v průběhu prezentace budou předvedeny praktické ukázky např. EKG, EMG, EOG měřené systémem ISES.

Tabulka 1. Typické hodnoty vybraných elektrických biosignálů člověka

Biosignál	Napěťový rozsah	Frekvenční rozsah	Testovací napětí
Elektrokardiogram EKG - srdce	0,5–5 mV	0,05–100Hz	1 mV
Elektroencefalogram EEG - mozek	2-200 μ V	0,5-200 Hz	50 μ V
Elektromyogram EMG – svaly	0,05-5 mV	2-500 Hz	-
Elektrookulogram EOG - oko	10 μ V-3,5 mV	0-100Hz	-

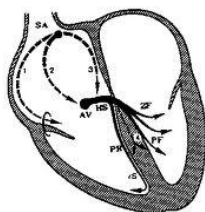
Pozn.: Testovací napětí je pravoúhlý napěťový impuls 1mV (pro EKG) a 50 μ V (pro EEG) pro porovnání amplitud vln EKG a EEG s tímto testovacím napětím.

Elektrokardiogram EKG (biosignál srdce)

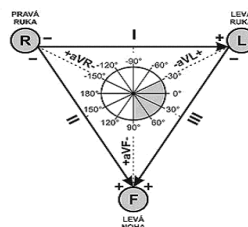
Funkční diagnostika srdce patří k nejzákladnějším vyšetřením zdravotního stavu jak zdravých jedinců, tak pacientů v kritickém stavu. Postup elektrického vzruchu srdeční tkání (elektrickou převodní soustavou srdeční, obr. 1) a časově proměnné rozhraní mezi aktivovanou a klidovou tkání vyvolává časově proměnné elektromagnetické pole v okolí srdečního svalu. Grafický záznam časové závislosti rozdílů elektrických potenciálů snímaných elektrodami rozmístěnými zpravidla na povrchu těla nazýváme elektrokardiogram (EKG).

Elektrokardiogram tedy poskytuje informace o elektrických procesech probíhajících v srdečním svalu. Pro posouzení srdeční funkce má význam jak tvar EKG vln, směr jejich vrcholů, šířka, tak i délka časových úseků mezi nimi apod. Z časových úseků mezi jednotlivými vrcholy vln EKG (např. R-vln) lze určit srdeční frekvenci jako převrácenou hodnotu periody mezi R-vlnami.

Abychom získali co nejužitečnější informaci o elektrických projevech srdce, musíme definovat vhodný způsob rozmístění snímacích elektrod, tedy elektrokardiografický svodový systém. Pro humánní ambulantní elektrokardiografii se používá nejčastěji standardní 12-ti svodový systém s deseti EKG elektrodami (4 končetinové a 6 hrudních). U kardiomonitorů na jednotkách intenzivní péče a ve školství pro výuku se používá jeden tříelektrodový svod v souladu s Eithovenovým trojúhelníkem (obr. 2).

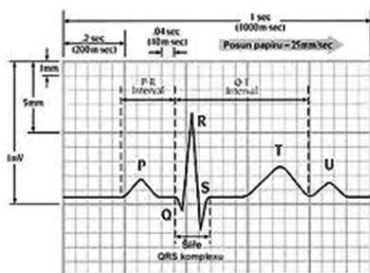


Obr. 1 Elektrický převodní systém srdce

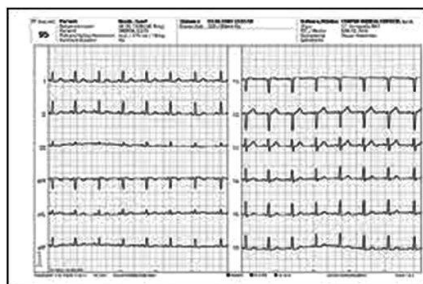


Obr. 2 Eithovenův trojúhelník rozmístění elektrod

Plošné EKG elektrody jsou vyrobeny ze sintrátu Ag/AgCl a jsou nepolarizovatelné. Potenciálový rozdíl dvou takových elektrod je jen několik milivoltů a je poměrně stabilní. Konstrukčně jsou EKG elektrody řešeny jako končetinové clipsové, hrudní přísavné nebo jako plovoucí předgelované pro jedno použití. Ukázky EKG jsou na následujících obrázcích.



Obr. 3 Typický průběh EKG



Obr. 4 Záznam 12-ti svodového EKG

Zátěžové funkční vyšetření srdce sleduje a hodnotí reakce i chování organismu při navození přesně definované fyzické zátěže probanda. EKG snímané v klidu slouží převážně k diagnostice disrytmii-arytmií (poruch srdečního rytmu), poruch elektrického převodního systému srdce, hypertrofie (zvětšení) komor a infarktu myokardu. Zátěžové EKG je využíváno k cílenému vyhledávání ischemické choroby srdce (nedostatečné prokrvení srdce) a cév, k testování výkonnosti srdce při rehabilitaci nemocných po infarktu myokardu (srdeční mrtvici-přerušeni dodávky krve do části srdce), během farmakoterapie nebo po chirurgickém řešení ischemické choroby srdeční.

Elektroencefalogram EEG (biosignál mozku)

Elektroencefalogram (EEG) je jedním z významných nástrojů neinvazivní diagnostiky a výzkumu činnosti mozku. Je to složitý elektrický biosignál odrážející mozkovou aktivitu – různé fáze spánku a stavy vědomí, projevy metabolických poruch, vlivy drog či toxických látek. Elektroencefalografická vyšetření se provádějí u všech poruch funkce mozku v neurologii a v převážné většině případů i v psychiatrii.

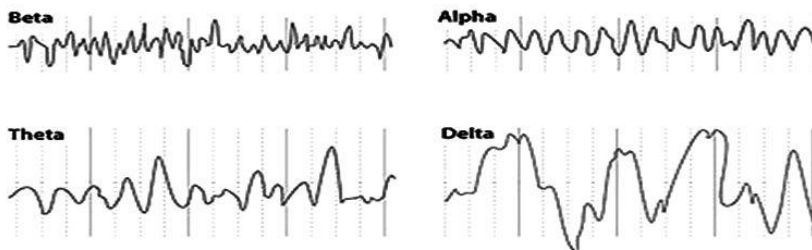
Signál EEG je součet všech elektrických dějů snímaných elektrodou. Pro umístění elektrod na povrchu lebky se používá rozměřování, které vychází z definovaných výčnělků na lebce (nos, uši) a následném rozdělení všech vzdáleností po 10 % a 20 % - systém „10-20“. Tak je definováno umístění a názvy každé z 19 základních elektrod viz obr. 5. Elektrody musí být zase nepolarizovatelné (jako u EKG). Používají se zclacené elektrody nebo elektrody stříbrné s vrstvou AgCl v kombinaci z roztoky snižující přechodový odpor (přesycený fyziologický roztok) popř. elektrodovými gely a pastami s volnými zápornými ionty Cl. Fixace elektrod na lebku je pomocí elastické čepice, v níž jsou již zafixovány EEG elektrody v systému „10-20“. Do těchto elektrod se potom injekční stříkačkou aplikuje EEG gel. Na jednotkách intenzivní péče (IJIP-jednotkách léčících mozkovou mrtvici) a ve školství se používá jeden globální svod se třemi elektrodami, jednou indiferentní (vztažnou) a dvěma diferentními (aktivními) umístěnými na čele nemocného nebo probanda.

Vlny tvořící signál EEG jsou sinusoidního tvaru a rozdělují se podle frekvence měřené mezi minimy nebo maximy do pásem označovaných řeckými písmeny:

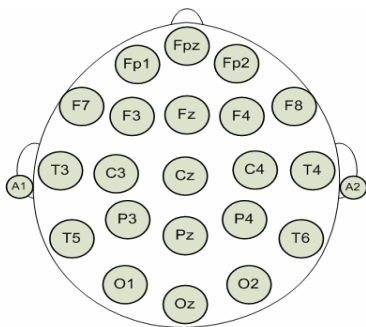
- **DELTA – 3 Hz a méně** (hluboký spánek, v bdělosti patologické)
- **THETA – 3,5 až 7,5 Hz** (kreativita, usínání)
- **ALPHA - 8 až 13 Hz** (relaxace, zavřené oči)

- **BETA** - 14 Hz až 30 Hz (koncentrace, logicko-analytické myšlení, neklid)
- **GAMA** - 30 Hz a více (extrémní koncentrace, hluboká meditace)

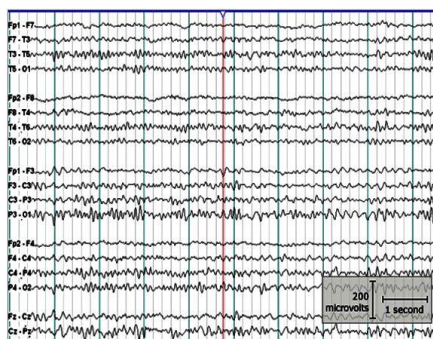
Příklad EEG signálů:



Normální jsou vlny v pásmech α a β , vlny nižších frekvencí vyskytující se častěji se považují za patologické, nejde-li o projevy spánku, při kterém se vyskytují fyziologicky. Dále se v signálu EEG objevují ojediněle *vlnové tvary – garafoelementy*. Mohou to být buď artefakty technické – z elektrod, z přístroje, z vnějšího rušení atd., nebo biologické – mrkání a pohyb očí, polykání, kašel aj. Rozmístění EEG elektrod systému „10-20“ je na obr. 5. a příklad 18-ti svodového EEG ukazuje obr. 6.



Obr. 5 Systém 10-20 rozmístění EEG elektrod



Obr. 6 Příklad 18-ti svodového EEG

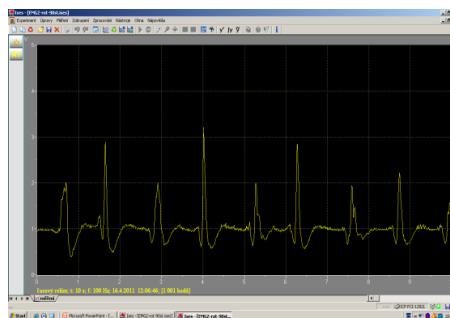
Současné snímání mozkových potenciálů se děje na počítačových systémech, které převádějí analogový (časově spojitý) signál na digitální, provádí digitální filtraci nežádoucích frekvenčních komponent, oddělují frekvenční pásma rytmů a vytváří spektrální analýzy a topologické mapování mozkové aktivity. Pro vyvolání evokovaných (vynucených) potenciálů se nejběžněji používá fotostimulátor (blikající světlo).

Elektromyografie EMG (elektrický biosignál kosterního svalstva)

EMG-elektromyogram představuje elektrickou aktivitu svalových vláken. Napětový rozsah těchto biosignálů je (0,05-5) mV a frekvenční rozsah je (2-500)Hz. Při stahu svalových vláken vzniká elektrický signál, který má charakter impulsu s dobou trvání (3-15) ms a opakovací frekvenci (6-30) Hz. Pro snímání EMG používáme plošné elektrody a speciální biozesilovač. Rozložení elektrod obr. 7 a záznam EMG obr. 8.



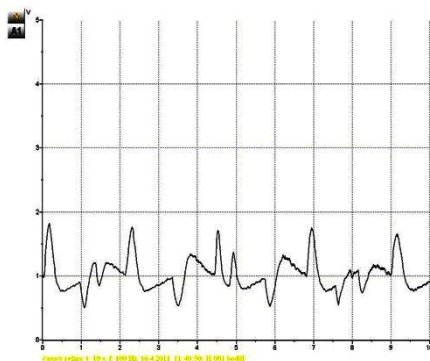
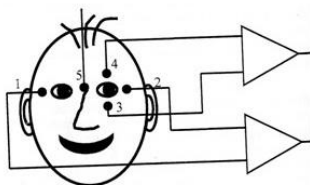
Obr. 7 Rozložení elektrod u EMG



Obr. 8 Graf EMG při otáčení lokte o 90°

Elektrookulografie EOG (elektrický biosignál okohybných svalů)

EOG-elektrookulogram je záznam změn elektrického napětí vyvolaných spontánním nebo řízeným pohybem oka. Oko se chová jako dipól, přičemž na rohovce je kladný náboj a na sítnici náboj záporný. Napětový rozsah EOG je 10 μ V-3,5 mV a frekvenční rozsah je (0-100) Hz. Pro snímání EOG používáme plošné elektrody a speciální biozesilovač. Na obr. 9 je rozložení elektrod a na obr. 10 jsou grafy EOG při pohybu očí vlevo-vpravo a nahoru-dolů.



Obr. 9 Rozložení elektrod při měření EOG Obr. 10 Graf EOG. Pohyb očí vlevo-vpravo

Závěr

ISES je univerzální otevřený měřicí, zobrazovací a vyhodnocovací systém hodící se mimo jiné i pro *Biofyzikální experimenty* – snímání biosignálů z lidského organismu.

Množství funkcí lidského organismu bylo inspirací pro uplatnění v technice. Z principů smyslových orgánů vychází řada snímačů a převodníků v různých technických oborech. Každý smyslový orgán (čidlo) převádí neelektrickou veličinu (mechanickou, světelnou, chemickou, tepelnou atd.) na veličinu elektrickou. Přenosy dvojkových elektrických signálů od lidských čidel (senzorů-smyslových orgánů-převodníků) do centrální nervové soustavy jsou uskutečňovány smyslovými (aferentními-dostředivými) neurony iontovou vodivostí v elektrolytech (hlavně Na^+ a K^+) tedy vodivostí II. řádu. Na nervová vlákna se pohlíží jako na dlouhá elektrická vedení. Zpracování binárních elektrických signálů centrální nervovou soustavou CNS (mozek a mícha) je činěno multiprocesorově. CNS pak pomocí motorických (eferentních-odstředivých) neuronů řídí výkonné orgány např. svaly. Celé tyto uzavřené zpětnovazební systémy udržují lidský organismus v rovnováze.

Biofyzika a fyziologie se vyučuje na lékařských fakultách. Lékařská elektronika a přidružené předměty se vyučuje na fakultách, ústavech a katedrách biomedicínského inženýrství (Praha, Brno, Ostrava atd.). Na středních školách na gymnáziích začíná zájem o tuto oblast a může připravovat prakticky studenty,

zajímající se o biofyzikální experimenty, o vstup na lékařské fakulty a fakulty biomedicínckého inženýrství. Na středních odborných školách na principech smyslových orgánů, vedení vzruchů a procesorovém zpracování mohou studenti lépe pochopit principy snímání, zpracování a vyhodnocení signálů. Není vyloučeno, že časem bude zájem o tuto oblast i na základních školách.

Literatura

- [1] Hrubý L., Hédl R., Holčík J.: *Bionika (Návody do laboratorních cvičení)*. Skripta. ÚBMI VUT Brno 2000.
- [2] Čihák J.: *Biofyzikální snímače, sondy a elektrody*. Skripta. PF Univerzity Palackého Olomouc 1985.
- [3] Husák M. a kol.: *Senzory v lékařství (Návody k laboratorním cvičením)*. Skripta. FBI ČVUT Praha 2008.
- [4] Hozman J.: a kol.: *Praktika z biomedicínské a klinické techniky*. Skripta FBI ČVUT Praha 2008.
- [5] Rozman J. a kol.: *Elektronické přístroje v lékařství*, ACADEMIA, Praha 2006.
- [6] Novotný I., Hruška M.: *Biologie člověka pro gymnázia (učebnice)*, FORTUNA, Praha 2010.
- [6] www.ises.info

Kooperace katedry fyziky PdF MU se základními školami

RENÁTA BEDNÁROVÁ, DENISA KAWULOKOVÁ

Pedagogická fakulta MU, Brno

Nejdůležitější pro budoucí učitele je praxe ve školách a přímý kontakt se žáky. Odborná výuková praxe na PdF MU je obvykle součástí až navazujícího magisterského studia Učitelství fyziky pro ZŠ. V bakalářském studiu je kontakt se žáky studentům zprostředkován až v posledním ročníku ve formě oborové praxe, které zahrnuje většinou jen náslechy z hodin, popřípadě seznámení se s činností školy. Z tohoto důvodu byla navázána aktivní spolupráce se základními školami.

Úvod

Jediným učitelem hodným toho jména je ten, který vzbuzuje ducha svobodného přemýšlení a vynucuje cit osobní zodpovědnosti.

Jan Amos Komenský

Osobnost učitele (pedagoga, lektora) by měla být ve společnosti vnímána jako vzor. Aby bylo dosaženo co nejlepších výsledků je zapotřebí zprostředkovat studentům co nejdříve přímý kontakt se žáky. Učitel působí na osobnost žáků nejen svou odborností, neméně důležitá je výchova. Proto je nutné udržovat kontakt se žáky a učit se prostřednictvím práce s nimi, a nejen z knih a teorie, jak tomu mnohokrát bývá. Nutná je tedy spolupráce se školami již během studia na vysoké škole.

Spolupráce mezi školami je součástí vyučovacího procesu jak v oblasti vzdělávací, metodické, tak i v oblasti společenské. Důležitý je nejen výsledek celého projektu, ale také samostatný průběh a kvalita. Jedná se o moderní způsob výuky. V rámci kooperace dochází k vytváření vzájemných partnerských vztahů nejen mezi školami, ale také mezi učiteli a žáky daných škol. Kooperace pojednává v širším slova smyslu o vzájemné porozumění, ochotu a rozvoj spolupráce, vytváření zodpovědnosti nejen za sebe, ale i za druhé.

Kooperace patří k socializačnímu ideálu výuky, a to nejen v rámci interkulturního vzdělávání. Kooperace je specifický druh interakce. Pro rozvoj kooperativních dovedností je vhodná forma skupinového vyučování.

V loňském akademickém roce jsme se pokusili integrovat práci se žáky základních škol našim studentům již od prvního ročníku bakalářského studia. Hlavním

cílem nebylo zprostředkování odborných poznatků, nýbrž naučit se odpovědnosti, komunikace a práce s dětmi, tvorba vhodného výukového materiálu a příprava výukového prostředí. Z těchto důvodů se jevily pro první kontakt se žáky nejvhodnější tyto předměty – fyzikální exkurze a terénní cvičení.

Předměty

Terénní cvičení

Předmět je vypisován každoročně v jarní i podzimním semestru. Je zařazen do kategorie volitelných předmětů, předmět je ukončen zápočtem. Zapsaných studentů v každém semestru je průměrně deset. Náplň předmětu je vytvoření jednoduchého pracovního listu na zadané téma z běžného života, volba vhodné výukové metody a celodenní aktivní účast v terénu s dětmi.

Témata zahrnují měření fyzikálních veličin, pozorování fyzikálních jevů, práce v kolektivu, diskuze na výsledky své práce, apod. Je kladen velký důraz na zohlednění mezipředmětových vazeb a obsahovou a metodickou koordinaci.

Průběh hodiny

Oslovili jsme ZŠ Sokolnice a ta spolupráci přijala. Učitelé měli jediný úkol – dopravit děti do Brna, což pro ně bylo časově nenáročné. Blokované výuce v terénu předchází rozdělení témat a jejich příprava. Například plocha listu, měření vzdáleností, rozměřování stejných úseků, odhad výšky stromu, poloměr stromu, počet stromů v lesíku, sluneční hodiny, teplota vzduch a vody, rychlost toku vody, ... Studenti si doma připravili pracovní list, seznam pomůcek k dané úloze a krátký motivační výklad pro žáky. Byla provedena didaktická korekce všech pracovních listů.

Názorná ukázka průběhu terénního cvičení

1. Sraz v terénu – My jsme zvolili park u Anthroposu Brno

Studenti si najdou vhodné místo v lesoparku k realizaci své úlohy a připraví si potřebné pomůcky – nit, pásmo, klacek, stopky, clinometr, atd.

2. Příchod žáků – ZŠ Sokolnice 6. třída

Rozdělení žáků do skupin po pěti žácích a rozdání pracovních listů.

3. Motivace

Každý student dostane na starost jednu skupinku žáků, kterou nejprve namotivuje ke svému tématu – historie Ludolfova čísla, historie fyzikálních jednotek, zatmění Slunce, výroba krokoměru, ...

4. Realizace

Žáci pod dohledem studenta postupně vypracovávají jednotlivé úkoly z pracovního listu. Student navede žáky pomocí otázek (heuristická výuková metoda) na vhodnou metodu, vysvětlí jim, k čemu slouží jednotlivé pomůcky (clinometr), jak správně měřit a po celou dobu měření se nachází v roli rádce a pomocníka. Žáci nejprve provedou odhad měřené veličiny, poté provádí měření pomocí v přírodě vhodných metod a pomůcek. Následně je vše přeměřeno klasickými měřidly (metr) a překontrolují výpočty. Následuje diskuse, ve které se zdůvodní rozdíly v získaných hodnotách.

Reakce žáků, studentů i přihlížejících učitelů byly pozitivní, proto jsme se rozhodli spolupráci navázat i s jinými školami. Další spolupráci plánujeme navázat s fakultní Základní školou v Chrlicích. Našlo se několik organizačních nedostatků, které budou odstraněny.

Fyzikální exkurze

Předmět je vypisován každoročně v jarní i podzimním semestru. Je zařazen do kategorie volitelných předmětů, předmět je ukončen zápočtem. Zapsaných studentů v každém semestru je průměrně dvacet.

Exkurze nejsou zaměřeny pouze odborně, ale v budoucnu by měly posloužit jako námět pro zpestření výuky na ZŠ. Našich exkurzí se nezúčastňují pouze studenti, ale i žáci základních škol. Slouží to pro názorné přiblížení chování žáků mimo školní prostředí.

Fyzikální exkurze – iQpark Liberec

Spolupráci jsme nabídli Základní škole Laštůvkova Brno a Cyrilometodějské základní škole Brno, které nadšeně přijaly. Učitelé vyslovili částku, kterou exkurze nesměla překročit, ostatní organizační záležitosti nechali již na naší katedře.

Exkurze vyžaduje organizační přípravy (rezervace výukového programu, zajištění dopravy, časový rozvrh). Téma voleného lektorského programu je vhodné přizpůsobit aktuálním vědomostem a dovednostem žáků. Učitelé byli rádi, že byli organizace ušetřeni.

Žáci a studenti vytvořili dvě smíšené skupiny. První skupina zahájila prohlídku přednáškou o fyzikálních zákonech. Lektor předvedl několik demonstračních heuristických pokusů. Všechny pokusy probíhaly za asistence účastníků. Druhá

skupina zahájila exkurzi prohlídkou areálu iQparku. iQpark nabízí možnost podívat se na řadu experimentů z fyziky, chemie, matematiky, apod.

Reakce učitelů na spolupráci ZŠ s PdF MU

- 20. 5. 2010 proběhla exkurze do iQparku v Liberci, která byla zorganizována pro zájemce z řad žáků devátých ročníků. Akce se zúčastnilo 11 žáků ze třídy IX. A a 5 žáků ze třídy IX. S ze ZŠ Brno, Laštůvkova 77. Exkurze se spolu s námi zúčastnili i žáci z CMcZŠ a studenti katedry fyziky pedagogické fakulty Masarykovy univerzity. V průběhu exkurze se žáci zúčastnili prezentace na téma Fyzikální zákony. Následovala prohlídka různých expozic iQparku. Žáci v průběhu celé exkurze projevovali velký zájem o vystavené exponáty. Pozorované jevy byly velmi dobře vysvětleny a v případech, kdy přece jen žáci něčemu nerozuměli, obraceli se na vyučující nebo i na studenty PdF, kteří ochotně radili. Domnívám se, že exkurze byla velkým přínosem a bude se opakovat.
- Obě akce byly velmi přínosné, jak pro studenty, tak pro žáky. Studenti se do role učitele rychle vžili a žákům se naplno věnovali. Žáci byli ze začátku trochu zdrženliví a na první pohled zaskočení z netypického způsobu výuky, ale brzy se rozkoukali. Spolupráce se mi jeví jako velmi přínosná.
- Ve školním roce 2009/2010 se vybraní žáci naší školy zúčastnili exkurze do iQparku v Liberci. Tato exkurze byla organizována katedrou fyziky a zúčastnili se jí také studenti této katedry. Po organizační stránce proběhlo vše podle plánu a rovněž ekonomická náročnost byla rozumná. Žáci naší školy byli velmi spokojeni a celkově exkurzi hodnotili velice kladně. Já jako doprovázející učitel vidím tři hlavní přínosy ve spolupráci s PdF. První, a to velice důležitý, je kontakt studentů, tedy budoucích učitelů se žáky. Ve druhém případě nenásilné setkání žáků s fyzikou formou interaktivních exponátů v iQparku a setkávání studentů a žáků při těchto aktivitách. Pro mne, jako učitele fyziky je tato spolupráce přínosná také v tom, že katedra fyziky celou akci organizuje a zajišťuje.
- Ve školním roce 2009/2010 se naše škola zúčastnila terénního cvičení pořádaného Katedrou fyziky pedagogické fakulty Masarykovy univerzity. Toto cvičení absolvovali žáci šesté třídy. Během cvičení, které probíhalo v parku před muzeem Anthropos, se žáci seznámili s mnoha praktickými příklady využití školního učiva. Žáci strávili zábavné dopoledne v parku a získali poznatky z fyziky a matematiky během činností naprosto odlišných od klasických vyučovacích hodin. Z pohledu učitele mohu říci, že jsme díky

tomuto cvičení získali i my nové náměty a nápady, které jsou využitelné v naší vlastní výuce. Myslím si také, že díky podobným cvičením a projektům získají studenti více zkušeností s prací s dětmi, které později uplatní během studia i následné praxe. Já sám bych během svého studia podobné akce uvítal. Doufám, že podobná kooperace ZŠ Sokolnice bude s pedagogickou fakultou pokračovat i v dalších letech.

Reakce studentů na spolupráci ZŠ s PdF MU

- Terénní cvičení bylo velmi zajímavé. Vyzkoušel jsem si, jak je práce s dětmi náročná a bylo to pro mě velmi přínosné. Žáci s námi studenty nadšeně spolupracovali a to se mi moc líbilo.
- Terénní cvičení konané v podzimním semestru mi připadá pro studenty pedagogické fakulty velice přínosné, protože klade jednak důraz na přípravu na jednotlivá cvičení, jednak ukazuje schopnost studentů práce s dětským kolektivem. Trochu mi vadila účast dozoru dětí, která trochu narušovala práci a odvolávala je uprostřed měření (svačina). Rozhodně bych v terénních cvičeních pokračoval, protože, jak je uvedeno výše, podporují rozvoj studenta vysoké školy. Velice dobře byly i zvoleny měřené úlohy.
- Spolupráce s dětmi byla dobrá, jen bylo obtížné je motivovat, protože počasí nebylo moc ideální. Jinak myslím docela spolupracovaly a některé by to asi i bavilo, kdyby jim nebyla taková zima. Mně osobně se spolupráce s nimi líbila. Spolupráce s dětmi na terénním cvičení mi přišla jako skvělý nápad, žáci byli aktivní a nadšení, i přes nepříznivé počasí je to bavilo a mě to tudíž bavilo také. Navíc to byl první opravdový kontakt se žáky v roli učitele.

Závěr

Kooperace se základními školami proběhla v předmětech terénní cvičení a fyzikální exkurze. Pro budoucí učitelé je tato zkušenost příjemná a užitečná. Žáci byli zpočátku zdrženliví, ale později jejich ostych zmizel a plně spolupracovali. Ohlasy byly ve všech směrech pozitivní, proto ve spolupráci se základními školami budeme nadále pokračovat a rozvíjet ji.

Trenažéry pro drilování dovedností žáků

PAVEL BÖHM

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

Abstrakt

Bez drilu se některé dovednosti osvojit nedají. Vymýšlení, kontrolování a hodnocení drilových úloh však vyžaduje obrovské úsilí a důslednost ze strany učitelů. Proto vyvíjíme počítačové trenažéry, které mnoho rutinní práce obstarají za učitele – a ten tak bude moci svou energii napřít do účinné pomoci slabým žákům.

Jak to celé vzniklo

Řada dovedností, které žáci potřebují, vyžaduje opakované cvičení neboli dril. Z hlediska učitele je to činnost únavná a časově náročná, protože vyžaduje vymýšlení velkého množství relativně jednoduchých a navzájem podobných úloh a systematické kontrolování toho, že se jimi žáci zabývají a neodbývají to.

Abych si vymýšlení úloh zjednodušil, začal jsem tvořit takzvané chrliče úloh [1]. Chrliče automaticky generují nejen zadání, ale také správné výsledky, takže si přímo v hodině učitel nebo sami žáci mohou své řešení průběžně kontrolovat.

Dalším krokem bylo vytváření jednoduchých trenažérů [2], které kontrolu zajistí automaticky za učitele. Stačí pak jen třídě zadat, že si má například procvičovat logaritmy a že příští čtvrtek si napíšu u každého tři nejlepší známky.

Trenažéry pro veřejnost

Protože se mi používání trenažérů osvědčilo, rozhodl jsem se nabídnout tuto službu široké veřejnosti. Projekt se nyní nachází ve stadiu rozpracování, beta-testování a postupného vývoje.

Co trenažéry umožní

Učitel si bude moci **vytvořit skupiny žáků** (například „7. A“ nebo „žáci v zahraničí“).

Dále půjde vytvořit **šablony hodnocení** (například pod 90 % neprošel, nad 90 % prošel – nebo klasickou stupnici 1 až 5).

Budou **přednastavené různé trenažéry**, učitel si v případě zájmu bude moci jejich **parametry upravit** podle svých potřeb, například zvýšit nebo snížit náročnost.

Učitel pak už jen **zadá úkol**, tedy vybere skupinu žáků, šablonu hodnocení, trenažér a datum, do kdy má být hotový. Žáci na trenažéru budou ze školy nebo z domova (pokud mají internet) pracovat a učitel potom jen **sebere výsledky**.

Zaujalo vás to?

Pokud vás projekt trenažérů zaujal, chcete být informováni o novinkách a zapojit se do testovacího provozu, kontaktujte mě na:

pavel.bohm@mff.cuni.cz.

Literatura

[1] <http://pavelbohm.cz/sklad/trenazery.zip>

[2] <http://pavelbohm.cz/porg/trenazery/moduly/21/>

Hlasovací zařízení nejen ve výuce fyziky

PAVEL BÖHM

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

Abstrakt

Hlasovací zařízení se dá využívat k zefektivnění práce při vyučování i mimo výuku. V příspěvku je několik námětů na práci s hlasovadly.

Co jsou hlasovací zařízení

Hlasovací zařízení jsou dálkovému ovladači nebo mobilu podobné krabičky, které umožňují dávat zpětnou vazbu učitelům.

Jednodušší verze hlasovadel dovolují pouze výběr jedné správné odpovědi z několika málo nabízených (nejčastěji 3 až 6), pokročilá zařízení umožňují volit více správných možností z nabídky, odesílat čísla i celé texty.

Učitel může vést hlasování tak, aby nevěděl, jak který žák hlasoval, ale v případě potřeby lze zařídit i to, že volby konkrétních žáků jsou uloženy a mohou být zobrazeny.

V současnosti se dají jednoduchá hlasovadla pořídit v ceně zhruba 1000 Kč na žáka, pokročilejší typy asi za dvojnásobek [1, 2, 3].

Uplatnění ve škole

Omezení tlaku skupiny

Hlasování dovoluje daleko větší anonymitu než klasické hlášení rukou nebo „vykřikování“ názorů jednotlivých žáků. Pro některé žáky je navíc projevení vlastního názoru stresující, zvláště když by mohl být menšinový. Je tak daleko větší šance získat autentické informace a ne jen papouškované názory třídní autority.

Orientační zkoušení pro 100 % žáků

Pokud má učitel ve zvyku na začátku hodiny několik vybraných žáků orientačně zkoušet, může být využití hlasovadel způsobem, jak nedělat loterii, ale vyzkoušet vždy úplně všechny. Stejně tak by se dalo orientační zkoušení provádět na konci hodiny z toho, co se probíralo v hodině.

Peer Instruction

Hlasovací zařízení se dají využít přímo ve výuce jako aktivizační pomůcka. Jednou z vyzkoušených a uznávaných metod je Peer Instruction. O této metodě podrobněji v tomto sborníku referuje J. Končelová.

Třídnické hodiny, porady

Hlasovadla mohou usnadnit hlasování a vyhodnocování výsledků na poradách nebo třídnických hodinách, lze také využít anonymního hlasování pro citlivá témata.

Papírové testy a dotazníky

Některé typy hlasovadel, například QOMO QClick QRF900, umožňují záznam odpovědí řízený samotnými žáky, kteří postupně volí, na jakou odpověď chtějí odpovídat a jak. To může výrazně usnadnit zpracování klasických papírových testů a dotazníků.

Ovládání prezentace, laserové ukazovátko, myš

Součástí některých hlasovacích zařízení (například právě mnou využívaného QClicku) je také učitelský ovladač, se kterým můžete nejen řídit samotné hlasování (spouštět, ukončovat, zobrazovat různou formou výsledky), ale také přepínat snímky PowerPointu, používat laserové ukazovátko, případně dokonce simulovat myš.

Uplatnění ve škole

Domnívám se, že velkou chybou by bylo hlasovací zařízení nadužívat a veškerou výuku primárně podřítit tomu, abychom u toho nějak využili hlasovadla, když už je na škole máme.

Stejně jako u apletů, Vernieru nebo interaktivních tabulí a dalších sofistikovaných pomůcek je potřeba nejprve přemýšlet, čeho chceme svou výukou dosáhnout, pak teprve volit vhodné prostředky.

Druhá moje obava spočívá v riziku redukce otázek na „hloupé doplňovačky“. Pokládal bych za velký problém, kdyby veškeré učitelovo tázání bylo podřízeno nutnosti přizpůsobit se formě toho kterého hlasovacího systému, tedy často například tvořit výhradně otázky s právě jednou správnou odpovědí a maximálně čtyřmi možnostmi na výběr. Žáky je potřeba stimulovat také rafinovaněji, pokládat otázky více otevřené.

Výměna zkušeností

Pokud kdokoliv z vás hlasovala ve výuce používá nebo o tom uvažuje, budu rád, když mě kontaktujete za účelem sdílení zkušeností a nápadů na e-mailové adrese

pavel.bohm@mff.cuni.cz

Literatura

[1] <http://qclick.edufor.cz>

[2] <http://eshop.chytretabule.cz/produkt.php?id=374>

[3] <http://www.activboard.cz/>

Elektřina a magnetismus s Vernierem

PAVEL BÖHM

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

Abstrakt

Obsahem příspěvku jsou dva náměty na experimenty s Vernierem: vzájemné posunutí napětí a proudu na cívce při různých frekvencích a magnetické pole cívky a jeho závislost na proudu, počtu závitů, materiálu jádra, vzdálenosti a směru. Pro oba experimenty jsou natočené též videonávody.

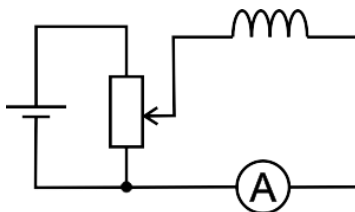
Použité vybavení

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

Videonávod pro tento experiment je na [1]. Podle schématu na obr. 1 sestavíme pomocí reostatu dělič napětí připojený k ploché baterii tak, abychom mohli na cívku přivádět napětí od 0 V do 4,5 V. Připojíme k počítači nebo přenosnému dataloggeru Vernier LabQuest současně ampérmetr (DCP-BTA) a teslametr (MG-BTA).



Obr. 1 Zapojení reostatu jako děliče napětí

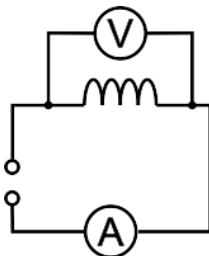
Nastavíme frekvenci měření na 100 Hz. Pak již stačí umístit teslametr do prostředí cívky, spustit měření a plynule změnit polohu jezdce z jedné krajní polohy do druhé.

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

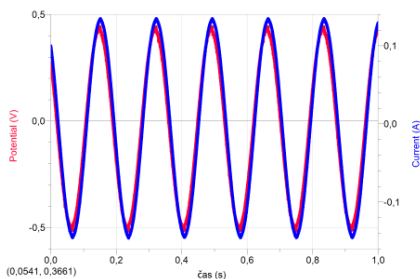
Videonávod pro tento experiment je na [2]. Zapojíme cívku ke generátoru funkcí, k cívce připojíme voltmetr (DVP-BTA) a ampérmetr (DCP-BTA).



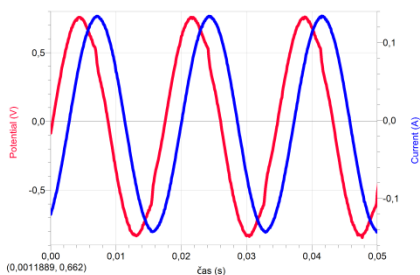
Obr. 2 Zapojení obvodu s generátorem funkcí, cívkou a senzory

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

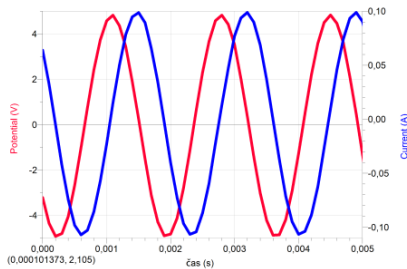
Máme-li program Vernier Logger Pro (je třeba zakoupit), můžeme zobrazovat elegantně proud i napětí do jednoho grafu s tím, že každá veličina má svou vlastní osu (obrázky 3 až 5). Pokud používáme Vernier Logger Lite, který je zdarma, nelze mít v jednom grafu dvě osy, tudíž by zobrazení nebylo tak přehledné. Je proto lepší zobrazit si v tomto případě raději dva grafy pod sebe.



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°

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° .

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

Literatura

[1] <http://www.vernier.cz/video/mg-indukce-civky>

[2] <http://www.vernier.cz/video/obvod-s-civkou>

Lidské tělo ve vakuu

ZDENĚK BOCHNÍČEK

Přírodovědecká fakulta MU, Brno

Abstrakt

V příspěvku jsou popsány fyzikální procesy v lidském těle, je-li vystaveno velmi nízkému tlaku. Hlavní riziko vážného poškození zdraví hrozí zejména expanzí plynu v tělních dutinách a odplynění tekutin. Nedostatek kyslíku způsobí rychlé bezvědomí, včasná resuscitace však může být úspěšná. Text je doplněn návrhem jednoduchých experimentů, které demonstrují popisované jevy.

Úvod

Snad každý shlédl některý sci-fi film, ve kterém se člověk náhle ocitne ve vakuu, zcela nechráněn vzduchotěsným skafandrem. Připomeňme ty snad nejznámější. Ve slavném filmu „2001: Vesmírná odysea“ z roku 1968 hrdina David Bowman úspěšně přestoupí vakuovým prostorem z malé sondy do kosmické lodi, zjevně bez jakýchkoliv následků. Na druhé straně se tvář Arnolda Schwarzeneggera vyhozeného ve filmu „Total Recall“ do řídké atmosféry Marsu děsivě deformuje. Obdobná situace a odlišný výsledek. Jaká rizika hrozí, pokud se člověk ocitne ve velmi nízkém tlaku, či dokonce ve vakuu? Jaké jevy můžeme očekávat?

První pokusy s umísťováním zvířat do vakua spadají již do 17. století (Robert Boyle 1670) [1]. Systematický výzkum začal až v souvislosti s rozvojem letectví a tím vzniklého rizika dekomprese ve velkých výškách. Vedle pokusů se zvířaty byly prováděny i pokusy na dobrovolnících, nikoliv však s umístěním do vakua, ale pouze do zředěného vzduchu, například odpovídajícího nadmořské výšce 12 000 m [2].

Pokud je nechráněné lidské tělo vystaveno velmi nízkému tlaku, je ohroženo na životě ze dvou příčin:

- 1) změna tlakových sil v souvislosti s poklesem okolního tlaku,
- 2) absence kyslíku nutného pro dýchání.

Proberme si nyní obě situace podrobněji.

1) Změna tlakových sil

Člověk a vše živé na souši je vystaveno značným tlakovým silám, jež mají původ v existenci atmosférického tlaku. Pro laika je velikost těchto sil překvapivá: na každý cm^2 je přibližně rovna tíhové síle jednoho kilogramu, tedy například na plochu dlaně je tlaková síla téměř 100 000 N. Navíc lidské tělo bez problémů snáší i mnohonásobení této síly, kterému jsou vystaveni potápěči. Hlavní riziko, které je spojeno s potápěním nesouvisí se zvýšením okolního tlaku, ale s procesem, kdy se okolní tlak snižuje. Podobné problémy můžeme očekávat i při snižování tlaku oproti standardnímu atmosférickému, v krajním případě v prostředí vakua.

Expanze plynu

Lidské tkáně a tělní tekutiny jsou velmi málo stlačitelné, podobně jako běžné neorganické kapalné a pevné látky. Tlakové změny proto nejsou doprovázeny významnými změnami objemu, které by mohly vést k poškození živé tkáně. Značný zdrojem rizika však mohou být tělní dutiny naplněné plynem. Plyny při poklesu tlaku expandují a mohou přilehlé tkáně poškodit.

Nejznámějším případem je tzv. plicní barotrauma (prasklá plíce), jež patří mezi nejvíce život ohrožující situace při potápění. Nastane tehdy, pokud se potápěč vynořuje příliš rychle bez dostatečné ventilace, nebo při vynořování zadržuje dech. Expanze plynu může způsobit vážné poškození plic někdy končící i smrtí. Plicní alveoly (sklípky) vydrží přetlak 150 – 200 hPa, tedy maximálně pětinu běžného atmosférického tlaku. Je zřejmé, že míra rizika roste s rychlostí poklesu tlaku. Při potápění je maximální rychlost vynořování stanovena na 20 m/min, při kterém potápěč musí neustále dýchat. K přechodu do vakua nebo velmi zředěného vzduchu může dojít velmi rychle – explozivní dehermetizací kabiny či skafandru. Zde je rozhodující, jakou rychlostí může unikat vzduch z plic. Jsou-li dýchací cesty volné, je rychlost poklesu okolního tlaku, které jsou plíce schopny bez vážnějšího poškození přestát, překvapivě vysoká. Experimenty prokázaly, že za těchto podmínek plíce vydrží pokles tlaku o třetinu běžného atmosférického tlaku během 0,05 s [3]. Vážné nebezpečí hrozí, pokud je znesnadněn volný výstup vzduchu z plic, například zadržováním dechu nebo obličejovou maskou. K lokálnímu poškození plic může dojít, jsou-li části dýchacích cest ucpaný například hlenovými zátkami.

V lidském těle jsou další dutiny běžně vyplněné plynem. Tlak ve středním uchu je vyrovnáván Eustachovou trubicí, která je lépe propustná při poklesu okolního tlaku, než při jeho nárůstu. Při potápění tedy hrozí středoušní barotrauma více při sestupu do hloubky, než při výstupu k hladině. Při explozivní dekom-

presi je však riziko perforace bubínku značné. Bolestivé je barotrauma lebečních dutin, ke kterému dochází zejména v případech, kdy je vyrovnání tlaků ztíženo rýmou či alergií. V neposlední řadě je nutné zmínit plynovou náplň žaludku a střev, jejíž expanze může v krajním případě způsobit i destrukci stěn těchto orgánů.

Odplynění a var kapalin

Z předchozího textu zdanlivě vyplývá, že dutiny vyplněné kapalinou nejsou v případě dekomprese zdrojem žádného rizika. To však není správné. Při poklesu tlaku může dojít k odplynění, tedy jevu běžně známého jako dekompresní či kesonová nemoc. Za sníženého tlaku je snížen i bod varu, jehož hodnota může poklesnout po tělesnou teplotu. Ve velkých tepnách je nejmenší hodnota tlaku tzv. diastolický, nebo-li dolní tlak. Běžně dosahuje hodnoty 80 mm rtuťového sloupce, tj. 10 000 Pa. Při tomto tlaku vře voda při 46 °C, tedy znatelně výše, než je teplota lidského těla¹. Var v tepnách tedy nehrozí. Jinak je tomu ovšem v žilách, kde může být tlak dokonce záporný (myšleno menší než tlak okolního vzduchu) a riziko varu je reálné. Pokud začne krev v žilách vřít, vytvoří se nejprve malé bublinky plynu, tím dojde ke zvýšení tlaku v cévách a var se zastaví. Cévní stěny přetlak nenaruší, nedosahuje totiž hodnot běžných při práci srdce. Snížením okolního tlaku tedy nedojde k porušení cév, plynové bublinky vzniklé odplyněním či varem však mohou být příčinou embolie s fatálními, i když ne okamžitými následky.

2) Absence kyslíku

Člověk vydrží nedýchat i několik minut. To však neznamená, že je schopen stejnou dobu přežít bez přísunu kyslíku i ve vakuu. Plíce jsou velmi efektivním orgánem pro přenos kyslíku ze vzduchu do krve. Například při intenzivním tělesném cvičení člověk spotřebuje asi 2 000 ml kyslíku za minutu a toto množství musí být plíce schopny přenést. Transport kyslíku v plicních sklípcích je dán rozdílem parciálních tlaků. Za běžných podmínek je parciální tlak ve vzduchu v plicích větší než v krvi, a kyslík difunduje do krve (u oxidu uhličitého je tomu právě naopak). Ve vakuu však vzduch v plicích nemůžeme mít a plíce nyní odčerpávají kyslík z krve. Množství kyslíku v krvi poměrně rychle klesá a přibližně za 10 sekund nastává bezvědomí, kterému však nepředchází pocit

¹ Krev není voda, ale teplota varu vody a krve se od sebe příliš neliší.

dušení². Čas do bezvědomí může být i poloviční, je-li člověk ve stresu. Vyplavení adrenalinu totiž spotřebu kyslíku prudce zvyšuje. Přežití člověka závisí na tom, za jak dlouho se obnoví vyšší tlak vzduch a případně kdy bude zahájena resuscitace. Při pokusech na šimpanzech, kteří byli po rychlé dekompresi vystaveni vakuu po dobu trvání do 150 s, byla resuscitace ve všech případech úspěšná a všichni jedinci pokusy přežili [4].

Nehody

Přímé údaje o chování lidského organismu, je-li vystaveno prostředí blízkému vakuu, jsou k dispozici i z malého počtu dosud zaznamenaných nehod. Uvedeme ty nejznámější:

14. prosince 1966 se při testování skafandrů v NASA porušila těsnost přírodní hadice. Postižený technik strávil ve „vakuu“ asi 20 s. Po 10–12 s ztratil vědomí. Následná resuscitace však byla úspěšná a technik nehodu přežil bez jakýchkoliv znatelných následků. Zajímavý je poslední vjem technika před nástupem bezvědomí: vroucí sliny na jazyku.

Při jiné, nedatované příhodě začal postižený při dekompresi slabě pokašlávat a velice rychle upadl do bezvědomí. Zpětné natlakování kabiny trvalo 2–3 minuty. I když resuscitace začala okamžitě poté, nepodařilo se již postiženého oživit. Bezprostřední příčinou smrti bylo akutní srdeční selhání a plicní barotrauma.

29. června 1971 se při návratu kosmické lodi Sojuz 11 vyrovnávací ventil chybně otevřel již ve výšce 168 km. Všichni tři kosmonauti zahynuli, ale jejich těla nebyla zjevně poškozena nějakou vnitřní expanzí.

16. srpna 1960 se Josephu Kittingerovi při výstupu stratosférickým balónem porušila těsnost rukavice. Dle jeho líčení se „ruka nafoukla na dvojnásobek“. Přes bolest Kittinger pokračoval až do výše 31,3 km, odkud seskočil padákem³. Po návratu se vše vrátilo do normálu a nehoda neměla žádné pozdní následky³.

² Pocit dušení je důsledkem zvýšení koncentrace oxidu uhličitého v krvi, nikoliv nedostatkem kyslíku. Ve vakuu je oxid uhličitý z krve dobře odstraňován a k pocitu dušení tedy nedojde.

³ Dodnes drží Joseph Kittinger světový rekord ve výšce parašutistického seskoku a rekord v rychlosti volného pádu. Tento příklad se podstatně liší od tří předchozích. Zde podlehla dekompresi pouze část těla, což znamená, že tlak krve zůstával blízký atmosférickému tlaku. Proto byly cévy v ruce bolestivě namáhány velkým přetlakem na rozdíl od případů, kdy bylo v nízkém tlaku celé tělo.

Doprovodné experimenty

Pomůcky: vývěva s recipientem, Erlenmeyerovy baňky o objemu cca 150ml, nafukovací balónek a větší nádoba s vodou.

Pokus č. 1: Expanze plynu za sníženého tlaku

Navlékneme nenafouknutý balónek na hrdlo Erlenmeyerovy baňky, umístíme pod recipient a čerpáme. Balónek se „nafukuje“. Pokus demonstruje expanzi plynem naplněných dutin v lidském těle.

Pokus č. 2: Odplyněná voda za sníženého tlaku.

Nyní naplníme systém baňka+balónek co nejlépe odplyněnou vodou. Použijeme následující postup: Odplyněnou vodu získáme převařením obyčejné vody, kterou ještě horkou nalijeme do nádoby – PET láhve. Nádobu zcela naplníme a uzavřeme zátkou⁴. Po vychladnutí naplníme baňku odplyněnou vodou až po hrdlo. Baňku vložíme do větší nádoby s vodou a postavíme na dno. Pod hladinu vody v nádobě ponoříme nenafouknutý balónek a důkladným promnutím mezi prsty odstraníme z balónku všechny vzduch. Poté, stále pod vodou, natáhneme balónek na hrdlo baňky. Tak zajistíme, že uvnitř systému baňka+balónek nebude žádný plyn, který by ovlivnil průběh experimentu.

Baňku s balónkem vytáhneme z vody a osušíme⁵. Umístíme pod recipient. Při čerpání pozorujeme jen minimální, či dokonce žádnou změnu objemu balónku. Pokus demonstruje nezávislost objemu kapaliny na tlaku⁶.

Pokus č. 3: Sycená minerálka za sníženého tlaku.

Baňku naplníme sycenou minerálkou a pod vodou uzavřeme balónkem výše uvedeným postupem. Při čerpání minerálka v baňce bouřlivě „vře“ (uvolňuje se z ní rozpuštěný oxid uhličitý) a balónek se rychle nafukuje. Po zavzdušnění

⁴ Pokud při nalévání máme PET láhev téměř zcela ponořenu ve studené vodě, nedojde k její deformaci vysokou teplotou.

⁵ Pro běžnou rotační vývěvu je čerpání vodních par velmi škodlivé. Osušení baňky je nepodstatné pro vlastní průběh experimentu, ale jen chrání vývěvu před zavlhčením.

⁶ Obvykle se balónek i v tomto případě trochu nafoukne. Příčinou je vyloučení zbytkového rozpuštěného plynu a nelze vyloučit ani počínající var. Nikdy však nedojde k pokračování varu, jak by bylo možné očekávat. Přetlak vytvořený stěnou pružného balónku dalším varu zamezí. Podobně i stěny lidských cév zabrání varu krve.

recipientu zůstává na rozdíl od pokusu č. 1 balónek stále částečně nafouknutý, jeho objem je zvětšený o objem vyloučeného plynu. Pokus demonstruje vznik dekompresní (kesonové) nemoci.

Závěr

Člověk může krátké vystavení do prostředí vakua přežít. Prvních asi 10 sekund při vědomí a další minutu či dvě po následné resuscitaci. Scéna z filmu 2001: Vesmírná odysea není vyloučena, zatímco nafukování obličejů ve filmu Total Recall je zřejmě jen fikcí. Vždy by však expozice vakuem byla velmi riskantní a možné poškození lidského těla by záviselo na momentálním stavu organismu, rychlosti a délce trvání dekomprese a také připravenosti člověka na vstup do vakua.

Literatura

- [1] Boyle, R.: *New pneumatical experiments about respiration*. Philosophical Transactions 1670, **5**, 2011.
- [2] Hitchcock F. A. et al.: *Tolerance of normal man to explosive decompression*. J. Appl. Physiol. 1948, **1**, 153.
- [3] Ernsting, J.: *Present and Future Compromises in Altitude Protection in Combat Aircraft*. [http://ftp.rta.nato.int/public//PubFullText/RTO/MP/RTO-MP-062///MP-062-\\$KN1.pdf](http://ftp.rta.nato.int/public//PubFullText/RTO/MP/RTO-MP-062///MP-062-$KN1.pdf)
- [4] Koestler, a. G.: *Fyzika. The effect on the chimpanzee of rapid decompression to a near vacuum*.
http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19650027167_1965027167.pdf
- [5] Další informace lze nalézt např. na:
<http://www.aquatic7.cz/medicina7.html>,
<http://www.distantworlds.wz.cz/DisWorlds1-2/Zivot/Meze.htm>,
<http://www.aerospaceweb.org/question/atmosphere/q0291.shtml>,
<http://www.geoffreylandis.com/vacuum.html>

Korespondenční semináře MFF UK pro studenty se zájmem (nejen) o fyziku

ALENA BUŠÁKOVÁ

*Studentský seminář a časopis M&M pořádaný MFF UK v Praze
alcabusakova@gmail.com, <http://mam.mff.cuni.cz>*

KAREL KOLÁŘ

*Fyzikální korespondenční seminář pořádaný MFF UK v Praze
karel@fykos.cz, <http://fykos.cz>*



Seznámíme vás s korespondenčními semináři – formou mimoškolního vzdělávání nadaných studentů, kteří mají zájem o přírodní vědy a jsou ochotni se jim věnovat i ve volném čase. Seznámíme vás jak s obecným principem fungování korespondenčních seminářů, tak i s konkrétními semináři M&M a FYKOSem. Ukážeme vám některé konkrétní ukázky úloh. Představíme soustředění, které pořádáme pro nejlepší řešitele dvakrát ročně. Pro učitele shledáváme semináře přínosné zejména jako možnost podpory nadaných žáků nebo jako zdroj zajímavých "neučebnicových" příkladů, které ovšem středoškolák zvládne.

Koncept seminářů

Korespondenční semináře jsou určitá forma soutěže probíhající v průběhu školního roku, kdy studenti dostávají několikrát ročně zadání několika příkladů. Příklady pak studenti posílají vyřešené nebo aspoň částečně vyřešené a organizátoři semináře jim je opraví a obodují a pošlou zpátky řešiteli s komentářem k jeho řešení. Úlohy jsou často originální a většinou nejsou „učebnicové“ tzn., že nemají na první pohled jasný postup, někdy je potřeba zavést si fyzikálně rozumné předpoklady apod.

Podle bodů, které pak účastníci získají, se vytváří výsledkovky s pořadím řešitelů. Podle pořadí jsou pak odměňováni a to jednak na konci ročníku hodnotnými cenami, tak v průběhu pozváním na soustředění případně na další akce pořádané seminářem.

Kdo je organizuje?

Každý seminář MFF garantuje jeden akademický pracovník, který má nad seminářem jakýsi patronát a zprostředkovává komunikaci mezi organizátory

a vedením školy. Většinu organizátorské práce pak obvykle zastávají studenti VŠ, nejčastěji MFF, ale i jiných fakult a škol a to nejen pražských.

Proč mají žáci řešit semináře?

Jak již bylo zmíněno, jsou odměňováni podle pořadí. Velice často účastníci řeší právě tak, aby se dostali na soustředění semináře, které je pro ně největší motivací.

Řešením složitějších příkladů, u kterých neznají výsledek nebo ho nedokážou vypočítat z hlavy, příklady je nutí víc se zamýšlet a dostávají se tak do problému hlouběji. Navíc mají možnost a čas si v průběhu řešení najít některé informace v literatuře či na internetu, které pro řešení potřebují a tím se dál vzdělávají. Také se seznamují s tím, jak řešit komplexní problémy a jak pak řešení předávat srozumitelně dále, což je zkušenost, která se člověku zúročí např. při studiu VŠ při tvorbě bakalářské práce, ale i v mnohých dalších životních situacích.

Za úspěšné řešitelství některých korespondenčních seminářů se bude odpouštět přijímací řízení uchazečům o studium na MFF UK.

V průběhu řešitelství a zejména na soustředěních pak účastník naváže kontakty s dalšími lidmi, co mají podobné zájmy a to nejen se středoškoláky, ale i vysokoškoláky, kteří seminář organizují. Najdou si tak známé a kamarády, kteří je pak můžou motivovat k dalšímu studiu fyziky a také se jich mohou zeptat na to, jak by měli řešit nějaké složitější fyzikální problémy či nechat si od nich přímo vysvětlit některé části vyšší matematiky a fyziky, pokud mají zájem.

Jak probíhají soustředění?

Většina seminářů pořádá dvakrát ročně týdenní soustředění někde v přírodě.

Součástí programu soustředění jsou vždy odborné přednášky věnované fyzice a matematice a někdy i jiným oborům či zajímavostem.

Nedílnou částí soustředění jsou různé hry. Některé jsou zaměřené na myšlení, jiné hbitost, další na spolupráci v týmu atd. Hry slouží jednak ke zpestření programu, ale i k lepšímu seznámení účastníků navzájem. Celým soustředěním se vine tematická legenda a hry bývají sladěné tak, aby podporovaly legendu. (Příklady legend: Star Wars, 2084 (parafráze na Orwellovo 1984), stavba železnice, Staré pověsti české...) V rámci legendy pak studenti mají něčeho dosáhnout a toho dosahují právě tím, jak se umísťují ve hrách – například postavit transamerickou železnici.

Součástí soustředění fyzikálních seminářů je i určitý čas na experimenty, kdy si účastníci vyberou podle experimentů, na které organizátoři přivezli pomůcky a pak v týmu, většinou po trojicích, si experiment naměří, zpracují a v závěru dne pak prezentují na soustředkové minikonferenci. Tím si přiblíží způsob zpracování fyzikálních experimentů a současně vyzkouší prezentaci vlastní práce.

Na soustředěních také nezřídka bývají „fyzikální show“, kde se předvádějí zajímavé působivé a akční fyzikální pokusy, z nichž na některé si mohou účastníci doslova sáhnout. Často bývá ústředním prvkem těchto „show“ populární kapalný dusík.

Ukázka experimentální úlohy

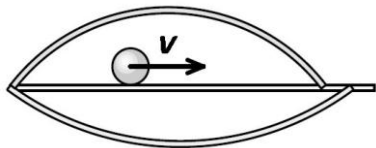
Příklad z časopisu M&M 17. ročník – úloha 3.2:

Změřte dobu, za jakou spadne list z různých výšek na zem. Ne hned od místa upuštění, uvažujte jen ustálený pohyb. List aproximujte kruhovým papírkem a zkuste tento čas spočítat. Zamyslete se nad tím, proč se teoretický čas od praktického liší.

Pro řešení mohou různí řešitelé přijít s různými postupy. Nejdůležitější je, aby pozorovali pád listu, změřili časy pádu, kdy má list ustálenou rychlost a posléze se pokusili určit chybu svého měření (své reflexy, odhad místa spouštění stopek) s tím, že tento výsledek srovnají s odhadem, který vypočítají pomocí určené velikosti plochy listu (např. plocha milimetrového papíru), jeho hmotnosti (vážení např. pomocí rovnoramenné váhy a papíru o známé gramáži), hustoty vzduchu (z tabulek) a součinitele odporu (který si můžou najít na internetu či v lepších tabulkách). Důležitou částí je pak interpretace výsledků a srovnání obou hodnot s vysvětlením, proč se (ne)liší a kde mohla nastat v měření ještě další nezapočtená chyba.

Ukázka teoretické úlohy

Rozcvičková úloha z 6. série 24. ročníku FYKOSu:



Prkno dané délky leží vodorovně. Z jednoho konce po něm pošleme kuličku. Za jakých podmínek bude na druhém konci nejdříve? (Svoji volbu řádně zdůvodněte.)

- a) Prkno bude prohnuté nahoru.
- b) Prkno bude prohnuté dolů.
- c) Prkno bude rovně.
- d) Při libovolném prohnutí bude doba stejná.

Řešení: Jedná se spíše o velmi jednoduchou úlohu, i když jsme zjistili, že i s takovouto úlohou mohou mít studenti problémy. Klíčem je uvědomit si, že bylo myšleno, že kuličku pouštíme v gravitačním poli – nejspíše dobře přibližitelném homogennímu poli. V tom případě, pokud kulička sjíždí níže, tak za předpokladu zachování energie, zvyšuje svou rychlost. Navíc se zadání i z obrázku je patrné, že délka prkna se při prohnutí nemění. Tím pádem je jasné, že ideální je prkno co nejvíce prohnout dolů a že je správně možnost b).

M&M – Matematicko-fyzikální seminář a časopis [1]

Časopis určený především pro studenty gymnázií a středních škol vycházející zhruba jednou za měsíc. Zabývá se jak fyzikou, tak matematikou i informatikou. V jednom časopisu jsou obvykle 4 úlohy a bývá zastoupen každý obor alespoň v jedné úloze. Další možnosti, jak získat body a dokonce víc než za úlohy, jsou články na daná témata. Témata jsou zadána tak, aby byla relativně hodně otevřená, k zamyšlení, dají se rozvíjet do šíře, takže může článek k danému tématu poslat více studentů a přitom každý přispěje k popisu tématu z jiného hlediska. Články se pak (po kontrole organizátorů) otisknou v dalším čísle a témata, která byla zadána na začátku ročníku, se mohou rozvíjet i v průběhu roku, pokud někdo pošle další rozvíti již publikovaného článku. Příklady zajímavých témat jsou například Netradiční teploměry či Ztracen v lese.

V průběhu roku se také objevují články od organizátorů či seriály více článků na zajímavá témata s motivační úlohou. (Např. Python, Metapost, Číslicové obvody od Booleovy algebry po hradla...).

V rámci jak časopisu, tak soustřední pak mají účastníci možnost prezentace své vlastní práce, kterou v průběhu roku dělají, např. ročníkový projekt, středoškolská odborná činnost, Turnaj mladých fyziků atd.

Na kterýkoliv historický časopis se můžete podívat na stránkách semináře [2].

FYKOS – Fyzikální korespondenční seminář [3]

Letos vcházíme do 25. ročníku Fyzikálního korespondenčního semináře. Seminář má ročně 6 sérií po osmi příkladech. Příklady jsou rozděleny podle typu na dva „rozcvikové“ jednodušší, tři normální, jeden problémový, experimentální a seriálový.

Rozcvikové úlohy jsou takové, aby je zvládli řešit bez příliš velkých problémů i studenti prvních a druhých ročníků. Normální úlohy jsou pak obvykle už trochu víc na zamyšlení. Problémový příklad bývá otevřený problém, který se buď v současnosti řeší i na vědeckém poli, ale není dořešený či se jedná o nějakou fyzikální zajímavost „co by bylo kdyby“. Nemá jednoznačné řešení a důležitější než výsledky je postup a zdůvodnění. Experimentální úloha bývá vymyšlena tak, aby ji mohli účastníci doma naměřit s pomůckami, co má většina lidí doma či se dají jednoduše sehnat. V této úloze je pro hodnocení důležité, že se něco pokusili naměřit a zpracovat. Bývá to nejvíce bodovaná úloha. Seriálová úloha se váže k textu seriálu, který je u každé série a váže se v průběhu roku k jednomu ústřednímu tématu (letos Astrofyzika, loni komplexní čísla, předtím optika, počítačová fyzika, kvantová fyzika...).

Internetové stránky FYKOSu mohou sloužit i jako zásoba příkladů či odborných textů k tématům seriálů, který v průběhu let ve FYKOSu proběhly. V archivu [4] jsou všechny historicky dostupné brožurky FYKOSu i jeho ročenky. V databázi příkladů [5] se dá vyhledávat podle témat či obsahu příkladů. Za úspěšné řešitelství FYKOSu se od akademického roku 2011/12 odpouští přijímací zkoušky na jakýkoliv obor MFF UK.

DSEF – Den s experimentální fyzikou [6]

Jednodenní akce, které se může zúčastnit maximálně zhruba 60 studentů středních škol. V průběhu dne účastníci navštíví přední fyzikální vědecká pracoviště. Nejčastěji se navštěvují laboratoře a pracoviště MFF UK, FJFI ČVUT, FzÚ AV ČR a ÚJV Řež a. s. Mezi nejčastějšími, nejzajímavějšími a nejoblíbenějšími exkurzemi v průběhu posledních let byly exkurze k reaktorům, tokamaku, laserům, detektorům, urychlovači, mikroskopům (skenovací elektronový mikroskop s fokusovaným iontovým svazkem, transmisní elektronový mikroskop...), za spektroskopii (Raman...), povídání o fyzice nízkých teplot s pokusy s kapalným dusíkem a další.

V případě, že bude zájem, pak by pro vybrané řešitele semináře následovaly dva další dny na dalších zajímavých místech nejspíše i mimo Prahu v rámci akce s pracovním názvem 3DSAF (Tři dny s aplikovanou fyzikou).

Fyziklání [7]

Tříhodinová fyzikální soutěž v řešení příkladů v týmech až po pěti studentech. Většina týmů je školních, ale v případě, že studenti nemohou složit tým na své domovské škole, tak mohou poskládat tým ze studentů různých škol. Často se účastní i studenti ze Slovenska.

Probíhá tak, že na začátku dostane tým zhruba 7 příkladů a za každý vyřešený příklad dostane nějaký počet bodů (v závislosti na počtu odevzdání předcházející správnému řešení) a další příklad. Výsledné pořadí se určuje podle bodových zisků.

Výfuk – Výpočet fyzikálních úkolů [8]

Nejnovější seminář MFF UK a nejspíš jediný celostátní fyzikální seminář, který se věnuje základoškolákům. V loňském školním roce proběhly již dvě série a letos je v plánu počet sérií zvýšit. Seminář probíhá pod křídly FYKOSu.

Zatím neprobíhala žádná soustředění, ale v nadcházejícím školním roce je v plánu provést alespoň kratší variantu soustředění na pár dnů.

Poděkování

Děkujeme Oddělení pro vnější vztahy a propagaci MFF UK v Praze, především PhDr. Aleně Havlíčkové, za podporu korespondenčních seminářů a za umožnění naší účasti na Veletrhu nápadů učitelů fyziky.

Reference

- [1] <http://mam.mff.cuni.cz>
- [2] <http://mam.mff.cuni.cz/index.php?s=archiv>
- [3] <http://fykos.cz>
- [4] <http://fykos.cz/ulohy/archiv>
- [5] <http://fykos.cz/ulohy/vyhledavani>
- [6] <http://fykos.cz/akce/dsef>
- [7] <http://fykos.cz/akce/fyziklani>
- [8] <http://vyfuk.fykos.cz/>

Hrajme si i hlavou počtvrté

JANA ČESÁKOVÁ, KATEŘINA VONDŘEJCOVÁ, MICHAELA KŘÍŽOVÁ

Přírodovědecká fakulta UHK, Hradec Králové

Abstrakt

Akce Hrajme si i hlavou, kterou pořádá Katedra fyziky PřF UHK, proběhla v roce 2011 již počtvrté. Příspěvek bude věnován stručnému představení akce a především několika zajímavým experimentům, které se na akci objevily.

Úvod

Čtvrtý ročník akce Hrajme si i hlavou probíhal 16. a 17. června 2011. Nosným prvkem bylo téma velmi široké a obsáhlé – ČLOVĚK, které jsme si rozdělili na menší celky.

Stánky zaměřené na *lidské tělo* zkoumaly vlastní smysly a jejich spolehlivost, návštěvníci akce si mohli změřit tlak a vyzkoušet si, jak velký tlak v těle působí, dále mohli trénovat zásady první pomoci a objevovat různé optické klamy, z nichž některé budou rozebrány v tomto příspěvku.

Druhým velkým okruhem, ze kterého vybereme dvě ukázky pokusů, byly *historické experimenty a objevy*, které lidstvo posouvaly dál k dnešnímu vědění. Tipovali jsme, kolik vody potřeboval Pascal k rozbití sudu nebo jak se dá nabírat voda podle Archiméda. Mnoho pokusů bylo zaměřeno i na oheň - živel, který lidstvu pomáhal již od prvopočátku. Téma bylo doplněno i různými historickými zajímavostmi z matematiky. Návštěvníci tak např. zjistili, jak se kdysi násobilo v Číně, jaké zajímavé poměry jsou mezi určitými objemy těles, a mohli ověřit, zda opravdu platí Pythagorova věta.

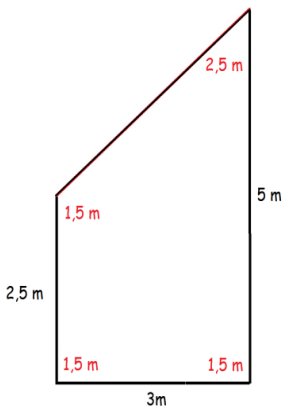
Dalšími tématy byla fyzikální kouzla, hračky z odpadků, zajímavé hudební nástroje, mezi pokusy nechybělo oblíbené vzduchové dělo a mnoho dalšího. Již taktéž tradičně bylo k dispozici poutavé vyprávění kolegů z Hvězdárny a planetária v Hradci Králové nejen o Slunci. Program dále doplňovaly přednášky a trasy, které byly spojené s dalšími soutěžemi. Jednotlivá stanoviště aktivně zapojovala návštěvníky do plnění mozek tříbících úkolů a jejich odměnou se stali "hlavounci", které bylo možné vyměnit za krásné ceny - joja, přívěsky, lupy, návody na skládačky atd.

Vybrané pokusy z ročníku 2011

Optické klamy

Téměř každý den na internetu nalezneme nová fascinující videa, která běžně známé optické klamy, existující doposud „pouze“ na papíru, převádějí do reality. Jejich realizace není jednoduchá, ale na druhou stranu zase zaujmou i nefyzikálně zaměřené osoby. Proto jsme se o realizaci několika takových známých fenoménů pokusili.

Ames room



Amsova místnost je známý optický klam, který byl vynalezen zřejmě americkým lékařem Adelbertem Amesem [1]. Jde o místnost, jejíž konstrukce je vytvořena tak, že osoba v jednom rohu vypadá jako obr, kdežto v druhém rohu je jako trpaslík. Realizaci takové místnosti je mnoho po celém světě a jejich konstrukce jsou různé. Pro co nejlepší efekt je třeba naklonění podlahy. Na akci Hrajme si i hlavou však byl jako prototyp použit zřejmě nejjednodušší způsob, jak Amsovu místnost vyrobit, bez naklonění, který vytvořil úspěšný kompromis mezi požadovaným efektem, nákladností „stavby“, možností umístění stavby v rámci akce a odolností pro nápor mnoha návštěvníků.

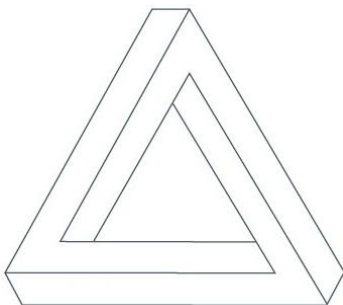
Obr. 1

Na obr. 1 je půdorys naší Amsovy místnosti – černě jsou vyznačeny délky jednotlivých stran a červeně jsou výšky rohů. Jak je vidět, tak v "rohu obra" je výška 1,5 metru a "roh trpaslíka" je vysoký 2,5 metru. Použitým materiálem byly sanitární trubky, které se dají levně pořídit v různých šířkách i délkách a dobře se i upravují na jiné rozměry. Spoje jsme prováděli pomocí izolepy a různě vyrobených kloubů. Na ozdobu a zamaskování konstrukce jsme potom použili zahradní fólie. Podstavu jsme pro lepší efekt vyrobili z kartonu a papíru a pokreslili šachovnicí.



Obr. 2

Další oblíbené optické klamy

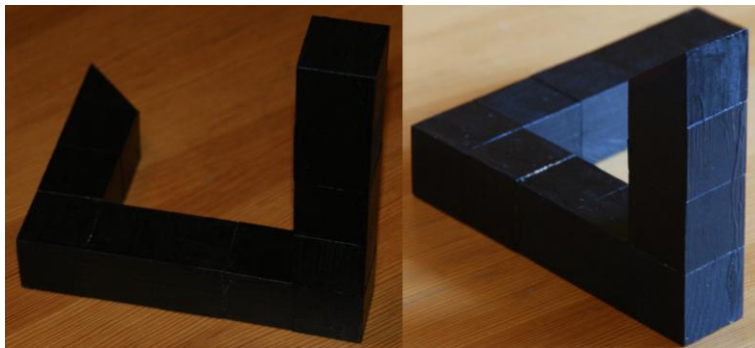


Obr. 3



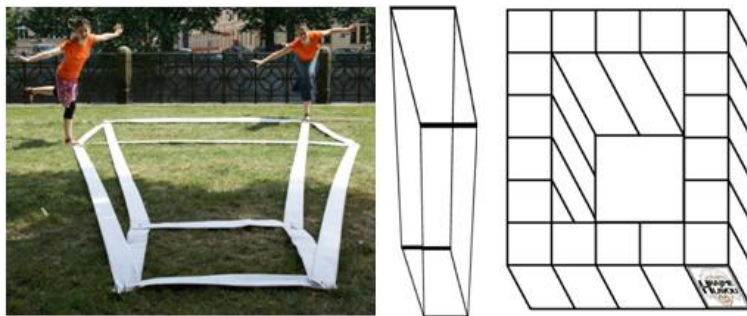
Obr. 4

Stručně ještě popíšme Penroseův trojúhelník (obr. 3), který najdeme i pod názvem tribar nebo nekonečný trojúhelník. Nakreslit tribar je poměrně jednoduché, jeho konstrukce je však složitější a je opět více možností. Složitější varianta je zobrazena. Na obr. 4 a v reálu je možno ji vidět v australském Perthu [2] nebo v Plzni v Techmanii.



Obr. 5

My jsme zvolili jednodušší konstrukci. K ní je potřeba (jak je vidět na obr. 5) pouze slepit několik kostiček a jednu kostičku diagonálně rozříznout.



Obr. 6

Děle jsme návštěvníky přiměli, aby se na svět dívali jinýma očima. Mohli se vyfotit na hraně krychle, vyzkoušet si plochý - neplochý klobouček, ukazovali jsme deformované obrázky, které bylo možné pozorovat na různě zakřivených zrcadlech atd.

Pokusy z historie

Magdeburské polokoule

Experiment byl historicky motivován experimenty s polokoulemi prováděnými v sedmnáctém století Otto von Guericke ve městě Magdeburk. A protože jsou Magdeburské polokoule jako pomůcka na běžných školách málo dostupné, mohou žáci experiment zkoušet pomocí přísavek (např. zvonů na čištění odpa-

du, obr. 7). Tato varianta je i mnohem méně obtížná na přípravu a realizaci a v neposlední řadě také finančně dostupná.



Obr. 7

K tomuto experimentu si opatříme dvě přísavky stejného typu (kuchyňské, nebo určené pro uchycení napáječky pro hlodavce) Očistíme styčné plochy přísavek a pečlivě je k sobě přitiskneme, aby mezi nimi nebyla vzduchová mezera. Žáci zkusí tahem přísavky od sebe odtrhnout.

Pro výpočet velikosti síly vyvinuté k jejich odtržení změříme průměr styčné plochy a zjistíme aktuální hodnotu atmosférického tlaku v daném místě. Požijeme vztah:

$$F = p_a S = p_a \pi \frac{d^2}{4}.$$

Výpočet pro konkrétní použité přísavky, jejichž průměr d je roven 4,5 cm = 0,045 m za atmosférického tlaku 10^5 Pa:

$$F = 10^5 \pi \frac{0,045^2}{4} \text{ N} \doteq 160 \text{ N}$$

Vypočtená velikost síly je v souladu s měřeními, která byla provedena ve fyzikální laboratoři UHK s čidlem pro měření velikosti síly. Výsledky byly zpracovány v programu IPCOACH. V okamžiku odtržení zvolených kuchyňských přísavek byla naměřena velikost síly 149 N. Při pořízení přísavek s různě velkou plochou, můžeme ukázat i závislost velikosti síly (nutné pro odtržení) na ploše. Obráceně také z měření můžeme určovat atmosférický tlak.

Pascal a sud

Vypráví se, že Blaise Pascal naplnil velký sud až po okraj vodou a zavřel ho víkem. Do víka udělal malý otvor, do kterého zasunul úzkou kovovou trubičku dlouhou několik metrů. Otvor okolo tyče dobře utěsnil. Poté do trubky začal nalívat vodu a postupně trubku vodou plnil. Když byla hladina vody několik metrů nad sudem, sud vlivem hydrostatického tlaku praskl! Zopakujme tento experiment, ale pro jednoduchost jen s polyethylenovým sáčkem.

Hadici ponoříme do většího lavoru s vodou a zcela ji naplníme vodou. Pod vodní hladinou na jeden konec hadice nasuneme sáček a pevně ho ovážeme nití. Celou soustavu necháme ponořenou pod hladinou vody v lavoru tak, aby se do ní nedostala žádná vzduchová bublinka. Připravíme ještě dva další lavory: jeden prázdný, druhý naplněný (potravinářským barvivem) obarvenou vodou.

Vyrobíme si podložky např. z polystyrénových desek, kterými budeme zvyšovat rozdíl výšky otevřené hladiny vody v lavoru a sáčku. Názorné jsou desky tloušťky 10cm, protože výška vodního sloupce 10cm odpovídá přibližně tlaku

$$p_h = h\rho g = 0,1 \cdot 1\,000 \cdot 10 \text{ Pa} = 1 \text{ kPa}.$$



Obr. 8

Konec hadice, na kterém máme přivázaný sáček, přemístíme do prázdného lavoru. Při manipulaci se nesmí do hadice dostat volným koncem vzduch! Lavor, ve kterém máme ponořený volný konec hadice, podložíme první deskou. Pozorujeme pronikání vody hadičkou do sáčku. Ve chvíli, kdy proudění kapaliny ustane, došlo k vyrovnání tlaků. Podložíme lavor s vodou další deskou a opět pozorujeme proudění vody do sáčku. Opakujeme tak dlouho, než sáček praskne.

Žáci pozorují sáček a rozhodují o přidání podkladních desek pro zvětšení výškového rozdílu. Pro případ, že si nejsou jisti, zda voda ještě proudí, nebo zda již došlo k vyrovnání tlaků, máme lavor s vodou odlišné barvy. Konec hadičky přendáme do druhého lavoru. Při přendávání nezapomeňme ucpat palcem konec, aby se do hadičky nedostal vzduch! Pozorujeme, zda kapalina proudí.

Po prasknutí sáčku sečteme desky použité na podkládání a vypočítáme celkový hydrostatický tlak.

Lze také porovnávat odolnost vůči tlaku různých typů sáčků. Nejvhodnější jsou zamrazovací mikrotenové sáčky tloušťky 0,015 mm, které se protrhávají pod vlivem tlaku o velikosti přibližně 8 kPa. Pevnější materiály, jako např. igelitové tašky jsou pro tento experiment nevhodné, protože dochází k poškození v místech švu a k postupnému úniku vody.

Závěr

Na akci se podílejí zaměstnanci, doktorandi a studenti Univerzity Hradec Králové. Letošní ročník pokořil hranici dvou tisíců návštěvníků. Další informace a fotografie lze najít na stránkách akce [3].

Literatura

- [1] http://en.wikipedia.org/wiki/Ames_room
- [2] <http://im-possible.info/english/art/sculpture/mckay.html>
- [3] www.hrajme-si-i-hlavou.cz

FIRST LEGO League

MAGDA DOSTÁLOVÁ
Gymnázium Jeseník

Program konference zahájili studenti Gymnázia Jeseník představením týmové soutěže, která si u nás postupně získává své příznivce. V příspěvku stručně shrnujeme základní informace o této soutěži.

FLL v zahraničí a v ČR

FIRST LEGO League je velmi zajímavá, roboticky a přírodovědně zaměřená celosvětová soutěž pro děti od 10 do 16 let. Vznikla v roce 1998 v USA a cílem jejích autorů bylo vytvořit vědecky zaměřenou soutěž přitažlivou pro teenagery. O tom, že se jim to bezezbytku podařilo, svědčí stále rostoucí počet účastníků, který atakuje hranici 200 000 dětí na čtyřech kontinentech.

Soutěže se účastní 5 – 10 členné týmy dětí, kterým v den začátku soutěže (tj. vždy na začátku září) ještě není 17 let. Každý tým potřebuje svého kouče, stavebnici LEGO MindStorms NXT, peníze na účastnický poplatek a hrací sadu a především chuť zkusit něco nového.

Příprava na první kolo soutěže trvá osm týdnů. Během této doby každý tým postaví ze stavebnice LEGO MindStorms svého robota, ovládaného mikropočítačem NXT, a naprogramuje jej tak, aby byl robot schopen samostatně splnit co největší počet úkolů připravených na hracím plátně. Tyto úkoly i plátno jsou celosvětově jednotné, jednotná jsou samozřejmě také přesná pravidla, co robot smí a nesmí udělat. Na splnění všech misí má robot (a děti, které jej ovládají) pouze 150 sekund, takže tato část soutěže trochu připomíná práci techniků v depu Formule 1 – děti musí rychle změnit program, nasadit robotovi novou radlici a opět jej vyslat na splnění dalšího úkolu. Atmosféra bývá bouřlivá ...

Během osmi přípravných týdnů se děti musí připravit také na další disciplínu, kterou je Prezentace výzkumného úkolu. V rámci tématu daného ročníku si každý tým musí zvolit problém, prozkoumat jej a navrhnout jeho inovativní vylepšení nebo nové řešení. O výsledcích své práce pak děti porotu na soutěži informují během pětiminutové kreativní prezentace. Po ukončení prezentace kladou porotci členům týmu doplňující otázky, aby zjistili, jak děti dané problematice rozumí a jakými způsoby postupovaly. V této disciplíně se děti seznamují se základy vědeckého výzkumu, hledají odpovědi na problémy, které musí lidstvo řešit (tématem minulých ročníků soutěže bylo např. hledání zdrojů a úspor energií, problémy s dopravou, čistota oceánů apod.) Letošní ročník FLL

2011 má název Food factor a týká se problému znehodnocování a kontaminace potravin.

Po osmi přípravných týdnech se na začátku listopadu koná první kolo soutěže FFL, kterým je u nás mistrovství České republiky. Týmy přijíždí se svým připraveným robotem a prezentací výzkumu, aby změřily své síly s ostatními účastníky. V České republice se soutěž koná současně v jeden den na dvou místech, v Praze (DDM Dejvice) a v Olomouci (PřF UP Olomouc). Během soutěžního dne týmy soutěží celkem ve čtyřech disciplínách. Kromě již zmíněné Robotgame a Prezentace výzkumu musí týmy v další disciplíně Design robota vysvětlit porotcům, jak postavily a naprogramovaly robota, a v neposlední řadě prokázat své týmové kvality v disciplíně Týmová práce. V každé z těchto disciplín je vyhlášeno pořadí. Celkovým vítězem, šampionem FLL, se stává tým s nejvyšším součtem bodů ze všech čtyřech oblastí. Vítězný tým postupuje do dalšího kola, kterým je mistrovství zemí Visegrádské čtyřky, následuje Finále pro 7 zemí střední Evropy, nejvyšší úroveň je celosvětový šampionát.

Na organizaci soutěže u nás se podílejí:

- Hands on Technology, Lipsko (<http://www.hands-on-technology.de>);
- DDM Dejvice Praha – Stanice techniků (<http://www.ddmpraha.cz>);
- AMD Praha (<http://www.debruar.cz>);
- ZŠ Nedvědova Olomouc (<http://www.zsnedvedova.cz>);
- PřF a PdF UP Olomouc (<http://www.prf.upol.cz>,
<http://www.pdf.upol.cz>);
- Gymnázium Jeseník (<http://www.gymjes.cz>).

Pokud vás soutěž zaujala, další informace najdete na těchto adresách:

- <http://www.debruar.cz>;
- <http://www.hands-on-technology.de>.

Krátké filmy o soutěži na <http://www.muvi.cz> v sekci Pořady.

Magická hůlka Wander Fly a český fyzikář

LEOŠ DVOŘÁK

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

„Magická hůlka“ Wander Fly slibuje, že z vás během pár chvil udělá čaroděje levitujícího krásné třpytivé objekty. Opravdu to funguje! Jde o jednoduchý Van de Graafův generátor. Protože je tato hračka nyní dostupná i v ČR, mohla by se stát zajímavou a levnou pomůckou pro výuku fyziky. Příspěvek popisuje některé možnosti jejího využití, které mohou napadnout (nejen českého) učitele fyziky. Uvádí také, jak lze nahradit originální levitující objekty z tenké fólie, které se snadno poškodí. Krátce také zmiňuje, jak lze některé vlastnosti „magické hůlky“ zjistit pomocí přibližných kvantitativních měření i na středoškolské úrovni.

Co je hůlka Wander Fly a co umí

„Magická hůlka“, viz obr. 1, je hračka, která se zřejmě prodává (a na internetu nabízí) hlavně v USA a to pod různými jmény: Wander Fly, resp. Wander Fly Stick, Fun Fly Stick nebo Magic Wand. Vyrábí se, jak jinak, v Číně. Návod praví, že jde o „miniVan de Graafův generátor“. Umožňuje levitovat třpytivé objekty ze stříbřité fólie (obr. 2): nabije je, takže se pak od ní odpuzují; elektrostatická síla umožňuje vyrovnat jejich tíhu. Děti si s hůlkou jistě užijí spoustu legrace. Nedala by se však využít i jinak, než k hraní si na Harryho Pottera?



Obr. 1 Magická hůlka

Otázky českého fyzikáře

Dostane-li hůlku do ruky český fyzikář, napadne ho nepochybně řada otázek. Alespoň tak usuzují podle sebe.

První reakcí alespoň v mém případě nebyla otázka, ale výkřik: „Jééé, to chci!“ Pak nastoupí profesionálnější reakce a s ní otázky:

- Co to umí?
- Jaké to má vlastnosti?
- Jak to funguje? Co je uvnitř?

- K čemu všemu by to šlo využít? (Ve výuce fyziky, samozřejmě.)
- Nešlo by něco z toho nahradit něčím levnějším?



Obr. 2 Nabitý konec hůlky odpuzuje kroužek z fólie, který předtím hůlka nabíla

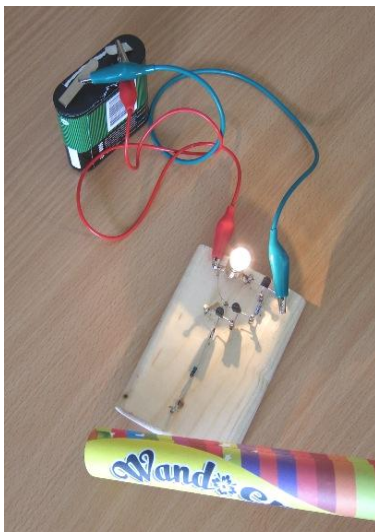
Poslední otázka byla inspirována skutečností, že létající objekty jsou ze skutečně tenké fólie, která se nejspíš může časem potřhat – a náhradní sada třech objektů stojí pět dolarů. Sám přístroj je jinak značně levný, jen asi sedmáct dolarů. Dovoz z USA ovšem může koupit o dost prodražit.

Naštěstí tuto hračku už začala nabízet řada internetových obchodů i v ČR. Některé poměrně drazé, za ceny přes tisíc Kč. Ale již při přípravě tohoto článku jsem našel tři prodejce (všechny z Moravy) nabízející magickou hůlku za cenu jen 299 korun plus poštovné. Aby nebyl článek označen za reklamu, neuvedu jejich jména; na internetu je lze snadno dohledat. Jen pozor, pod názvem „magická hůlka“ najdete na internetu i leccos jiného. (Sousloví „magická levitační hůlka“ funguje lépe.)

Pojďme se ale raději podívat na některé vlastnosti magické hůlky – a alespoň zčásti tak odpovédět na některé z výše uvedených otázek.

Jaký náboj hůlka generuje?

V anglickém návodu se jednoznačně praví, že hůlka generuje „negative charge“ a tedy nabíjí objekty z fólie na záporný náboj. Fyzikář se ale radši přesvědčí sám – a zjistí, že plastová tyč elektrovaná třením objekt nabitý hůlkou neodpuzuje, ale *přitahuje*. Totéž můžeme ověřit indikátorem s bipolárními tranzistory, který už byl na Veletrhu kdysi předváděn a popsán [1] (obr. 3). Anglickému návodu k magické hůlce tedy není radno věřit!



Obr. 3 Indikátor s tranzistorem ukazuje, že magická hůlka na konci generuje *kladný* náboj

Co je uvnitř?

Když je návod tak nespolehlivý, jak je to s principem přístroje? Přiznám se, že jsem původně čekal vevnitř nějakou elektroniku, podobně jako v některých bateriových zapalovačích plynu. Rozebereme-li však hůlku (i když před tím návod varuje), zjistíme, že uvnitř žádná elektronika není. První dojem je ten, že vevnitř není skoro nic (obr. 4).

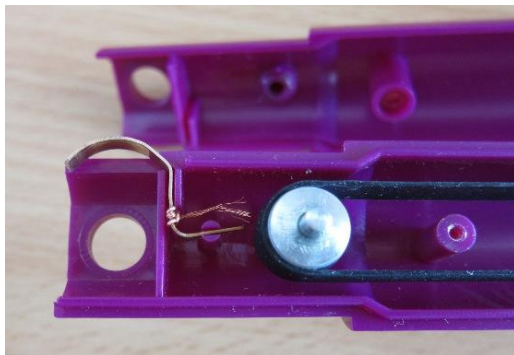


Obr. 4 Vnitřek magické hůlky

Je tu pás, dvě malé kladky, motorek a pár plíšků. Takže návod v tomto bodě nelhal – přístroj opravdu pracuje na principu Van de Graafova generátoru.

Na rozdíl od školního Van de Graafova generátoru se ale pás u motorku o nic netře. Vysvětlení, jak přesně se v této hračce generuje náboj (zřejmě díky kon-

taktu plastové kladky a pásu), by chtělo podrobnější zkoumání a rozbor. To odložme na jindy. Zatím jen poznamenejme, že českého fyzikáře může napadnout, že odsávání náboje na konci hůlky jediným hrotem je asi dost neefektivní. Nepracoval by přístroj lépe, kdyby tam hrotů bylo víc? Což takhle omotat plíšek tenkým kablíkem tak, aby konce jednotlivých licen byly blízko plochy pásu, jak to ukazuje obr. 5?



Obr. 5 Námet, jak zlepšit odvod náboje z pásu generátoru

Úprava rozhodně přístroj nezničila. Naopak, měření popsaná v dalších odstavcích se zdají naznačovat, že hračka pak generuje náboj rychleji. (Zatím jsem ale porovnával jen jeden upravený a neupravený kus, takže jde dosud spíše o námet, který bude třeba dalšími zkouškami a měřeními potvrdit nebo vyvrátit. Berte proto tento podnět spíše jako inspiraci, jak by snad šel přístroj vylepšovat. Prostoru pro experimenty a inovace je tu zřejmě pro české fyzikáře a jejich studenty dost a dost.)

Proměřujeme magickou hůlku

Známe už znaménko náboje, který přístroj generuje – ale co další vlastnosti? *Jak velký* je třeba náboj na konci hůlky?

Na tuto otázku odpoví měření pomocí měřiče náboje. V mém případě dalo hodnotu zhruba 200 nC. Pomůže odpovědět i na podobnou otázku: Jak velký je náboj na vznášejícím se objektu z tenké fólie? Pro objekt o průměru asi dvacet centimetrů v mém případě vycházely hodnoty asi šedesát až devadesát nanocoulombů.

Uvedené hodnoty (a také třeba údaj o hmotnosti levitujícího objektu) by šly využít k odhadům velikosti elektrického pole v blízkosti tyčky. Podobné otázky

by možná mohly být námětem pro některé studentské práce či projekty.

Pojďme se však podívat na další měření, které se dá kupodivu udělat velmi jednoduše. Odpoví na otázku, *jak rychle* přístroj generuje náboj. Přesněji řečeno, protože přístroj samozřejmě náboj nevytváří z ničeho, jak rychle přesouvá náboj z rukojeti (kde se u vypínače dotýkáme rukou kovové části) na konec hůlky.

Náboj za čas ovšem znamená proud. Nešel by tento proud změřit ampérmetrem? (Pochopitelně, na nějakém citlivém rozsahu, přístroj jistě nedává coulomb za sekundu, aby nám ampérmetr ukázal jeden ampér. Ostatně, i kdyby to byly jen desítky miliampér, nejednalo by se při vysokém napětí o hračku, ale o životu nebezpečnou zbraň.)

Kupodivu, proud jde změřit i běžným multimetrem za pár set korun. Na rozsahu 200 mikroampér ukazuje i desetiny μA . Připojíme-li ho k oběma pólům hračky, jak to ukazuje obr. 6, ukáže „při běhu“ proud právě několik desetin mikroampéru. (Po úpravě uvedené výše byl proud až $1,2 \mu\text{A}$.)



Obr. 6 Měření proudu, který magická hůlka dodává. (Na fotografii není vidět desetinná tečka před poslední číslicí; údaj je $0,4 \mu\text{A}$.)

Poznamenejme, že přesněji lze malé proudy měřit tak, že použijeme napěťové rozsahy multimetru (jak to bylo ukázáno v [2]). Ten má na nich vnitřní odpor $10 \text{ M}\Omega$ (je nutno ověřit, může se lišit). Proud $0,4 \mu\text{A}$ na tomto odporu způsobí spád napětí 4 V – multimetr tedy ukáže 4 V .

České náhradní díly

Pojďme se ještě podívat, zda něco z originální dodávky nelze nahradit. Létající objekty z fólie lze nabít a odpuzovat i elektrovanou plastovou tyčí, o tom se zmiňuje už originální návod. (Není to ovšem tak pohodlné, jako se samotnou hůlkou.) Ale co samotné objekty, když se fólie potrhá?

První nápad, využít alobal, bohužel nefunguje; alobal je na levitaci beznadějně těžký. Co ale funguje, je „záchranná izolační fólie“ prodávaná v obchodech se sportovními potřebami. Za cenu 85 Kč dostaneme tři čtvereční metry (220×140 cm) fólie o hmotnosti asi 40 g. Objekty z ní nastříhané se magickou hůlkou pěkně nabíjejí a pak nad ní vznášejí. Originální fólie je nejspíš ještě trochu tenčí a objekty z ní levitují, zdá se, o něco lépe, ale záchranná fólie je přesto velmi dobře použitelná.



Obr. 7 Nabíjení plechovky magickou hůlkou

Levitace – a co dál? Náměty na další pokusy

Na co se magická hůlka hodí kromě hraní si na čaroděje? Na spoustu věcí, kdy potřebujeme něco nabít. Například plechovku, viz obr. 7. (Papírový konec hůlky přitom sundáme a plechovku se dotýkáme plíškem, který odvádí náboj z pásu.) S nabitou plechovkou můžeme provádět všechny běžné pokusy: proužek alobalu na plechovce se od ní odpuzuje, doutnavka či zářivka při přiblížení k plechovce blikne, dotkneme-li se plechovky, dostaneme ránu, atd.

Zajímavou (a pro žáky zřejmě přitažlivou a motivující alternativou) je místo plechovky nabít člověka. Stačí, když člověk drží magickou hůlku v ruce, rukou se dotýká kovu u spínače a plíškem na konci hůlky se dotýká uzemnění, třeba kolíku zásuvky (obr. 8). V tom případě se člověk nabije záporně (kladný náboj odchází do země, z kovu u tlačítka hůlky přecházejí na člověka záporné náboje). Samozřejmě přitom musí stát na izolační podložce, například na kusu polystyrenu, nebo mít dobře izolující podrážky bot.



Obr. 8 Magická hůlka nabíjí člověka – výsledek ukazují vlasy nebo pásky z fólie

Pásky z fólie indikují, že je člověk nabitý. Nabijeme-li se a držíme v ruce objekt z tenké fólie, odpuzuje se od nás; může se i vznášet nad naší rukou, stejně jako se předtím vznášel nad koncem magické hůlky.

Pomocí proužků fólie můžeme demonstrovat i to, že v dutině vodiče je elektrické pole nulové. Stačí „dutinu“ vytvořit z hlavy a naší ruky, jak to ukazuje obr. 9.



Obr. 9 Proužek fólie v „dutině“ mezi hlavou a rukou se nevychyluje, protože elektrické pole je tam (přibližně) nulové. (Proužek na druhé straně se od hlavy odpuzuje; indikuje tak, že člověk je opravdu nabitý.)

Poznamenejme, že magickou hůlkou se uvedeným způsobem můžeme nabít až na několik μC . (Při mých měřeních šlo až o 5 μC .) Při vybíjení pak dostaneme poměrně značnou „ránu“ a přeskočí slyšitelná jiskra; je lépe držet přitom v ruce nějaký kovový předmět.

Působivou variantou je postavit na izolační podložky dva lidi. Jeden drží v ruce magickou hůlku, druhý si sáhne na plísek na konci hůlky. Pokusné osoby se nabijí na náboje opačné polaroty. (Hůlka přenáší náboj od jednoho k druhému.) Vzájemné vybití pomocí slyšitelné a viditelné jiskry lze vhodně realizovat pomocí dvou naběraček, které k sobě přiblíží kulatými částmi. (Pokud bychom použili něco, co má hroty, náboj předčasně vysrší a jiskra není zdaleka tak intenzivní a efektní.) Nečekejte ovšem jiskry jako z indukční elektriky: napětí mezi nabitými lidmi lze odhadnout jen na desítky kilovolt (zhruba do 50 kV), takže jiskra má délku maximálně něco přes centimetr.

Závěr

Předchozími řádky a pokusy jsem se pokusil ukázat, že magická hůlka Wander Fly může být docela užitečnou pomůckou. Doufám, že vám některé z uvedených námětů mohou dát inspiraci, jak ještě více „elektrizovat“ vaše hodiny fyziky.

Literatura

- [1] Dvořák L.: *Netradiční měřicí přístroje 2*. In: Sborník z konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 7. Prometheus, Praha, 2002, s. 143-148.
- [2] Dvořák L.: *Netradiční měřicí přístroje 4*. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 14. MU Brno, 2009, s. 82-86.

Projekt Heuréka 1991 – 2011

IRENA DVOŘÁKOVÁ

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

Projekt Heuréka slaví v roce 2011 dvacet let své existence. Je tedy čas na krátké ohlédnutí za tím, co se všechno během této doby událo, a zároveň pozvat další zájemce o projekt heuristické výuky fyziky do našich řad.

Co je to Heuréka

Na tuto jednoduchou otázku by bylo možné odpovídat na mnoha rovinách. Pro učitele, kteří s námi spolupracují již delší dobu, je to příležitost k setkávání s přáteli a zajímavými fyzikálními tématy, pro nové zájemce je to možnost naučit se novou a praxí ověřenou metodiku výuky fyziky, pro žáky, kteří jsou touto metodou vyučováni, je to vcelku normální výuka fyziky, při které se po nich chce, aby fyzice rozuměli a neučili se poučky nazpaměť, a pro mne osobně je to tak trochu přístup k životu a práci.

Celkově by asi dalo říci, že se jedná o projekt heuristické výuky fyziky¹, ve kterém se snažíme učit fyziku tak, aby si děti pokud možno co nejvíce fyzikálních poznatků vymyslely a „objevily“ samy na základě experimentů, problémů, otázek, atd. Učitel žákům látku nevykládá, ale vede je k aktivní práci, k formulaci hypotéz, jejich obhajování a ověřování. Výrazným způsobem se přitom mění atmosféra ve třídě, děti se nebojí diskutovat, předkládat své nápady, navrhnout řešení problémů. Tento způsob výuky se však učitel nemůže naučit sám studiem příruček či metodických materiálů. Pro zájemce o Heuréku tedy již od počátků projektu pořádáme víkendové semináře, jejichž náplň se mění podle toho, zda se jedná o nové zájemce nebo o učitele, kteří již mají zvládnuté základy metodiky výuky podle Heuréky.

Předpokládám, že mnozí učitelé fyziky v České Republice již o projektu Heuréka slyšeli – ať již na Veletrhu nápadů [1] či na jiných konferencích, mnozí se ho zúčastňují. Přesto snad i pro ně bude zajímavé si uvědomit, jakou šíří aktivity tohoto projektu v současné době zabírají.

¹ To, co rozumíme pod pojmem „heuristická výuka fyziky“, je obsahem seminářů a metodických materiálů, které jsou účastníkům projektu k dispozici.

Práce se žáky a studenty

Metodika Heuréky je využívána při výuce žáků všech stupňů škol – od žáků prvního stupně, kteří navštěvují zájmové kroužky fyziky, přes žáky a studenty, kteří mají fyziku jako povinný předmět ve škole, až po studenty MFF UK, budoucí učitele fyziky, kteří navštěvují různé volitelné předměty s Heurékou související. O tom, že výuka podle tohoto projektu má pro ně smysl, svědčí jednak výsledky žáků v olympiádách a dalších soutěžích, ale také zpětné vazby, které od studentů dostáváme.

Žáci a studenti, kteří prošli výukou fyziky „podle Heuréky“ mají i velmi dobré výsledky v Lawsonově testu vědeckého myšlení. Tento test zjišťuje schopnost aplikovat některé rysy vědeckého a matematického uvažování na analýzu dané situace a je ve světě široce používán (např. [2] – [3]).

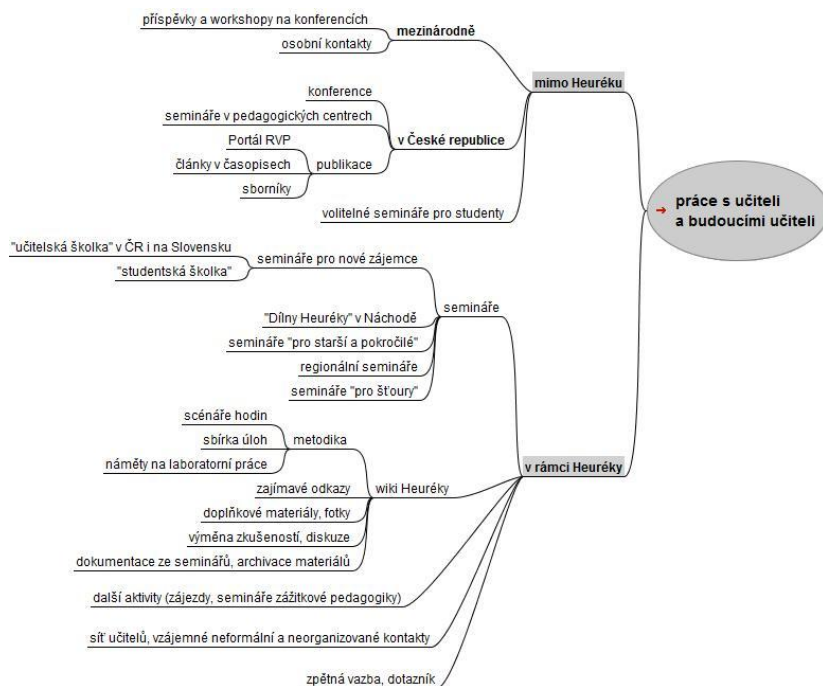
Práce s učiteli

Jak je vidět v mapě myslí (obr. 1), jedná se o poměrně složitý komplex seminářů a dalších aktivit, který se nyní pokusím podrobněji popsat. O počtu seminářů si lze udělat přesnější představu z přehledu proběhlých akcí na webu Heuréky [4].

Vzhledem k tomu, že Heuréka vznikala počátkem 90. let „zespoda“, jako soukromá iniciativa několika lidí, bylo celkem přirozené, že jsme se snažili, aby semináře pro učitele byly organizačně nenáročné. Setkávali jsme se ve škole, účastníci seminářů spali ve třídách ve vlastních spacích pytlích a na vlastních karimatkách. Semináře byly naprosto dobrovolné a byly zcela zdarma. Nabízeli jsme metodickou podporu výuky, pomoc při řešení odborných i pedagogických problémů účastníků a nepožadovali jsme nic jiného, než ochotu učit se, pracovat a přemýšlet. Projekt dlouhou dobu neměl akreditaci MŠMT (přestože jsme měli Heuréku schválenou jako alternativní učební osnovy), takže skutečně jediným důvodem, proč na semináře účastníci jezdili, byl jejich vlastní zájem. Tento způsob vedení seminářů se natolik osvědčil, že stejným způsobem probíhají semináře i dnes, kdy máme více než stovku aktivních účastníků projektu. Jediná změna je, že semináře pro nové zájemce máme akreditovány, tyto učitelé tedy dostávají osvědčení o účasti. Stále však jsou semináře i veškerá metodická podpora zcela zdarma.

Pokusím se vysvětlit důvod, proč si myslím, že tento způsob organizace seminářů je pro naše účely ten nejvhodnější. Prvním důvodem jsou samozřejmě finanční náklady. Vzhledem k tomu, že se jedná o dlouhodobé vzdělávání, finanční náklady na ubytování a stravování v hotelu či penzionu by byly pro učitele neúnosné. Avšak společné ubytování ve třídách má dokonce cosi navíc,

co by ubytování v hotelu nemělo. Vztahy mezi účastníky seminářů se díky tomu velmi rychle, již po prvním společném víkendu, prohlubují. Ze skupiny 20 – 30 učitelů, kteří se většinou vidí poprvé v životě, se brzy stává to, čemu se obvykle říká „dobrá parta“. Díky tomu se snáze vytváří bezpečné prostředí, atmosféra vzájemného pochopení a respektu. Pro učitele, kteří se našich seminářů zúčastňují delší dobu, je pak tento způsob ubytování zcela samozřejmý a nečiní jim žádný problém.



Obr. 1 Mapa mysli – Práce s učiteli

Jak jsem již uvedla, pořádáme několik typů seminářů. Učitelé, kteří se o Heuréce nějakým způsobem dozvěděli a mají zájem se do projektu zapojit, jsou pozváni na **seminář pro nové zájemce**. Jedná se o dvouletý kurz, složený z deseti víkendových setkání. Tuto formu jsme zvolili proto, že podle našeho názoru je nutné pracovat s učiteli delší dobu, aby nové myšlenky a metody účastník sku-

tečně přijal a mohl je převzít do své praxe. První běh seminářů pro nové zájemce (tzv. „učitelská školka“) začal na podzim roku 2002. V současné době běží pátý běh těchto seminářů a již mám zájemce o zařazení do dalšího cyklu, který bude zahájen na podzim 2012. Těší mne, že je v České republice stále dost učitelů fyziky, kteří mají o Heuréku zájem.



Obr. 2 Atmosféra na semináři

Vzhledem k tomu, že se zvyšoval počet zájemců o Heuréku z řad slovenských učitelů a jezdit z Trnavy nebo Nitry na víkend do Prahy je přece jen náročnější, domluvily jsme se s kolegyněmi v Bratislavě na otevření slovenské "škôlky" pro učitele. Její první běh začal na podzim 2007, druhý běh začátkem roku 2010.

Obsahem těchto seminářů je hlavně výuka fyziky – skutečná výuka, neboť učitelé během seminářů pracují stejně, jako žáci ve škole. Začínáme od první hodiny fyziky v šesté třídě, učitelé dělají stejné experimenty, řeší stejné problémy (a často se stejnými obtížemi), jako dvanáctiletí žáci. V průběhu dvou let takto projdeme všechna témata, která jsou obsahem fyziky na základní škole.

S učiteli pochopitelně doplňují výuku metodickými komentáři, diskutujeme o tom, jaké mají oni sami s výukou daného tematického celku zkušenosti, atd. Účastníci se také navzájem seznamují s tím, jaké další zajímavé experimenty k danému tematickému celku dělají, případně jak rozšiřují obsah výuky, pokud učí na střední škole. Vždy je však základem vlastní zkušenost účastníků semináře s výukou v roli žáků.

Důležitou součástí programu víkendových seminářů jsou i prvky, které patří spíše do osobnostní a sociální výchovy, do pedagogiky a psychologie. Jedním z důvodů je nabídnout učitelům hry a aktivity, které mohou použít na školních výletech a při dalších akcích s žáky a studenty. Druhým důvodem je snaha pomoci učitelům aplikovat některé teoretické poznatky z pedagogiky a psychologie ve školní praxi. Neméně důležitým důvodem je umožnit účastníkům navázat dobré vzájemné vztahy, lépe poznat svoji vlastní osobnost, svoji vlastní roli v dané skupině. A samozřejmě také odlehčit fyzikou nabitý program.

Pro učitele, kteří již absolvovali „učitelskou školku“ a mají zájem v Heuréce pokračovat, organizujeme **semináře**, které nazýváme „**pro starší a pokročilé**“. Ty jsou jednak společné pro učitele z celé republiky a jednak regionální.

Společné semináře probíhají dvakrát do roka a jsou tematicky zaměřené. Základním cílem těchto seminářů je seznámit se hlouběji s nějakým fyzikálním tématem, které třeba není obvyklou součástí školních osnov, může však být zajímavé pro učitele i jejich žáky. Snažíme se hledat odborníky v daných oblastech, kteří jsou ochotni nám přiblížit svoji práci a zodpovědět i naše zvědavé dotazy.

Cílem **regionálních seminářů** je umožnit učitelům setkávat se v menší skupině a diskutovat o tématech, které je zajímají, s kterými mají případně potíže, apod. Regionální semináře se konají v Praze pro učitele z Čech (tento seminář organizuje Stanislav Gottwald, učitel na Gymnáziu Špitálská) a buď v některém moravském městě či v Bratislavě pro učitele z Moravy a Slovenska (organizátoři se střídají).

Dalším typem seminářů, které běží bez mé účasti, jsou semináře „**Heuréka pro štůry**“. Na těchto setkáních se scházejí učitelé, kteří se chtějí nějakému poměrně úzkému tématu věnovat do hloubky, kteří chtějí zkusit nové varianty experimentů a snažit se pochopit věci, které jsou jim nejasné.

Velmi významnou součástí projektu Heuréka je i výroční **konference Dílny Heuréky**, pořádaná každoročně na začátku října na Jiráskově gymnáziu v Náchodě. Konference je stejně jako všechny ostatní akce Heuréky velmi neformální. Má formu pracovních dílen, připravených samotnými učiteli, účastníky projektu. Účastníci konference si sami z nabízených dílen sestavují svůj program. V roce 2011 proběhne již desátý ročník této konference, a očekáváme více než sto účastníků. Těší nás, že i přes to, že konference je pořádána převážně v češtině a přes poměrně málo komfortní podmínky (ubytování je také ve škole), se této konference pravidelně zúčastňují i zahraniční hosté.

Součástí projektu Heuréka nejsou jen semináře pro učitele a studenty, ale

i **další aktivity**. Patří mezi ně hlavně wiki Heuréky, vydávání sborníků konference *Dílno Heuréky*, vytváření neformální sítě účastníků projektu, v dřívějších letech i pořádání zahraničních zájezdů, atd.

Co nabízíme a co za to

Všem učitelům, kteří mají zájem se do projektu Heuréka zapojit, nabízíme účast nejdříve na seminářích pro nové zájemce a později i na dalších seminářích, nabízíme jim veškerou metodickou podporu, možnost konzultovat své problémy v kolektivu učitelů „stejně krevní skupiny“. Veškerá tato podpora je zdarma.

Na druhou stranu to není „zadarmo“. Účast na seminářích vyžaduje velkou míru vlastní aktivity učitele. Nejedná se o seminář, kde by bylo možné polovinu času prospat a druhou polovinu strávit surfováním na počítači či posíláním SMS. Účastník semináře může také narážet na své vlastní bariéry či nedostatky jak v odborných fyzikálních znalostech, tak v pedagogických kompetencích. A toto poznání nemusí být vždy příjemné.

Domnívám se, že důvod, pro který učitelé na semináře přijíždějí, je dobře vidět ze zpětné vazby, o kterou jsem účastníky seminářů požádala. Cítuji zde některá vyjádření na otázku „**Zkuste prosím jednou větou vyjádřit, čím pro Vás byla či je Heuréka.**“

- *V průběhu Heuréky jsem poprvé poznala lidi, kteří dělají fyziku rukama a ne čísly.*
- *Byla pro mě motorem a motivací do další práce. Díky ní jsem se stala lepším učitelem.*
- *Heuréka je super sdružení podobně smýšlejících lidí, která je vždy zdrojem poznání, přátelství, zábavy a porozumění.*
- *Iná cesta ako učiť zaujímavo, hravo, aby to bavilo nielen deti, ale aj mňa, stretávanie sa s ľuďmi, s ktorými sa cítim dobre.*
- *Nabíjanie sa novou energiou, novými aktivitami. Nechcem skostnatieť, ani vyhorieť, ani zostarnúť a v tom mi Heuréka pomáha.*
- *Inspirace, pohled na svět, diskuse, nedogmaticnost, setkávání, sdílení, rozšiřování obzorů.*
- *Já jsem tu pro žáky a Heuréka je pro mě.*

Máte-li zájem se o Heuréce dozvědět více, můžete se podívat na ukázky našich metodických materiálů na webu [4]. Na webu najdete i kontaktní informace pro případ, že byste se chtěli k projektu připojit. Budete vítáni.

Literatura

- [1] Koudelková I.: *Projekt Heuréka – po deseti letech živější než dříve*. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 7, Praha 2002, s. 43-46.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] *Projekt Heuréka* [online]. 2004-2011. [cit. 31. 8. 2011]. Dostupné z: <<http://kdf.mff.cuni.cz/heureka/>>

Eddy Current Demonstrations for Children

ANNA HAJDUSIANEK

Institute of Physics, Wrocław University of Technology

Abstract

Performing scientific experiments for children is an interesting and important part of stimulating their development. Eddy currents can be attractive for children and teenagers. In this article there are presented several simple experiments showing the effect of eddy currents. They are easy to carry out and can be done with commonly available materials. Some children can repeat the activities with their parents at home. Teenagers can perform it themselves.

Introduction

It seems that experiments are the most important role in education in teaching and learning science, especially in physics. Experiments in lectures are not popular at school in teaching children in Poland but it is very important, especially for younger students. Children and teenagers like experiments and ask how to perform them at home. Its encourage students to become interested in physics and in teaching or learning science and make physics more learner-friendly for them. Performing scientific experiments for children is important part of stimulating their development. This form of activity often leads to increased interest in science. We teach children how to perform scientific experiments in Academy for young Explorers in Wrocław University of Technology. The meetings take place at the Institute of Physics [1].

Experiments with eddy currents make lectures more interesting and exciting.

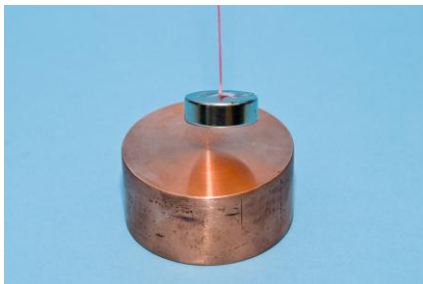
Experiments

I will present here some experiments related to eddy currents.

1. Eddy currents in thin metal plates (Al., Cu, Zn, Pb etc.)

For this experiment you will need a few different thin metals plates with a similar dimension. The metal plates have to be non-magnetic ones. The magnet has to be hold between your fingers above the plate. Move the magnet quickly along the plate so as to change the magnetic field surrounding it and enforce it to move. The aluminum plate is the easiest to move.

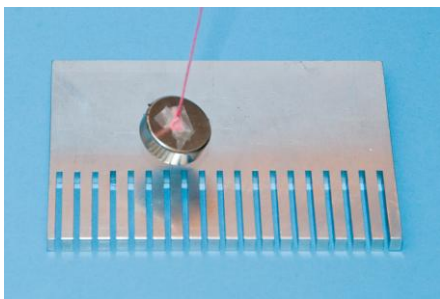
2. The Magnetic Pillow



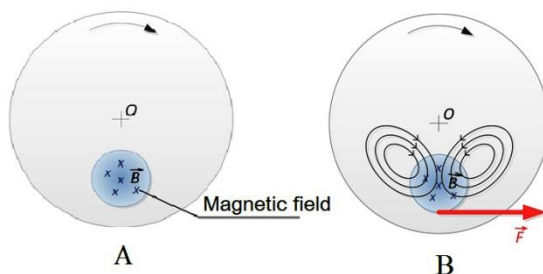
For this experiment a thick copper disc is needed. We put the disc on the table or on the floor. Drop a magnet on a copper and we observe the motion of a magnet. The magnet interacts with the copper disc and falls much more slowly.

3. The Magnetic Breaks

This experiment we can show two ways:



The first method is very simple. We move the neodymium magnet to the rotating aluminum wheel (disc). The wheel will stop after a while.



Eddy currents induced in a rotating metal disk. [2]

- A. Metal disc rotating through a magnetic field.
- B. Resulting eddy currents and braking force.

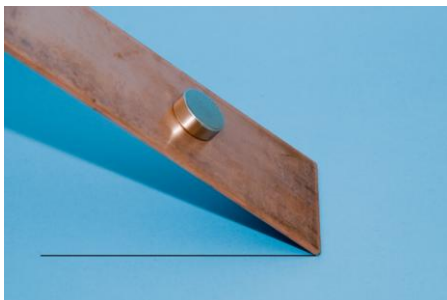
- For the second method we will need a thick copper or aluminum plate. You will also need an aluminum plate nicked from one side of it. Prepare a magnetic pendulum in advance by hanging the magnet on a string. Put the pendulum in free vibration. Put the nicked side of plate underneath the pendulum. That will have no influence on pendulums speed. Now change the side to the not nicked. The pendulum will stop after a while.

4. The Magnet Racing

We can play with magnets in the race. Children can have fun in racing magnets in pipes or on an inclined plane.

In pipes:

For this experiment we will need a few pipes of the same diameter made of various materials such as aluminum, copper, plastic etc. Drop the magnets down the tubes and see who the fastest fall. For example, the magnet does not affect the plastic and there aren't eddy currents in the pipe. The magnet will be fell in it only under the influence of gravity. But an eddy current is set up in a conductor in response to a changing magnetic field. The magnet will fall more slowly.



In addition, we can cut the copper

pipes along and compare the speed of the falling.

We can also perform an experiment with copper pipe frozen in liquid nitrogen. The temperature change affects the change in tube resistance, and hence the eddy currents.

On the inclined plane:

Let observe the motion of a magnet on an inclined plane made of copper, and made of wood or plastic. On the curvilinear motion of magnets on an inclined plane of copper will have a big impact eddy currents.

5. The Pendulum Made of Can of the Beverage.

Cut out a shape of the pendulum from aluminum beverage can (in similar to that shown in the figure). Cut the circle in the shape of the pendulum. Hang the



pendulum on the two blades or sticks and move closer in and back the magnet to the wheel. The pendulum will start to move.

6. A Spinning Can



For this experiment we need an empty can of beverage (eg Pepsi, Mountain Dew or other beverage). We cut the upper lid of the can and put it on the water surface in the plate. The can of beverage can float freely on the surface of the liquid. We attach the thread to the magnet and leave it inside the can. When we rotate the magnet, the can also spins around the axis.

Literatura

- [1] www.amo.if.pwr.wroc.pl
- [2] Sears and Zemansky's University Physics With Modern Physics (Addison-Wesley Series in Physics)

Jednoduché experimenty s gumou a kuličkodráhou

RENATA HOLUBOVÁ

Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc

Abstrakt

Návrh na využití hračky s názvem Kuličkodráha ve výuce fyziky a několik jednoduchých experimentů s polymery – gumou, kterými lze doplnit a zpestřit výuku termodynamiky.

Úvod

Ve výuce fyziky se snažíme motivovat své žáky využitím nejrůznějších metod a prostředků, které ve výuce používáme. Snažíme se používat jednoduché pomůcky, se kterými se žák setkává v každodenním životě, ukázat mu experimenty, vlastnosti těchto látek, které může také sám ověřovat a studovat. Zcela běžně se využívá i nejrůznějších hraček, na kterých lze ukázat využití zákonů fyziky. Jako příklad podobných experimentů budou uvedeny experimenty s gumou a návrh pro využití Kuličkodráhy.

Pružné materiály – polymery – guma

O polymerech a jejich vlastnostech bylo diskutováno již na předešlých konferencích Veletrh nápadů učitelů fyziky (např. R. Holubová 2003, Z. Drozd – Fyzika materiálů – sborník rozšířených příspěvků). Níže uvedeme jednu z dalších možností využití gumy ve výuce fyziky.

Guma má celou řadu vlastností, které jsou zcela jedinečné a mohou být předmětem zkoumání ve fyzice. Zcela běžně jsou prezentovány vlastnosti gumy – její prodloužení na více než pětinasobek, aniž praskne, návrat do původního stavu, aniž bychom zaznamenali deformaci. Tyto vlastnosti má však v dnešní době i řada jiných materiálů. Pružnost gumy je připisována přítomnosti dlouhých řetězců, které mohou vytvářet sítě. Molekuly polymerů či řetězce jsou spojeny chemickými vazbami nebo silnými vodíkovými vazbami. Proces, kdy jsou vytvářeny tyto vazby, je tzv. vulkanizace. Toto síťování zajistí návrat do původního stavu poté, co přestane působit napětí (prodlužování gumy).

V našem případě je zajímavý ten fakt, že pokud je guma prodloužena velmi rychle (adiabaticky), teplota gumy se zvýší.

Pokus 1:

Přiložte gumový pásek ke svým rtům a opakovaně jej rychle natahujte. Rty v našem případě simulují citlivý teploměr. Jsou schopny detekovat nárůst teploty gumy, i když je velmi malý (nenaměřili bychom ani jeden celý stupeň). Tento experiment realizoval již v roce 1806 John Gough.

Obecně změna vnitřní energie dU , která vzniká v důsledku napínání pružného tělesa, může být porovnána s prací dA a teplem, které přijme nebo uvolní těleso podle vztahu $dU = \delta Q - \delta A$. Experimenty ukázaly (Thomson, Joule), že nedochází ke změně vnitřní energie, ale změna teploty je dána prací při prodloužení. Pružnost gumy je určena změnou entropie. Protahnutí gumy vede k většímu uspořádání polymerních řetězců, entropie klesá (ΔS je záporné). Při extrémním protažení může dojít ke krystalizaci polymeru, potom se uplatní i změna vnitřní energie.

Příklad pružného míče

Když se uvažuje gumový míč odražející se od tuhé podložky, dochází k narušení struktury polymeru. Okolí koná práci, která je přeměněna v potenciální energii pružnosti. Pokud vnější síly přestanou působit, molekuly se vrací do původního stavu. Potenciální energie se přemění na práci – míč se odrazí. U ideálně pružného tělesa je práce vnějších sil během deformace úplně přeměněna na potenciální energii pružnosti. U reálného tělesa je část práce přeměněna na teplo. Proto míč nevyskočí do stejné výše, ze které byl vypuštěn.

Na škole se žáci seznamují s délkovou a objemovou roztažností látek a uvádějí si základní vztahy pro výpočet délky či objemu po zahřátí tělesa. Vlivem teploty dochází ke zvětšení objemu látek či jejich prodloužení. Uvádí se anomálie vody. Zajímavé je, že napnutá guma má vlastnosti právě opačné než většina běžných látek – při vyšší teplotě dochází k jejímu zkracování.

Pokus 2

Na stojan zavěsíme gumu a zatížíme ji vhodným závažím. Guma se protáhne na délku l . Poznačíme si délku gumy při protažení za dané teploty ve třídě. Nyní začneme gumu zahřívát, např. pomocí vysoušeče vlasů. Pozorujeme změnu délky gumy. Guma se zkracuje.

Vysvětlení

Gumu délky l_0 zatížíme závažím o hmotnosti M . Guma se protáhne na délku l .

Koeficient deformace ve směru tahové síly lze vyjádřit vztahem $F_{11} = \lambda = \frac{l}{l_0}$.

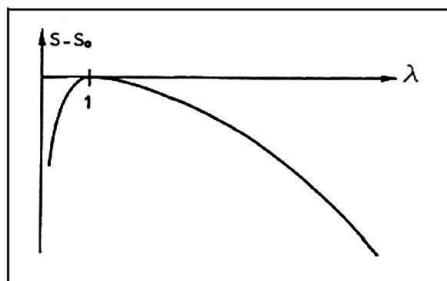
Příčné zúžení gumy vyjádříme vztahem

$$F_{22} = F_{33} = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} = \sqrt{\frac{l_0}{l}}.$$

Pokud bychom měli tyč, která má rozměry x_0 , y_0 , l_0 , její objem je $V_0 = x_0 y_0 l_0$. Pokud zatížíme tyč stejně jako gumu v předchozím případě, tj. hmotností M , lze ukázat, že objem tyče se nezmění.

$$V = xyz = x_0 \sqrt{\frac{l_0}{l}} y_0 \sqrt{\frac{l_0}{l}} l_0 \frac{l}{l_0} = x_0 y_0 l_0 = V_0$$

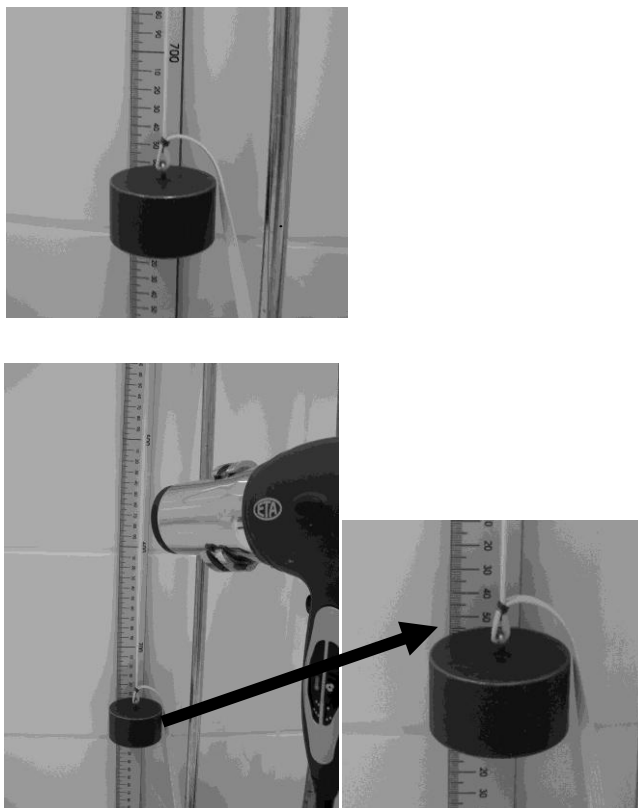
Chování gumy a tyče lze popsat pomocí změny entropie. Lze ukázat, že závislost $S - S_0$ na λ má maximum pro $\lambda = 1$, což odpovídá stavu protažení. Entropie nezatíženého stavu je větší než při protažení. Zahřejeme-li gumu – dodáme teplo, dojde ke zvýšení entropie systému. Protažená gumu se při zahřátí zkrátí.



Obr. 1 Závislost $S - S_0$ na λ

Při zatížení se natáhnou molekuly polymeru a změní se jejich síťování. Tahová síla vnáší do systému uspořádanost, tzn. zmenšení entropie. Přísun tepla znamená vždy nárůst entropie. Guma se snaží vrátit do stavu, kdy neuspořádanost byla větší, což odpovídá stavu nenatažené gumy.

Experiment s gumou byl realizován již v roce 1805 Goughem. Guma zatížená závažím se při zahřátí zkrátila, tedy jev opačný než u většiny látek. Při ochlazení se gumu opět protáhla, což naznačuje, že proces je vratný. (Gough-Jouleův efekt: <http://www.rludson.com/O-Ring%20Book/selecting-thermal.html>).



Obr. 2 Schéma pokusu – zkrácení gumy

Návaznost na termodynamiku

První věta termodynamiky říká, že změna vnitřní energie může nastat buď přijetím tepla či konáním práce $dU = \delta Q - \delta A$.

Je-li délka l materiálu zvětšena působením tahové síly F_T o hodnotu dl , lze práci vloženou do systému vyjádřit jako $F_T dl$. Během pružné deformace dochází ke změně objemu dV a práce $p dV$ je vykonána proti tlaku p . Protože se elastomery (guma) deformují tak, že objem zůstává přibližně konstantní, je práce při změně objemu $p dV$ malá oproti práci, kterou vykoná systém $\delta A = -F_T dl$. Deformace elastomeru je vratná, proto lze teplo vyjádřit z druhé věty termody-

namiky $\delta Q = TdS$, kde T je termodynamická teplota, dS je změna entropie systému. Spojením uvedených rovnic lze psát

$F_T dl = dU - T dS$. Běžně se všechny experimenty realizují při konstantním tlaku, proto lze pro popis termodynamické rovnováhy použít Gibbsovu volnou energii $G = H - TS$, pokud deformace nastává při konstantním objemu, je výhodnější použít popis pomocí Helmholtzovy volné energie $F = U - TS$. Vyjádříme-li změnu Helmholtzovy volné energie při konstantní teplotě, máme $dF = dU - TdS$. Odtud plyne, že $F_T dl = dF(T = \text{konst.})$. Potom

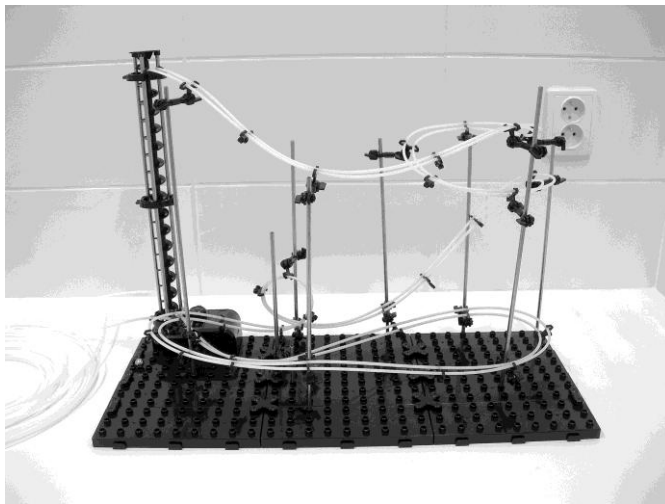
$$F_T = \left(\frac{\partial F}{\partial l} \right)_T - T \left(\frac{\partial S}{\partial l} \right)_T.$$

První člen odpovídá změně vnitřní energie při napnutí a druhý člen změně entropie. Pro většinu materiálů je důležitý člen odpovídající změně vnitřní energie, u elastomerů je hlavní změna entropie. Tyto vztahy mohou být zkoumány experimentálně. Podobně lze odůvodnit zahřátí gumy při rychlém napnutí při adiabatickém ději.

Kuličkodráha (Space rail)

Kuličkodráha je stavebnice, kde z jednotlivých komponent je možné sestavovat nejruznější varianty horské dráhy, včetně zatáček, stoupání, klesání a loopingů. Komponenty tvoří bílá lanka pro sestavení kolejnic, opěrné sloupky, úchyty, výtah, kovové kuličky. Stojany se uchytí do základní desky. Je to pomůcka, která je mimořádně vhodná pro výuku mechaniky a ukázkou aplikace zákonů fyziky v praktickém životě a technice. Pro správnou a fungující konstrukci dráhy je třeba aplikovat základní znalosti zákonů mechaniky, o odstředivé síle, dostředivé síle, zákona zachování mechanické energie. Při konstrukci je nutné také volit vhodný rozměr kolejnice, sklon v zatáčkách apod.

Pohyb kovové kuličky je možné sledovat opakovaně, neboť při dojezdu je kulička vyzdvíhena výtahem (poháněn baterií) do horní počáteční polohy. Experimentálně je možné ověřit např. řešení úlohy typu: Jaká musí být počáteční výška H horské dráhy, má-li vozík bezpečně projet vertikálním kruhovým obloukem o poloměru R ? Valivý odpor kol a odpor vzduchu zanedbejte. Vozík považujte za hmotný bod. U kuličkodráhy je vozík nahrazen kovovou kuličkou. Je dále možné danou kuličku, která je součástí stavebnice, nahradit kuličkami vlastními, z různých materiálů a různé hmotnosti. Pokud volíme kuličku větší, objeví se jedině problém s výtahem, jehož rozměry jsou dimenzovány na dodávané příslušenství.



Obr. 3 Kuličková dráha v laboratoři KEF

Literatura

- [1] Geethamma, V. G., Thomas, S.: *Why Does a Rubber Ball Bounce?* In: *Resonance*, April 1997, str. 48-54.
- [2] I'Anson, S.: *Thermodynamics of Rubber Elasticity*. [on-line 1.9.2011: personal pages.manchester.ac.uk/.../rubber.../Thermodynamics_of_Rubber_]
- [3] <http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/>

Meranie brzdné dráhy auta

PETER HORVÁTH

FMFI UK Bratislava,

Bilingválne gymnázium C. S. Lewisa, Bratislava

Príspevok opisuje súbor žiackych aktivít, videomeraní brzdných dráh auta z rôznej počiatočnej rýchlosti. Motiváciou k aktivitám je zlá predstava žiakov o závislosti brzdné dráhy automobilu od jeho počiatočnej rýchlosti a najmä vysoký podiel mladých vodičov na dopravných nehodách. Aktivitu je možné realizovať nielen na hodinách fyziky, ale aj na účelovom cvičení zameranom na ochranu človeka.

Videomerania

Videomeraním, videoanalýzou, nazývame také meranie, pri ktorom využívame videozáznam. Z neho zisťujeme časovú závislosť polohy, rýchlosti, prípadne zrýchlenia pohybu zvoleného objektu. Výsledkom videoanalýzy je zvyčajne graf závislosti spomenutých kinematických veličín od času. Videomerania môžeme uskutočňovať buď z vopred pripravených videonahrávok, alebo môžeme priamo na vyučovacej hodine nasnímať vlastné nahrávky a tieto potom analyzovať. Videoanalýzou sa zaoberalo viacero našich kolegov, spomenieme práce Lepila [1], Ješkovej s Kírešom [2], pekné námety nájdeme u Jílka [3], návod na prácu s programom Coach nájdeme napríklad u Demkanina [4]. Návod na videomerania voľného pádu, vrhov a kmitov nájdete aj v [5], alebo [6]. V súčasnosti je populárny program Tracker, námety môžeme nájsť napríklad u Duřu [7].

Predstavy o brzdných dráhach auta u žiakov

Mnohí zo žiakov začínajú šoférovať veľmi mladí. Jednou z častých príčin vážnych dopravných nehôd mladých ľudí je aj vysoká rýchlosť, ktorá nezodpovedá ich vodičským schopnostiam a skúsenostiam. V poisťovniach majú informácie o nehodovosti mladých ľudí, a z toho dôvodu jedna z poisťovní pristúpila k tomu, že neuzatvára poisťky s vodičmi mladšími ako 24 rokov [8]. Z našej skúsenosti vyplýva, že u väčšiny našich žiakov absentuje dobrá predstava o vzdialenostiach potrebných na zabrzdzenie auta z rôznej rýchlosti. Túto skutočnosť dokladujú aj nami zadané dva krátke testy, ktoré sa týkali zistenia žiackych predstáv o závislosti brzdné dráhy auta od jeho počiatočnej rýchlosti. Pýtali sme sa 17 – 19 ročných žiakov (štvrtý ročník 5-ročného gymnázia). Žiaci mali do tabuľky vyplniť, aká je brzdná dráha auta z rôznych počiatočných rých-

lostí. Zaujímala nás „čistá“ brzdná dráha, bez uváženia reakčného času vodiča.

Zadanie riešilo spolu 17 žiakov, z nich 9 uvádzali výsledky výrazne nižšie, ako sú v skutočnosti. Výrazné odchýlky boli najmä pri brzdných dráhach z vysokých počiatočných rýchlostí. Ich predstava bola, že z rýchlosti 80 km/h zabrzdia na dráhe 10 – 20 metrov.

Druhý zadaný test bol veľmi podobný. Žiakom sme uviedli, že brzdná dráha z rýchlosti 40 km/h je 8 metrov. Úloha žiakov bola doplniť zvyšné brzdné dráhy v tabuľke.

Počiatočná rýchlosť	Brzdná dráha
20 km/h	m
40 km/h	8 m
60 km/h	m
80 km/h	m
100 km/h	m
50 km/h	m

Tab. 1: Úlohou žiakov bolo doplniť tabuľku.

Test opäť vyplnilo tých istých 17 žiakov. Z výsledkov vyplýva, že väčšina z týchto žiakov má o brzdnej dráhe nesprávnu predstavu. Tvrdia, že závisí od počiatočnej rýchlosti lineárne. Takéto odpovede boli identifikované u 14 žiakov. Z nich trinásť opäť uviedli výrazne kratšie brzdne dráhy z vyšších počiatočných rýchlostí.

Videoanalýzy brzdných dráh auta

Na videoanalýzu využijeme program Tracker. Podmienky inštalácie a spôsob inštalácie programu Tracker, ako aj podrobný návod na videomeranie brzdných dráh v programe Tracker si môžete stiahnuť napríklad zo stránky konferencie „Šoltésove dni 2010“ [9], odkiaľ boli do tohoto textu prevzaté aj niektoré časti návodu a obrázky.

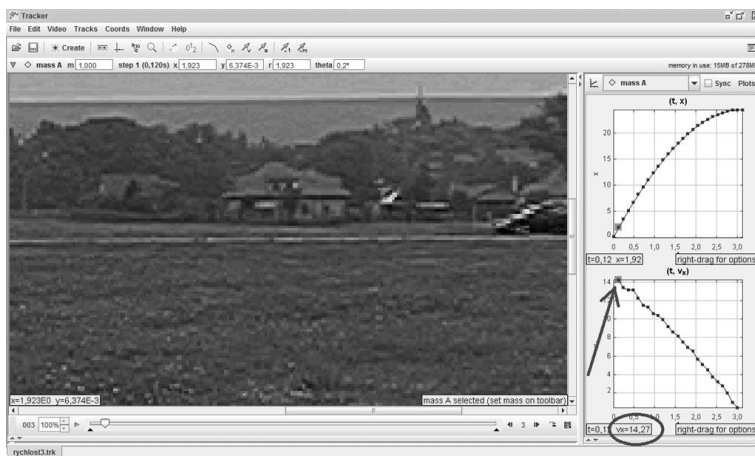
Pri našej konkrétnej aktivite s meraním závislosti brzdnej dráhy automobilu od jeho počiatočnej rýchlosti využijeme videonahrávky, ktoré boli pripravené ako súčasť diplomovej práce Andreja Karlubíka [10]. Diplomant pripravil nahrávky na vodorovnej ceste na letisku. Nahraté boli brzdenia auta z piatich rôznych

počiatkových rýchlostí, od 20 km/h do 100 km/h. Tieto rýchlosti boli odmerané (odhadnuté) tachometrom auta (počiatkové rýchlosti odmerané pomocou videomerania vychádzajú nižšie). Snahou vodiča automobilu bolo začať s brzdením vždy na tom istom mieste, záber kamery začínal práve na tomto mieste. Šírka záberu bola zvolená tak, aby sa do záberu zmestila celá brzdná dráha z najvyššej rýchlosti.

K dispozícii máme päť nahrávok, na každej z nich je iná počiatková rýchlosť automobilu. Úlohou žiakov je (v skupinách), pre každú z piatich pripravených nahrávok zvlášť uskutočniť, videomeranie a zobraziť grafy závislosti polohy a rýchlosti od času.

Pri kalibrácii vzdialeností pre videoanalýzu využijeme, že automobil má dĺžku 4,5 metra.

Z grafu závislosti polohy od času potom majú vyčítať celkovú brzdnú dráhu auta, z grafu závislosti rýchlosti od času majú vyčítať počiatkovú rýchlosť auta.



Obr. 1 Zo závislosti rýchlosti automobilu od času zistíme jeho počiatkovú rýchlosť, v našom prípade je počiatková rýchlosť automobilu približne 14 m.s^{-1}

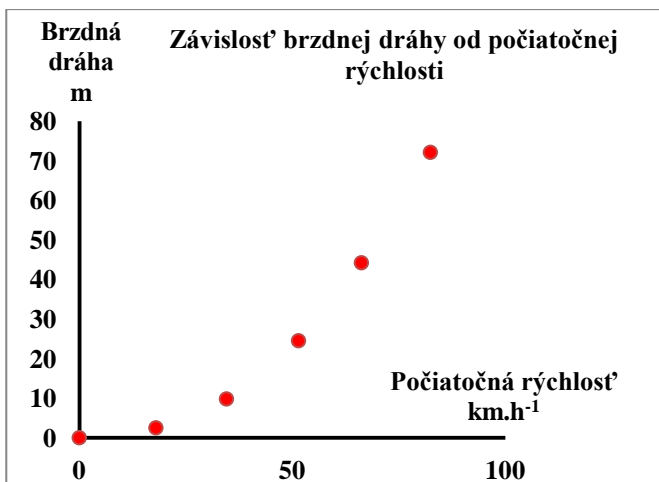


Obr. 2 Zo závislosti polohy automobilu od času zistíme jeho brzdnú dráhu, v našom prípade približne 25 m

Z jednotlivých čiastkových výsledkov majú žiaci za úlohu zostaviť tabuľku závislosti brzdnéj dráhy od počiatočnej rýchlosti. V prvom stĺpci tabuľky je počiatočná rýchlosť v m.s^{-1} , do druhého stĺpca zapisujú rýchlosť v jednotke zaužívanej v doprave, teda v km.h^{-1} , do tretieho stĺpca zaznamenávajú hodnoty brzdných dráh v metroch. Z takto pripravených hodnôt majú zostrojiť graf závislosti brzdnéj dráhy auta od jeho počiatočnej rýchlosti.

Počiatočná rýchlosť m.s^{-1}	Počiatočná rýchlosť km.h^{-1}	Brzdná dráha m
0	0	0
5	18	2,5
9,6	35	10
14	51	25
18	66	44
23	82	72

Tab. 2 Namerané hodnoty počiatočných rýchlostí a brzdných dráh auta



Obr. 3 Grafické spracovanie výsledkov urania, závislosť brzdnjej dráhy auta od jeho počiatkovej rýchlosti

Pri diskusii so žiakmi sa zameriame na nelineárnu, kvadratickú závislosť brzdnjej dráhy od počiatkovej rýchlosti. Výsledok, kvadratickú závislosť, sme mohli očakávať. Vyplýva zo vzťahu pre kinetickú energiu. Ak predpokladáme konštantnú brzdnú silu, vychádza nám, že závislosť brzdnjej dráhy od počiatkovej rýchlosti by mala byť kvadratická.

Takisto zdôrazníme hodnoty brzdných dráh auta z rôznych rýchlostí. Upozorníme, že namerané máme čisté brzdné dráhy, bez uváženia reakčného času vodiča. Najväčší dôraz kladieme na dôležitosť dodržiavať bezpečnú povolenú rýchlosť. Aj z grafu krásne vidno, že ak ideme na úseku kde je povolená rýchlosť 40 km.h^{-1} rýchlosťou 60 km.h^{-1} , naša (čistá) brzdná dráha je viac než dvojnásobná oproti brzdnjej dráhe z povolenej rýchlosti.

Záver

Aktivita je navrhnutá ako žiacky experiment. Pri jej realizácii sú žiaci nútení hľadať informácie z textu, zaoberajú sa získavaním a spracovaním dát z meraní, analyzujú dáta z priebehu grafov, nasleduje syntéza dát a vysvetlenie priebehu závislosti brzdnjej dráhy od počiatkovej rýchlosti.

Aktivitu je možné realizovať nielen na hodinách fyziky, ale môže byť súčasťou

kurzu ochrany člověka a přírody. Podobnou aktivitu by bylo možné realizovat i s bicyklem, když můžeme závislost brzdnej dráhy bicykla od počáteční rychlosti realizovat přímo v terénu.

Pod'akovanie

Príspevok vznikol ako súčasť riešenia projektu APVV LPP 0251-09 „Prírodné vedy v školských vzdelávacích programoch“, z ktorého boli hrazené aj náklady spojené s účasťou na Veletrhu nápadů učitelů fyziky v Olomouci. Ďakujem taktiež Miroslavovi Šedivému za technickú pomoc pri príprave uvedených aktivít.

Literatura

- [1] Lepil O.: *K vývoji didaktické komunikace ve výuce fyziky*. In: Zelenický L. (ed.): Zborník z konferencie Didfyz 2004. Nitra, FPV UKF a JSMF, 2005, s. 5-10.
- [2] Ješková Z., Kireš M.: *Videomerania fyzikálnych javov v prostredí IP COACH*. In: Zelenický, L. (ed.): Zborník z konferencie DIDFYZ 2004 Nitra, FPV UKF a JSMF, 2005, s. 202-207.
- [3] Jilek, M.: *Několik nápadu nejen z kroužku fyziky*. In Svobodová, J., Sládek, P. (ed.): Sborník z konference Veletrh nápadu učitelu fyziky 9, sv. 2. Brno, Paido, 2004, s. 50-51.
- [4] Demkanin, P. 2006. *Počítačom podporované prírodovedné laboratórium*. Bratislava: FMFI UK, 2006.
- [5] Horváth P., Šedivý M.: *Analýza mechanického pohybu videomeraním*. In: Horváth, P. (ed.): Zborník príspevkov „Aktivity vo vyučovaní fyziky“, Smrekovica. Bratislava, FMFI UK, 2006. s. 69-77.
- [6] Horváth P., Šedivý M.: *Videomeranie tiažového zrýchlenia*. In: Horváth, P. (ed.): Zborník príspevkov „Šoltésove dni 2006“, Bratislava, FMFI UK, 2007, s. 31-38.
- [7] Duľa I. *Možnosti využitia programu Tracker na hodinách fyziky*. In: Zborník z konferencie Tvorivý učiteľ fyziky, Smolenice 2009. s. 35-39, dostupné na <http://sfs.sav.sk/smolenice/prispevky.htm>
- [8] <https://poistenie.csob.sk/pzp/Strana2a.aspx>
- [9] <http://fyzikus.fmph.uniba.sk/typo/index.php?id=575>
- [10] Karlubík A.: *Videomerania vo vyučovaní fyziky, diplomová práca*. Bratislava, FMFI UK 2010.

Využití rotopedu při výuce fyziky

JAN HRDÝ

SSOŠ a EPI, s.r.o., Kunovice

Tento příspěvek popisuje princip funkce klasického rotopedu a možnosti jeho využití při výuce mechaniky na ZŠ popř. SŠ. Jedná se především o získání vlastní zkušenosti s realizací mechanické práce v návaznosti na další důležité fyzikální veličiny, jako je mechanická energie a mechanický výkon, ale také elektrická energie a elektrický výkon. Jsou rozvíjeny nejen kompetence výpočtu a srovnávání těchto důležitých fyzikálních veličin, ale také kompetence jejich odhadu a porovnávání na základě svých vlastních praktických zkušeností nebo zkušeností svých spolužáků.

Princip a základní rozdělení rotopedů

Pro zamýšlené použití by se dal v principu použít výrobek z některé z následujících tří skupin:

1. Cyklotrenažery (spinningová kola) jsou dnes určitou módou. Jsou určeny pro sportovnější charakter šlapání a jsou relativně dražší a hlučnější, než rotopedy. Pro zamýšlené použití nejsou příliš vhodné, protože šlapadla jsou často pevně spojená s masivním setrvačником (hlavně u levnějších modelů) a snadno tak může dojít k úrazu a navíc použití mechanické čelistové brzdy neumožňuje s dostatečnou přesností zjistit množství vykonané mechanické práce (obr. 1)



Obr. 1 Spinningové kolo (zátěžové kolo - setrvačnik 19 kg) [1]

2. Rotopedy používají k pohonu setrvačnicku gumový řemen a jsou navíc obvykle vybaveny volnoběžkou. Jsou tedy úplně bezpečné i při laickém používání. Výhodou tohoto řešení je i naprosto tichý chod. Zátěž se nastavuje změnou polohy permanentního magnetu vzhledem k setrvačnicku a toto řešení umožňuje zjistit množství vykonané práce s dostatečnou přesností. Klasické rotopedy jsou relativně levné a právě toto řešení bylo použito u *popisovaných experimentů* (obr. 2). U dražších modelů rotopedů se místo permanentního magnetu používá elektromagnet řízený počítačem, potom je nastavení zátěže velmi přesné (ergometry).



Obr. 2 Klasický rotoped (zátěžové kolo - setrvačnick 8 kg) [2]



Obr. 3 Eliptický trenažér – ergometr (zátěžové kolo - setrvačnick 34 kg) [3]

3. Eliptické trenažéry nahrazují kruhový pohyb šlapadel přirozenějším eliptickým pohybem a zároveň umožňují i zapojení rukou. Dokonalejší modely (ergometry) jsou však obvykle poměrně nákladné (obr. 3).

4. Kola přímo pohánějící elektrický generátor by pro zamýšlené použití byla samozřejmě nejlepší. V tomto případě by se místo přeměny mechanické práce na teplo vyráběla elektrická energie, která by mohla např. sloužit k napájení žárovky nebo k ohřevu vody. Podobné zařízení používá při svých propagačních akcích např. ČEZ. Pro školskou praxi je však uvedené zařízení příliš složité a drahé.

Jednotky cal a kcal

Tyto jednotky, které se dříve používaly pro měření množství tepla a které jsou již zakázané, se však stále používají při určování energetického obsahu potravin a proto výrobci rotopedů cejchují své výrobky často přímo v těchto jednotkách, aby cvičencům usnadnili a zrychlili vyhodnocení přínosu jejich pohybových aktivit.

Při našich fyzikálních úvahách se samozřejmě budeme držet platné normy, hodnoty odečtené z displeje rotopedu nejdříve převedeme podle tab. 1 na příslušné platné jednotky a teprve potom s nimi budeme dále pracovat.

Tab. 1 Vztah mezi starými a novými jednotkami pro práci, energii a výkon

1 cal	4,1868 J	4,1868 Ws
1 kcal	4186,8 J	4186,8 Ws = 1,163 Wh
1 J	1 Ws	0,2388 cal
1 kJ	1 kW _s	238,8 cal = 0,2388 kcal
3,6 kJ	1 Wh	859,8 cal = 0,8598 kcal
3,6 MJ	1 kWh	859,8 kcal

Připomeňme si ale také původní definici 1 kcal jako množství tepla potřebného k ohřátí 1 litru vody o 1 °C (nebo precizněji: 1 kg destilované vody v kapalném skupenství o 1 K). Potom z uvedené tabulky můžeme ihned odvodit **názornou představu**, že 1 kWh je množství energie, která by ohřála 10 l vody o asi 86 °C (tj. např. z teploty 14 °C k bodu varu 100 °C), což můžeme využít při interpretaci výsledků pokusů s rotopedem.

Názorná interpretace některých výsledků získaných na rotopedu

Pokud vyvineme určitou konkrétní energii (např. pomocí zmíněného rotopedu), je pro výuku fyziky přínosem, když nalezneme srovnání (energetický ekvivalent) vykonané práce s nějakou známou situací z běžného života:

1. Práce **1 cal** = 4,2 J = 4,2 Ws odpovídá 6 sekundám svitu žárovičky do kapsní svítilny (3,5 V / 0,2 A / 0,7 W).
2. Práce **10 cal** = 42 J = 42 Ws odpovídá 16 sekundám svitu žárovičky do předního světla na kole (6 V / 0,45 A / 2,7 W).
3. Práce **100 cal** = 420 J = 420 Ws odpovídá 7 sekundám svitu běžné síťové žárovky 60 W (230 V / 0,26 A / 60 W).

4. Práce **1 kcal** = 4,2 kJ = 4,2 kW s = 1,163 Wh = 0,0012 kWh odpovídá asi 5 sekundám práce elektrické žehličky (230 V / 3,48 A / 800 W) nebo odpovídá ohřátí 1 litru vody o 1°C.

Při používání rotopedu si velmi rychle uvědomíme, jak ohromné množství energie reprezentuje jinak v praxi běžně používaná jednotka **1 kWh**. Vyrobit takové množství energie je i pro trénovaného sportovce úmorná celodenní dřina.

Závodíme s Pendolinem



Obr. 4 Sedmi vozová jednotka *Pendolino* ř. 680 se skládá ze čtyř hnacích vozů a tří vozů vložených. Celkem nabízí 333 míst pro cestující. Celková hmotnost soupravy je 385 tun a celková délka soupravy je 185 metrů [4]

Pro zpestření a zvýšení názornosti je možné dát vyrobené množství energie na rotopedu do souvislosti s některými velkými strojními zařízeními. Aby se jednalo o všeobecně známé zařízení, byl vybrán rychlovlak *SuperCity Pendolino* (obr. 4). Nejdříve je ale třeba nějak přiřadit použitému výkonu hnacích elektromotorů příslušnou okamžitou rychlost vlaku. Protože potřebné závislosti se běžně neudávají a navíc by tyto údaje cílové skupině žáků problém spíše zkomplikovaly, vycházíme z této zjednodušené úvahy:

Při plném výkonu hnacích elektromotorů (4 000 kW) se *Pendolino* pohybuje maximální konstrukční rychlostí (230 km/h) [1]. Rozhodně se nedopouštíme žádné velké chyby, když výkonu 4 000 kW přiřadíme rychlost 230 km/h. Takovýto případ se může při určitém konkrétním zatížení, sklonu trati a rychlosti větru jistě v praxi vyskytnout.

Poznámka: Je třeba však připomenout, že na tratích ČD i na ostatních pozemních komunikacích u nás je maximální rychlost omezena **na 160 km/h**. To však nic nemění na předchozích úvahách.

Při maximálním výkonu elektromotorů 4 000 kW spotřebuje *Pendolino* za 1 s celkem 4 000 kW s = 1,111 kWh elektrické energie. Při maximální rychlosti 230 km/h ujede za 1 s dráhu asi 64 metrů. K ujetí dráhy 1 metru při této maximální konstrukční rychlosti spotřebuje energii $1,111 / 64 = 0,0174 \text{ kWh} = 17,4 \text{ Wh} = \mathbf{15 \text{ kcal}}$, což je energie snadno vyrobitelná na i na rotopedu.

Na závěr této kapitoly o *Pendolinu* je důležité možná ještě doplnit, že *Pendolino* může používat tři napájecí systémy (15 kV – 16,7 Hz / 25 kV – 50 Hz / 3 kV=) a že v *bistro-vozu*, který je řazen **jako třetí** (nejdříve dva vozy 1. třídy, potom uvedený *bistro-vůz* a nakonec čtyři vozy 2. třídy – platí to jen v případě, když *Pendolino* vyjíždí z Prahy směrem do Ostravy, Bratislavy nebo Vídně, při zpáteční jízdě je souprava otočená obráceně), je možné zakoupit i **točené pivo**, což je v našich vlacích vůbec poprvé.

Závěr

Tento příspěvek je zaměřen k posílení praktických zkušeností a kompetencí v oblasti učiva o energii, práci a výkonu. I když školy samozřejmě nejsou vybaveny rotopedy, je možné uvedené příklady zadávat vybraným žákům jako domácí úkol, protože vybavení domácností rotopedy v současné době je poměrně značné. Pro získání zkušeností z použití rotopedů **při výuce fyziky**, které potom byly použity jako podklad pro napsání tohoto příspěvku, byly zakoupeny dva exempláře (kvůli možnosti soutěžení mezi žáky) jednoduchých rotopedů, které se staly součástí výstavy o *Velikánech české vědy* (Vlastivědné muzeum v Olomouci v roce 2007). Rotopedy měly na výstavě mezi návštěvníky velký úspěch, během trvání výstavy se na nich vystřídalo několik set žáků z nejrůznějších typů škol.

Literatura

- [1] <http://fitness.online-sport.cz/spinningova-kola>
- [2] <http://fitness.online-sport.cz/rotopedy>
- [3] <http://fitness.online-sport.cz/ellipticke-trenazery>
- [4] http://www.scpendolino.cz/cs_CZ/pendolino/technické-parametry

Když se řekne fyzikální jarmark

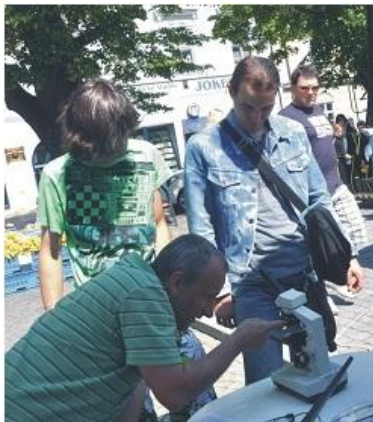
JAN HRDÝ, MARIE ŠIKOVÁ

SSOŠ a EPI, s.r.o., Kunovice, SŠPHZ Uherské Hradiště

Tento příspěvek popisuje některé úspěšné nebo všeobecně zajímavé fyzikální pokusy realizované od počátku Jarmarku chemie, fyziky a matematiky v Olomouci v roce 2001 do roku 2010 [1-3] a Jarmarku vědy a umění v Uherském Hradišti od prvního ročníku v roce 2008 až do roku 2011 [2].

Aktivní účast poslance Parlamentu ČR

Letošního **4. ročníku Jarmarku vědy a umění** v Uherském Hradišti se aktivně účastnil také *poslanec Parlamentu České republiky* RNDr. Vladimír Koníček (obr. 1).



Obr. 1 Vystoupení poslance Parlamentu ČR **RNDr. Vladimíra Koníčka** na **čtvrtém Jarmarku vědy a umění** v Uherském Hradišti (dne 31. 5. 2011)

Pokusy se stříbrnou mincí

Tyto pokusy se nijak neodlišují od pokusů, se kterými se žáci běžně setkávají ve škole, tj. určování *hustoty tělesa* pomocí Archimédova zákona. Atraktivita pokusu spočívá v nahrazení tradičního kovového válečku **stříbrnou mincí** (obr. 2). Srovnání hustoty některých kovů je v následující tabulce (tab. 1) [4].

Tab. 1 Hustoty některých kovů

hliník	2700 kg.m ⁻³	stříbro	10500 kg.m⁻³
cín	7280 kg.m ⁻³	olovo	11340 kg.m ⁻³
železo	7860 kg.m ⁻³	zlato	19290 kg.m ⁻³
měď	8930 kg.m ⁻³	wolfram	19300 kg.m ⁻³
bismut	9800 kg.m ⁻³	iridium	22500 kg.m ⁻³

Je zajímavé, že pokud vztakovou sílu působící na stříbrnou minci po ponoření do vody podle Archimédova zákona chápeme jako *akci*, naprostá většina žáků nedovede určit, kde působí odpovídající *reakce*.



Obr. 2 **Stříbrná mince** používaná k fyzikálním experimentům [5] (Americký dolar „Stříbrný Orel“ z roku 2010, průměr mince 40,6 mm, hmotnost 31,1 g = 1 trojská unce, stříbro 999/1000, pravděpodobně nejvyhledávanější investiční stříbrná mince)

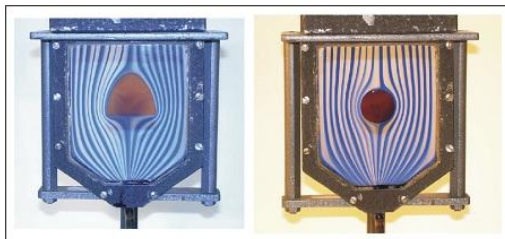
Pokusy s heliem

Pokusy s heliem jsou u žáků velmi oblíbené. Princip zvýšení frekvence hlasu po naplnění ústní dutiny heliem je jasný – rozměry ústní dutiny (tj. rezonátoru) se nezměnily, ale došlo k podstatnému nárůstu rychlosti šíření zvuku (tab. 2) [4].

Tab. 2 Rychlosti zvuku v některých plynech (20 °C)

kyslík	317 m.s ⁻¹	helium	971 m.s ⁻¹
dusík	336 m.s ⁻¹	vodík	1 270 m.s ⁻¹

Tuhle skutečnost žáci většinou dokážou pochopit. Ale vysvětlit správně rozdíl mezi zvýšením frekvence hlasu způsobené vdechnutím helia a mezi zvýšením frekvence hlasu nahraného na magnetofonový pásek způsobené zvětšením jeho rychlosti při přehrávání však většinou ne.



Obr. 3 Příprava na *Fyzikální jarmark* – experimentálně dokonalé výsledky dosažené s Pohlovým přístrojem (laminární proudění při obtékání těles různého tvaru)



Obr. 4 Příprava na *Fyzikální jarmark* – odstředivá síla působící na rotující závažíčka kompenzovaná silou listové pružiny (neboli rovnováha odstředivé a dostředivé síly)



Obr. 5 Příprava na *Fyzikální jarmark* v Olomouci – kuličkový padostroj s příslušenstvím pro přímé měření tíhového zrychlení (dle doc. Žouželky)

Návštěva učitelů fyziky - seniorů

Na závěr se zmíníme ještě o jedné zdařilé akci, která se uskutečnila loni 8. června 2010 v nové *Laboratoři školních pokusů na KEF PřF UP*. V rámci prohlídky nové budovy Přírodovědecké fakulty UP navštívili uvedenou laboratoř dvě skupiny učitelů seniorů – absolventů PřF UP. První skupinu tvořili přímo učitelé fyziky (obr. 6) a druhá skupina byla tvořena učiteli ostatních kombinací studovaných na PřF UP. Obě skupiny učitelů se živě zajímaly o současné vybavení výukových laboratoří fyziky na katedře experimentální fyziky a speciálně o vybavení *Laboratoře školních pokusů* moderními pomůckami a přístroji.



Obr. 6 Skupina učitelů fyziky - seniorů v *Laboratoři školních pokusů z fyziky*

Závěr

Cílem *Fyzikálních jarmarků* je nejen propagovat fyziku jako vědu, ale získávat také zájemce o studium této nádherné a vznešené disciplíny.

Literatura

- [1] Hrdý J.: *Olomoucké fyzikální jarmarky*. In: Sborník konf. „Veletrh nápadů učitelů fyziky 13, Plzeň 2008“. Nakl. ZČU Plzeň, 2008, 245-249. (2 poster A0).
- [2] Hrdý J.: *Olomoucké přírodovědné jarmarky a Jarmarky vědy a umění v Uherském Hradišti*. In: Sborník konf. „Veletrh nápadů učitelů fyziky 14, Brno 2009“. Nakl. MU Brno, 2009, 97-101.
- [3] Hrdý J.: *Generátor mlhy pro fyzikální pokusy nebo také desátý jubilejní Přírodovědný jarmark v Olomouci*. In: Sborník konf. „Veletrh nápadů učitelů fyziky 15, Praha 2010“. Prometheus Praha, 2010, 60-64.
- [4] Mikulčák J. a kol.: *Matematické, fyzikální a chemické tabulky pro střední školy*. SPN Praha, 1988.
- [5] <http://www.narodnipokladnice.cz/special/stribrnyorel>

Balistika bezpečně

JOSEF HUBEŇÁK, JIŘÍ HUBEŇÁK

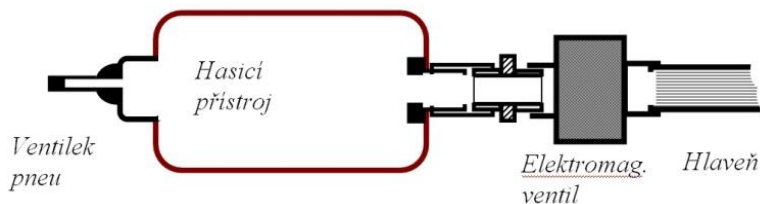
Přírodovědecká fakulta UHK, Hradec Králové

Abstrakt

Mechanika byla a dodnes většinou zůstává úvodní částí středoškolské fyziky. Její přitažlivost pro žáky a studenty postupně klesá, protože mechanické jevy a experimenty nemohou konkurovat atraktivitě optiky nebo elektřiny a magnetismu. Příspěvek nabízí střelbu z „pneumatického děla“ a spojení experimentu, měření a využití jednoduchého programu. Touha vystřelit si je vlastní každému dítěti a z dětství přetrvává alespoň do školských let. Tak proč ji nevyužít ve fyzice.

Konstrukce

Základem je vhodná tlaková nádoba. V tomto případě jde o použitý práškový hasicí přístroj, jehož nádoba má vnitřní objem přibližně 1 litr. Nádoba je zkušena na tlak 25 barů, a protože v experimentech bude natlačována maximálně na dva bary, nehrozí její poškození. Spouštěcí ventil je odstraněn a na jeho místo vložen ventil určený pro bezdušové pneumatiky. Do dna nádoby je vyvrtán otvor pro připojení elektromagnetického ventilu. Montáž je provedena pomocí topenářských fitinků, běžně dostupných např. v Baumaxu (rozměr 3/8"). Na výstup elektromagnetického ventilu je připojena „hlaveň“, což je PVC trubka (vnější průměr 32mm, tloušťka stěny 1,8mm, délka 1m). Elektromagnetický ventil je jedinou dražší součástí konstrukce. Ventil od firmy GSR, Typ 40TM KO5 10390 byl zakoupen za 1 300 Kč. Ventil otevírá velmi rychle a to je důvod k jeho použití – mechanický kohout není použitelný.



Obr. 1 Náčrt konstrukce pneumatického děla

Střelivo použité pro experiment musí být bezpečné, levné a lehce nahraditelné. Osvědčily se použité korkové zátky. Mají průměr přibližně 2,0cm a jedinou úpravou je zakulacení čelní plochy. To lze provést na hrubém skelném papíru nebo rašplí. Pro výstřel je nutné zátku utěsnit v hlavni – zátka je podkaliberní náboj. Jako ucpávka se hodí kosmetické tampónky. Tampónek přiložený na zadní čelo náboje lehce stočíme kolem zátky a zasuneme do hlavně. Vhodnou tyčkou pak náboj zasuneme na dno hlavně. Příprava k výstřelu končí natlakováním na tlak 2 bary. K napumpování lze použít libovolnou pumpičku nebo malý kompresorek. V každém případě je nutné kontrolovat během huštění tlak. Osvědčená hodnota 2 bary dává dostřel kolem 20m. Střela poměrně brzy zpomalí svůj let a je možné snadno sledovat místo dopadu i tvar trajektorie. Příprava k výstřelu je manuální činnost pro žáka a zaujme i dítě. Odměnou je stisk tlačítka na šňůře k elektromagnetickému ventilu, relativně tichý výstřel a sledování střely.



Obr. 2 Konstruktor a dělostřelec

Na dalším snímku je pohled na celé pneumatické dělo s výjimkou částí hlavně – ta už se do záběru nevešla.



Obr. 3 Pneumatické dělo

Elektromagnetický ventil v detailu a jeho montáž usnadní případnou repliku:



Obr. 4 Detail montáže ventilu

Poslední snímek ukazuje dva typy střel. „Špunt“ neboli korková zátka bez stuhy letí dále, se stuhou je vhodná pro pozorování tvaru trajektorie.



Obr. 5 Střely

Trochu teorie

Středoškolský kurz fyziky dříve obsahoval i vrh šikmý ve vakuu a studenti dokázali odvodit vzorce pro dálku dostřelu i maximální výšku letu střely: Jestliže střela startuje rychlostí \vec{v}_0 a počáteční rychlost svírá s vodorovnou

rovinou úhel α , bude stoupat po dobu $T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$, dosáhne maximální výšky

$$h_{\max} = \frac{(v_0 \sin \alpha)^2}{2g} \text{ a dopadne ve vzdálenosti } L = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha.$$

Střely se obvykle pohybují ve vzduchu a jejich obtékání je turbulentní. Je možné použít pro odpor prostředí Newtonův vzorec ve tvaru

$$F_0 = \frac{1}{2} C_x S \rho v^2 \quad (1)$$

a poté použít zákon síly

$$\vec{a} = \frac{1}{m} (\vec{F}_g + \vec{F}_0) \quad (2)$$

Tíhová síla míří vždy svisle dolů, ale odpor prostředí svůj směr stále mění – míří vždy proti okamžité rychlosti střely. Analytické řešení pohybu střely po balistické křivce neexistuje, ale numerický výpočet se skládá z několika jednoduchých kroků. Jestliže v čase t známe v_x , v_y , x a y , známe také úhel α , protože platí

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_y}{v_x} \quad (3)$$

Z rovnice [1] vypočteme velikost odporové síly a pak lze rozepsat vektorovou rovnici [2] do složek, vypočítat okamžité zrychlení $a_x(t)$ a $a_y(t)$. V čase $(t + dt)$ platí

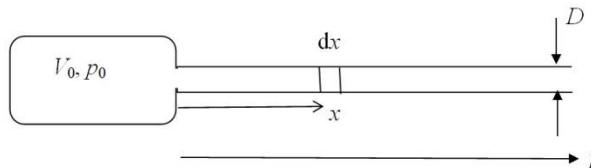
$$\begin{aligned} v_x(t + dt) &= v_x(t) + a_x dt \\ v_y(t + dt) &= v_y(t) + a_y dt \end{aligned} \quad (4)$$

Nová poloha střely má souřadnice

$$\begin{aligned} x(t + dt) &= x(t) + v_x(t + dt) dt \\ y(t + dt) &= y(t) + v_y(t + dt) dt \end{aligned} \quad (5)$$

Zbývá určit nový úhel letu a novou velikost odporu prostředí a opakovat výpočty. Numerické řešení je relativně snadné a k dispozici je program v Pascalu nebo v Delphi. V každém případě musíme znát počáteční rychlost střely, i když v experimentu jde pouze o korkovou zátku.

Výpočet počáteční rychlosti



Rozpínání vzduchu je adiabatické, platí

$$p_0 V_0^\kappa = p V^\kappa \quad (6)$$

Objem plynu se zvětšuje s posuvem střely a ucpávky:

$$V = V_0 + Sx \quad (7)$$

Diferenciál práce sil, působících na střelu a ucpávku

$$dW = (p - p_a) S dx \quad (8)$$

kde p_a je atmosférický tlak. Integrací pro délku hlavně l dostaneme

$$W = p_0 V_0^\kappa \frac{1}{1-\kappa} \left[(V_0 + Sl)^{1-\kappa} - V_0^{1-\kappa} \right] - Sl \cdot p_a \quad (9)$$

Toto řešení předpokládá, že před střelou zůstává atmosférický tlak a zanedbává také tření v hlavni.

Pro výchozí hodnoty $l = 0,98$ m, $D = 28$ mm, $V_0 = 0,001$ m³, tlak uvnitř $p_0 = 3 \cdot 10^5$ Pa, atmosférický tlak $p_a = 1 \cdot 10^5$ Pa, $\kappa = 1,4$ dostaneme $W = 70,6$ J.

Počáteční rychlost získáme ze zákona zachování energie a je třeba znát hmotnost zátky $m_z = 4$ g, hmotnost ucpávky $m_u = 0,45$ g a hmotnost vzduchu v hlavni před střelou v počáteční poloze $m_v = 0,741$ g.

Výpočet dává hodnotu $v_0 = 165$ m.s⁻¹

Výsledky numerického řešení v programu Strela.exe

Pro zadané hodnoty a úhel výstřelu 45° s výškou ústí 1 m nad zemí by střela měla dopadnout ve vzdálenosti 48 m.

Výsledky experimentu

Pro přetlak 2 bary, tj. tlak v nádobce $3 \cdot 10^5$ Pa, náměr 45° doletí střela bez stuhly do vzdálenosti 22 m a střela se stuhou do vzdálenosti 18 m. Výsledky jsou opakovatelné s přesností ± 1 m.

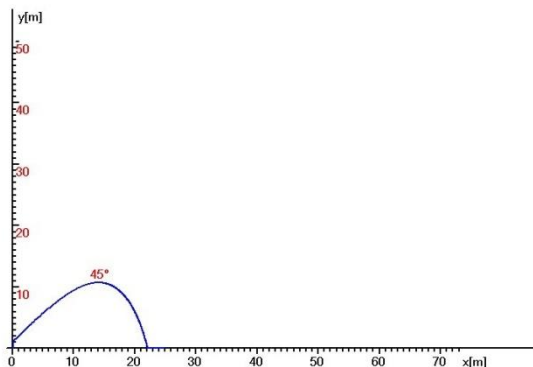
Model matematicky vyjádřený rovnicemi (1) až (9) není dostatečně přesný. Studenti jistě mohou objevit rozpory

- tření ucpávky v hlavní není zanedbatelné,
- před střelou není zachován atmosférický tlak.

Koeficient C_x v programu Strela.exe je volen pro vypuklou polokouli, střela má tvar válce s kulovou čelní plochou. Za letu střela náhodně mění polohu podélné osy. V tomto okamžiku lze nabídnout laborování s parametry vkládanými do programu: změnami průměru střely a počáteční rychlosti lze dosáhnou shody experimentu s výpočtem.

Profesionální balistické výpočty střel počítají nikoliv s konstantním koeficientem C_x , ale s tabelovanou funkcí $C_x(v)$. Podrobné informace lze nalézt např. na webu [1].

Zadané hodnoty		Vypočtené hodnoty	
Výstřel šikmo vzhůru. Odpor vzduchu zakříví dráhu. Střela letí po balistické křivce. Hustota vzduchu = 1.23 kg/m^3 Pro střelu je součinitel $C_x = 1.3$	m [kg]	vo [m/s]	Kreslí graf
	0,00445	38	
	D [m]	alfa [°]	Změna úhlu
	0,023	45	
		t [s]	v_dop [m/s]
		2,87	10,33
		hmax [m]	10,73



Obr. 6 Výpočet balistické křivky

Literatura

[1] http://www.balistika.cz/vnejsi_teorie.html

Ověřovací svítící a zvukové figurky (s LED a s piezoměničem) Světelné a zvukové zkoušečky

OTTO JANDA

Radioklub lázeňského města Karlovy Vary

Abstrakt

Při demonstračních i žákovských pokusech je možné nově v didaktice elektrotechniky bezpečným, jednoduchým, názorným a poutavým způsobem přiblížit žákům partii učiva (bezpečnostní pravidla a pokyny), které se předtím probíraly pouze teoreticky. Nezbytným materiálním didaktickým prostředkem k tomu je ověřovací svítící figurka (se žárovkami, nyní i se svítícími diodami LED), která je součástí demonstračních i žákovských elektrotechnických stavebnic (10) a nově i zvuková figurka s piezoměničem a diakem (11, s. 118; 12).

Úvod

Mezi edukační trendy a inovace lze v didaktice elektrotechniky zařadit bezpečné, jednoduché, názorné a poutavé modelování života nebezpečných situací při užívání elektrických zařízení (1, s. 85). Odkazy na související literaturu jsou v lit. (1, s. 85) uvedeny.

Ověřovací svítící figurku jako didaktický prostředek lze technicky realizovat různými způsoby. Jedno z nejjednodušších zapojení je spojení tří žárovek do hvězdy (2, s. 146-149; 6, s. 59). Žárovky lze nahradit svítícími diodami LED, které jsou spojeny s vhodnými proudovými omezovači (rezistory, kondenzátory).

Didaktický přínos ověřovací svítící figurky ohodnotil KŘENEK (3, s. 157) jako originální přínos pro didaktiku elektrotechniky při objasnění problémů spojených s bezpečností práce ve světelných a zásuvkových obvodech (partie učiva, které se předtím probíraly pouze teoreticky).

1. Ověřovací svítící figurka v učebnicích pro základní školu

Poprvé uvedl autor tohoto příspěvku ověřovací svítící figurku v učebnici (2, s. 146-149) v roce 1983, tehdy ještě pod názvem Model „svítícího človíčka“.

Později v roce 2000 byl v katalogu firmy PHYWE (v anglické verzi) pro obdobnou ověřovací svítící figurku použit pojem „Human body model“ nebo „Model human being“ (4, s. 256). Stejná firma používá v katalogu (v německé verzi) pro obdobu ověřovací svítící figurky pojmy „Modellmensch“, „Modellfigur“, „Modell – Mensch“ (5, s. 329, 334, 414).

V poslední učebnici autora tohoto příspěvku (6, s. 58, 59, 64 – 69), zavedení pojmu „ověřovací figurka“ předchází pokus – bezpečný důkaz vodivosti lidského těla (6, s. 57 – 58), přičemž výklad v učebnici je těsně spjat s používáním elektrotechnické stavebnice. Všechny popsány pokusy prováděné žáky jsou bezpečné.

Poznámka: Velmi rychle a bezpečně lze provést důkaz vodivosti lidského těla pomocí různých elektronických zkoušeček fáze (které obsahují bezpečný zdroj malého napětí, zpravidla 3 V).

Na tyto různé pokusy pak pojem „Ověřovací figurka“ didakticky navazuje. Dále navazuje pojem „Zkoušečka fáze“ (6, s. 79) a její použití.

2. Inovace žákovské ověřovací svítící figurky pro napětí 6 V

Výchozím zapojením je spojení tří žárovek do hvězdy (2, s. 146 nebo 6, s. 59) s uzlem uprostřed. Každou žárovku nahradíme antiparalelním zapojením (8, s. 176) dvou LED svítivých diod. Mezi každou dvojici LED a uzel zapojíme ochranný rezistor o odporu 390 Ω . Celkem potřebujeme 6 LED a 3 rezistory.

Dvojice antiparalelních LED jsou v technické praxi velmi výhodné. Svítící dioda signalizuje směr proudu, pokud svítí obě diody, pak celkový proud protékající obvodem je proud střídavý. Lze tak na první pohled vizuálně rozlišit, zda zdroj napětí je stejnosměrný nebo střídavý. Ochranné rezistory omezují protékající proud.

Výhody LED oproti žárovkám jsou známy: menší potřebný proud, vyšší životnost, vyšší účinnost, menší rozměry, větší spolehlivost, menší cena, odpadá potřeba žárovkových objímek.

Dílčí závěr: Ověřovací svítící figurka s LED diodami je jednoduchým, levným, názorným a motivačním žákovským materiálem didaktickým prostředkem, který lze zhotovit i na kousku papírového kartonu (nebo překližky) jako jednoduchý žákovský výrobek v rámci tvořivých prací (činnostní vyučování).

Žákovské pokusy (modelování situací) se zdroji malého napětí 6V jsou pokusy bezpečné.

Poznámka: Ověřovací figurka s LED je jako celek elektronickým třívývodovým modulem (9 sdružených součástek, které mají celkem 18 vývodů). Sdružování součástek do elektronických modulů vede k zjednodušení elektronických zařízení a zlepšení jejich přehlednosti pro žáky. Je to dalším inovačním trendem (1, s. 83).

3. Inovace demonstrační ověřovací figurky s LED pro napětí 230 V

LED jsou obvykle vyráběny pro proudy do velikosti 20 mA, nelze je přímo připojit ke zdroji napětí 230V, došlo by k okamžitému zničení LED diod. Střídavé proudy je výhodné omezovat pomocí kondenzátorů (s minimálními tepelnými ztrátami). Proto se omezovací kondenzátory v obvodech střídavých proudů často už dlouhodobě používají.

Inspirační zapojení s omezovacími kondenzátory ze starší literatury (viz 7, s. 93; 8, s. 91), z nové literatury (např. 9, s. 30), též i zmínka o kondenzátoru, který tvoří lidské tělo a země (6, s. 79).

Výchozím zapojením pro inovaci figurky je předcházející třívývodový modul ověřovací figurky (6 LED a 3 rezistory). Mezi každou antiparalelní dvojici LED a vývod modulu zapojíme omezovací kondenzátor kapacity 220 nF (napětí 400V). Paralelně ke každému kondenzátoru připojíme vybíjecí rezistor o odporu 270 k Ω . Na konec figurku opatříme průhledným krytem z plexiskla tak, aby spoje mezi součástkami nebyly přístupné dotyku prstem.

Dílčí závěr: Ověřovací figurka s LED na 230 V je jako celek elektronickým třívývodovým modulem (15 sdružených součástek), umožňuje ověřovat obvody s napětím 230 V a názorně demonstrovat problémy spojené s bezpečností práce nejen u světelných a zásuvkových obvodů, ale i dalších elektrických zařízení připojovaných ke zdroji střídavého napětí 230 V. Je tak velmi názorné a důrazně upozorňováno na nebezpečí při obsluze a práci na elektrických zařízeních.

4. Doplnění ověřovací figurky o akustickou indikaci

Ověřovací figurky lze doplnit o akustickou indikaci pomocí piezoměničů. Zapojení s piezoměniči jsou známá a lze je v technické literatuře vyhledat. Upozornění na nebezpečí dotyku na elektrické zařízení je pak důraznější (je nejen světelné, ale i akustické)....(11, 12).

5. Pojmy a jejich didaktická návaznost

Didaktická návaznost pojmů „vodivost lidského těla“ (6, s. 58), „ověřovací figurka“ (6, s. 58), „modelování jednopólového a dvoupólového dotyku“ (6, s. 58), „bezpečnost při obsluze elektrických zařízení“ (6, s. 64), „modelování bezpečnosti a funkce elektrického obvodu“ (6, s. 65), „zkoušečka fáze“ (6, s. 79) je z učebnice (6) zřejmá.

6. Nový pojem „bezpečná fáze“

Pomocí dvou sériově zapojených rezistorů ($2 \times 270 \text{ k}\Omega$), umístěných v průhledné plastové trubičce, lze zavést pojem „bezpečná fáze“. Trubička je na jednom konci opatřena kovovým hrotem (kterým se dotýkáme fázového vodiče, obdobně jako s fázovou zkoušečkou) a na druhém konci vývodem „bezpečné fáze“ pro využití při bezpečných pokusech. Uvedené omezovací rezistory omezí (při napětí 230 V mezi fázovým a nulovým vodičem) elektrický proud na bezpečné hodnoty. Ve smyslu ČSN musí být proud (který by mohl protékat lidským tělem) omezen na hodnotu, která nemůže být nebezpečná nebo citelná. Pro střídavé proudy je doporučená hodnota do 0,5 mA, mezní hodnota do 3,5 mA (13, s. 39).

7. Závěr

Autor příspěvku předkládá pedagogické veřejnosti nové ověřovací figurky s LED i s piezoměniči jako významné, názorné, levné a jednoduché MATERIÁLNÍ DIDAKTICKÉ PROSTŘEDKY, které umožňují modelování života nebezpečných situací při užívání elektrických zařízení (případně při práci na elektrickém zařízení), a to prostředky bezpečné a motivačně důrazné.

Svítilicí a zvuková figurka znázorňuje a modeluje KRAJNÍ HAVARIJNÍ SITUACI, při které může být život člověka velmi rychle ukončen. Bezpečná funkce elektrických zařízení je jejich funkcí PRIORITNÍ.

Didakticky na svítilicí a zvukové ověřovací figurky navazují svítilicí i zvukové tužkové zkoušečky fáze (6, s. 79), které umožňují se bezpečně přesvědčit o beznapěťovém nebo o napěťovém stavu elektrických zařízení. Tím se stávají i TUŽKOVÉ ZKOUŠEČKY FÁZE VÝZNAMNÝM MATERIÁLNÍM DIDAKTICKÝM PROSTŘEDKEM (2, s. 160 – 162; 6, s. 79).

Literatura

- [1] Janda, O.: Modelování života nebezpečných situací při obsluze elektrických zařízení pomocí ověřovací svítící figurky. In.: Zborník príspevkov medzinárodnej vedeckej konferencie „Dnešné trendy inovácií“, Trenčín, 3. -4. 6. 2010. Dubnický technologický inštitút v Dubnici nad Váhom, 201. ISBN 978-80-89400-12-6.
- [2] Janda, O.: Model „svítícího človíčka“. In.: Základy techniky v 8, ročníku ZŠ – učebnice. SPN, Praha 1983.
- [3] Křenek, M.: Elektrotechnická žákovská a demonstrační stavebnice pro 8. ročník ZŠ. In.: Sborník referátů z vědeckého semináře „Otázky polytechnického vzdělávání na základní škole“, Hradec Králové, 30. 10. – 1. 11. 1984. Pedagogická fakulta v Hradci Králové a Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 1984.
- [4] PHYWE – The new comprehensive catalogue, D – 37079 Göttingen, Germany, 2000.
- [5] PHYWE – Gesamtkatalog 2004/2005, D – 37079 Göttingen, Germany, 2004.
- [6] Janda, O.: Elektrotechnika kolem nás. Učebnice pro 6. - 9. ročník základních škol. Fortuna, Praha 2008. ISBN 978-80-7373-031-4.
- [7] Netzbetrieb von Lumineszendioden 220V. In.: Siemens, Halbleiter-Schaltbeispiele 1973/74. Siemens. München 1973.
- [8] Holub, P. – Zíka, J.: Praktická zapojení polovodičových diod a tyristorů. SNTL, Praha 1977.
- [9] Noční světélko LED s automatickým vypnutím. In.: Časopis Praktická elektronika č. 5/2011, s. 30. AMARO, Praha 2011.
- [10] Janda, O.: Elektrotechnická stavebnice (Z3/III.). Komenium, Praha 1989
- [11] Janda, O.: Akustické zkoušečky fáze. In.: Sborník z konference Veletrh nápadů učitelů Fyziky 14. Přírodovědecká fakulta MU, Brno, srpen 2009.
- [12] Janda, O.: Zkoušečky napětí. In.: Sborník příspěvků ze semináře „Jak učím fyziku“. Vlachovice, říjen 2009. ISBN 978-80-7015-005-4.
- [13] Kaláb, P., Steinbauer, M., Veselý, M.: Bezpečnost v elektrotechnice. VUT v Brně-fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Brno 2009. ISBN 978-80-214-3952-8.

Experimenty s digitálními siloměry Vernier

JAKUB JERMÁŘ

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

Abstrakt

V příspěvku jsou představeny aktivity a rychlé demonstrační pokusy s digitálními siloměry Vernier. Důraz je kladen na rychlost, snadnost a přímočarost provedení, aby každý experiment bylo možné zařadit do vyučovací hodiny.

Úvod

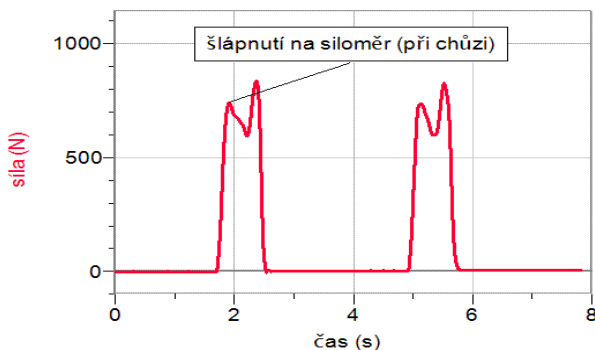
Když se řekne „siloměr“, většina z nás si asi představí klasický pružinový siloměr, který je k dispozici téměř v každém kabinetu fyziky (pokud jej nemáte, návod na jeho vyrobení naleznete například na FyzWebu [1]). Existují však i siloměry digitální. V tomto příspěvku se pokusím na konkrétních experimentech demonstrovat hlavní výhody digitálních siloměrů s připojením k počítači oproti siloměrům klasickým. Budu přitom používat siloměry z experimentálního systému Vernier [2].

Plošný siloměr Vernier FP-BTA

Plošný siloměr Vernier FP-BTA [3] připomíná osobní váhu a lze jej tak i použít. Měří tlakovou (resp. po přichycení rukojetí i tahovou) sílu, mezi přední a zadní (resp. horní a dolní) stěnou siloměru.

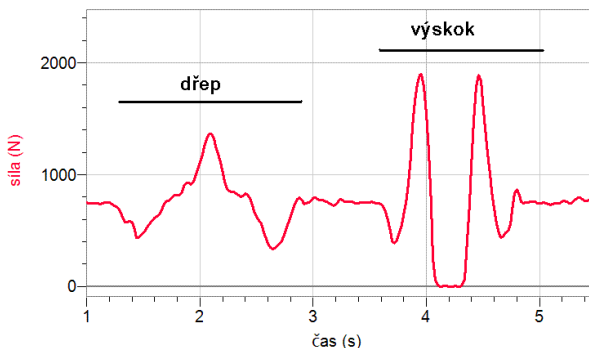
Síla při dřepu a výskoku

Dobrou ukázkou využití tohoto siloměru je změření síly, kterou působím na podložku, když se snažím vyskočit či udělat dřep. Před studenty většinou stavím otázku: „Jak silnou (tedy na jaké zatížení stavěnou) si musím udělat podlahu, aby mne unesla?“. Pro mnohé je pak překvapení, že se svými zhruba 75 kg bych si teoreticky mohl vystačit s podlahou, jež unese něco málo přes 750 N, ovšem jen tehdy, pokud se nebudu hýbat (přesněji zrychlovat ve vertikálním směru). Podívejme se, co se stane, když se po takové podlaze projdu:



Obr. 1 Silové působení na podlahu při chůzi

Z grafu (obr. 1) je patrné, že při chůzi působím na podlahu jen nepatrně větší silou, než je moje tíha. To se ale významně změní, pokud začnu dělat dřepy či si povyskočím:



Obr. 2 Silové působení na podlahu při dřepu a výskoku

Z grafu (obr. 2) je vidět, že při dřepu v některých okamžicích působím na podlahu silou téměř dvojnásobnou, při výskoku a dopadu pak v některých případech až skoro trojnásobnou v porovnání s mojí tíhou.

„Klasický“ siloměr Vernier DFS-BTA

Siloměr Vernier DFS-BTA [4] je opatřen odšroubovatelným háčkem, na nějž lze zavěsit závaží či jím táhnout za úchyt. V dalších experimentech budeme používat právě tento siloměr.



Obr. 3 Digitální siloměr Vernier DFS-BTA

Archimédův zákon

U demonstrace Archimédova zákona využijeme možnosti zobrazovat aktuální hodnotu celé třídy a především zaznamenávat graf naměřených hodnot. Nejprve siloměr připojíme přes rozhraní Vernier Go!Link [5] k počítači s programem Logger Lite. Siloměr přidržíme v poloze háčkem dolů a kliknutím na ikonu přeškrtnuté nuly siloměr vynulujeme. Nyní na něj zavěsíme závaží a spustíme měření. Po několika sekundách pomoříme zavěšené závaží do nádoby s vodou. Jakmile se po 10 sekundách automaticky ukončí sběr dat, roztáhneme graf na celou plochu (ikona „A“, automatické měřítko) a odečteme rozdíl naměřených hodnot před a po ponoření závaží. Jelikož jsou data trochu „zašuměná“, může být rozumné spočítat si průměr z více dat. To lze udělat tak, že označíme část grafu a klikneme na tlačítko „statistika“.

Z naměřených hodnot (průměrná síla před ponořením a při ponoření) nyní dokážeme spočítat objem tělesa (předpokládejme hustotu vody $1\,000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$) a jeho hustotu. Tu můžeme porovnat s tabelovanými hodnotami a určit materiál, z něhož je závaží vyrobeno.

K tomuto experimentu jsou k dispozici pracovní listy [6].

Měření smykového tření

Zavěsíme-li těleso na háček siloměru, snadno zjistíme jeho tíhu. Když pak týmž tělesem smykáme po podlaze (je nutné pohybovat jím rovnoměrně přímočaře), potřebujeme k tomu nějakou sílu rovnou odporové síle, která setrvání tělesa v pohybu brání. Z poměru těchto dvou sil pak spočteme součinitel smykového tření pro konkrétní dvojici těleso-povrch.

Experiment je popsán v článku na FyzWebu [7] a jsou k němu k dispozici pracovní listy [8].

Beztížný stav

Před tímto experimentem je třeba umístit siloměr do vodorovné polohy (s háčkem na boku) a vynulovat jej – zbavíme se tak měřené tíhy háčku, která je sice velice malá, leč nikoli nulová. Následně na háček zavěsíme libovolné závaží (osvědčila se figurka člověka, plyšový medvídek, ale i svazek klíčů), spustíme měření a siloměr se závažím upustíme nad měkkou podložkou – například nad vhodně složeným svetrem. Po dopadu zastavíme měření. Na vykresleném grafu je jasně vidět, že těleso během pádu nepůsobilo tíhou na háček siloměru a ten tak měřil nulovou sílu.

Měření deformací aneb co snese materiál

Další oblastí, kde se nám bude siloměr hodit, je měření deformací a maximálního možného zatížení materiálu. Můžeme například napínat vlas a zjišťovat, při jaké maximální síle dojde k jeho přetržení (článek na FyzWebu [9], pracovní listy [10]), nebo se pokusit meze platnosti Hookeova zákona: při napínání např. měděného drátu by síla napnutí měla být úměrná délce protažení. To snadno ověříme s tenkým měděným drátkem (o průměru 0,1 mm), který budeme konstantní rychlostí natahovat a měřit přitom napínající sílu. Při ověřování Hookeova zákona využijeme k měření kromě siloměru také ultrazvukový detektor polohy, jímž budeme měřit protažení drátu, do grafu se nám pak bude rovnou automaticky vykreslovat závislost síly na protažení drátu.

Měření povrchového napětí vody

V molekulové fyzice využijeme digitální siloměr k rychlému a alespoň přibližnému změření povrchového napětí vody a případně dalších kapalin. Měříme sílu, která je potřeba k odtržení špejle od povrchu kapaliny, tedy nejčastěji od vodní hladiny. Postupovat můžeme opět dle článku na FyzWebu [11], k dispozici jsou i pracovní listy [12].

II. Newtonův zákon

Druhý Newtonův zákon ($F = m \cdot a$) si můžeme ukázat několika způsoby. V prvním případě použijeme dráhu pro mechaniku s vozíky Vernier VDS [13] a k měření zrychlení sonar (zrychlení měří dvojnásobnou derivací naměřené polohy). Obdobně provedený experiment je zpracován ve formě pracovních listů [14]. Druhou možností je použít vedle siloměru přímo akcelerometr, který k siloměru pevně přilepíme izolepou. Oba senzory připojíme přes rozhraní (např. LabQuest Mini [15]), spustíme program Logger Lite, uchopíme siloměr za háček (siloměr s akcelerometrem tak visí pod rukou) a vynulujeme oba sen-

zory, abychom se tak zbavili tíhy a tíhového zrychlení. Spustíme měření a tažením za siloměr nahoru a dolů jej urychlujeme. Na obrazovce pak sledujeme, že působící síla je přímo úměrná měřenému zrychlení. Zvážením slepených senzorů či dalším měřením s přidáváním závaží pak snadno dojdeme ke zjištění, že koeficientem přímé úměrnosti je hmotnost urychlovaného tělesa.

III. Newtonův zákon

Třetí Newtonův zákon snadno ukážeme pomocí dvou siloměrů, jimiž táhneme či tlačíme proti sobě.

Závěr

S digitálními siloměry lze provádět mnoho zajímavých a poučných měření. Z důvodu omezeného času i rozsahu sborníku zde neuvádím všechny, mnohé další naleznete na <http://www.vernier.cz/experimenty> [16].

Literatura

- [1] <http://fyzweb.cz/materialy/sily/obecne/silomer.php>
- [2] <http://www.vernier.cz/produkty/silomery>
- [3] <http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/FP-BTA>
- [4] <http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/DFS-BTA>
- [5] <http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/GO-LINK>
- [6] <http://www.vernier.cz/experimenty/pazdera/2.8/index.php>
- [7] <http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=149>
- [8] <http://www.vernier.cz/experimenty/pazdera/2.5/index.php>
- [9] <http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=140>
- [10] <http://www.vernier.cz/video/co-muze-viset-na-vlasku>
- [11] <http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=144>
- [12] <http://www.vernier.cz/experimenty/pazdera/2.6/index.php>
- [13] <http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/VDS>
- [14] <http://www.vernier.cz/experimenty/pazdera/5.5/index.php>
- [15] <http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/LQ-MINI>
- [16] <http://www.vernier.cz/experimenty>

Stellarium – planetárium ve třídě

JAKUB JERMÁŘ

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

Abstrakt

Cíle příspěvku je představit počítačový program Stellarium a nastínit jeho možné využití při výuce základů astronomie a demonstrace některých fyzikálních dějů ve sluneční soustavě.

Co je to Stellarium

Stellarium je počítačový program fungující pod většinou dnes běžných operačních systémů (Win, Mac OS, Linux), který je k dispozici **zdarma** pod licencí open source. Program je k dispozici i **v české verzi** [1] a existuje i tzv. **portable** varianta [2], kterou není nutné instalovat (lze ji tedy spustit i např. z přenosného disku).

Již v základní verzi program zobrazuje přes 600 000 hvězd, z hlediska pedagoga je však podstatnější, že je zde simulováno (a jde vypnout/zapnout) mnoho jevů, které s pozorováním oblohy souvisejí – pro příklad uveďme zkreslení obrazu sférickým zrcadlem či třeba vliv přízemní mlhy či atmosféry obecně na pozorování.

Základy ovládání

Program lze ovládat jak pomocí myši či jiného polohovacího zařízení (na pravém a dolním okraji obrazovky jsou částečně zajíždějící panely s ikonami), tak i pomocí klávesových zkratk, což se mi při výuce osvědčilo více. Soupis některých užitečných klávesových zkratk je k dispozici v článku na FyzWebu [3].

Co se mi osvědčilo se Stellarium ukazovat

Stellarium jsem používal v hodinách fyzikálního semináře na gymnáziu, osvědčil se mi zejména pro tyto aktivity/demonstrace:

- Ukažte, že Slunce se během roku nachází v různých souhvězdích, což by mělo přibližně korespondovat se znameními zvěrokruhu. Ukažte, že Slunce je v prosinci v souhvězdí Hadonoše.

- Ukažte, jak se souhvězdí "deformují" v čase (při posunu vpřed či vzad o tisíce let) – jak je například viděli v Sumerské říši?
- Ukažte, jak se posouvá severní nebeský pól – ne vždy byla a ne vždy bude hvězda Polárka na severu.
- Ukažte tzv. libraci (kolébání) Měsíce. Jak se mění viditelnost Měsíce během několika dní?
- Ukažte oběhy některých větších měsíců okolo planet Jupiter či Saturn.
- Podívejte se na galaxii M31 v Andromedě, mlhovinu M42 v Orionu, ...
- Podívejte se na některé dvojhvězdy při větším zvětšení: Albireo (β Cyg) v souhvězdí Labutě, ϵ Lyr v Lyře, Mizar (ζ UMa) + Alcor ve Velké medvědici, ...

Literatura

- [1] <http://www.stellarium.org/cs/>
- [2] http://portableapps.com/apps/education/stellarium_portable
- [3] JERMÁŘ, Jakub. Stellarium – planetárium ve třídě. FyzWeb [online]. 2011-01-14, 0, [cit. 2011-09-03]. Dostupný z WWW: <<http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=158>>. ISSN 1803-4179.

Měření setrvačnosti lidského oka

OTA KÉHAR

Fakulta pedagogická ZČU, Plzeň

Příspěvek si klade za cíl představit experiment, jak změřit setrvačnost lidského oka. Úloha vychází z principu skládání barev. Metoda je snadno aplikovatelná i v prostředí školní třídy. Během experimentu lze upozornit, případně v další výuce odkázat, na některé vedlejší jevy (měření magnetické indukce, měření frekvence, zvýšení přesnosti měření). Bude uvedena i alternativní metoda užívající svítivé diody.

Setrvačnost lidského oka

Naše smyslové orgány nepatří zrovna mezi dokonalé měřicí zařízení, přesto jsme na nich závislí a informacemi, které nám o okolním světě přináší, se řídíme a dost často na ně bezmyšlenkovitě spoléháme. Na principu nedokonalosti jsou založeny např. optické klamy. Některé nedokonalosti lidského těla ovšem můžeme s výhodou využít, u lidského oka se jedná zejména o jeho setrvačnost.

Lidské oko neumí zpracovávat spojitý tok světelné informace, od světelného podnětu po vyhodnocení informace nervovým systémem uplyne určitá doba (zpoždění), která činí zhruba jednu šestnáctinu sekundy. Jestliže přijdou do oka světelné podněty v kratším časovém rozmezí, vnímáme sledovanou scénu spojitě, v pohybu. Díky této nedokonalosti si můžeme užívat televizního a filmového světa již od minulého století, kdy pro plynulý pohyb obrazů na filmovém plátně v kině nebo na televizní obrazovce stačilo promítat 24, resp. 25 snímků za sekundu.

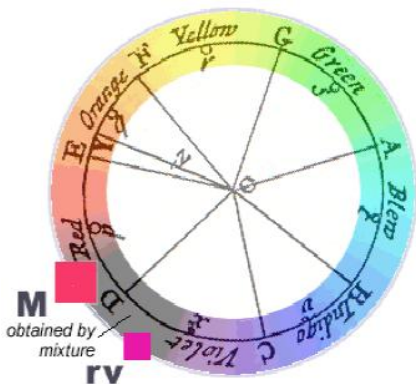
Zpoždění 20 ms je hodnota empirická, která platí pro průměrného člověka. Je různá pro přímý pohled a pro periferní vidění. Pokud se na danou věc podíváme přímo, má mozek tendenci blikání potlačovat, tedy hodnota pro přímý pohled bude jiná než pro pohled nepřímý. Záleží i na intenzitě světla – jasnější objekty se jeví jako méně blikající (setrvačnost fotochemické reakce v oku).

Setrvačnost lidského oka lze relativně snadno demonstrovat i ve třídě. Však i pro tento experiment mi byla inspirací problémová úloha s rybičkou a akváriem aneb jak dostat rybičku do akvária uvedená na metodickém portálu RVP [1]. Zde se užívá vnímání obrazů následujících v rychlém sledu po sobě.

Skládání barev

Ve stručnosti lze říci, že skládání barev aditivním způsobem je založené na tom, že k jednomu barevnému světlu připojíme další barevná světla tak, že výsledné světlo má bohatší spektrální složení než dílčí světlo. Lze jej realizovat subjektivně na sítnici lidského oka a v mozku člověka při současném a rychle se střídajícím působení dvou nebo více barevných světél na totéž místo sítnice. Toho dosáhneme otáčením kruhového kotouče s barevnými výsečemi. Lidské oko není schopno rozlišit jednotlivé barvy ve složeném světle. Již v roce 1665 prováděl Newton pokusy s hranolem a lámáním světla při vzniku barevného spektra. Vynalezl speciální barevný kotouč (Newtonův kotouč), aby ilustroval, jak dochází k míchání barev. Kotouč byl pomalován sadou šesti různých barev (rozlišoval sedm základních barev: červenou, oranžovou, žlutou, zelenou, modrou, indigovou a fialovou), které se opakují čtyřikrát za sebou. Pokud je rychlost otáčení kola větší než 100 otáček

za minutu, nestačí oko sledovat jednotlivé barvy. Mozek místo toho spojí všech šest barev dohromady a vytvoří novou barvu – bílou. Na obr. 1 je originální Newtonův barevný kruh z roku 1704 složený ze spektrálních tónů.



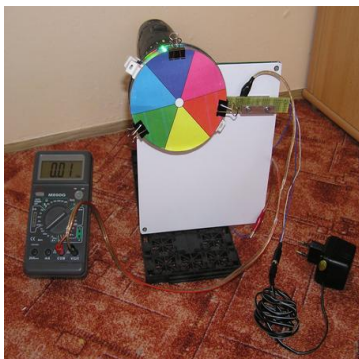
Obr. 1

Experiment 1 – otáčivý kotouč

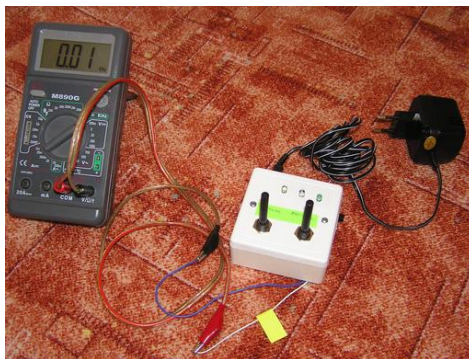
První experiment vychází z otáčivého kotouče využívající princip skládání barev a je doplněn o jednoduché měření otáček. Tím se dají změřit otáčky, při kterých splyne barevný kotouč v jednu barvu a tím ověřit zpoždění způsobující setrvačnost lidského oka, potažmo centrální nervové soustavy.

Měření otáček nebo jejich regulaci lze vyřešit různými způsoby – krokovým motorem, opticky nebo měřením magnetického pole. Já jsem se snažil o co nejjednodušší a zároveň v rámci školy realizovatelné řešení, protože jsem zvolil posledně zmiňovanou možnost – využití magnetického pole. Pro samotné měření magnetického pole vyvolané permanentními magnety jsem použil Hallovu sondu, běžně dostupnou v prodejnách s elektronickými součástky v řádu něko-

lika desetikorun. K sestrojení tohoto experimentu jsou zapotřebí následující pomůcky: 3 ks CD nebo DVD disky, silnější brusný kotouč připojitelný na vrtačku, čtyři magnety na dvířka do skříněk, Hallova sonda, zdroj napájecího napětí, multimetr s možností měření frekvence v řádech desítek Hz, šroubky, matičky, nějaké destičky, akuvrtačka a hlavně šikovné ruce. Výsledkem je přípravek, jehož prototyp poháněný běžnou akuvrtačkou je na obrázku vpravo.



K experimentu 1



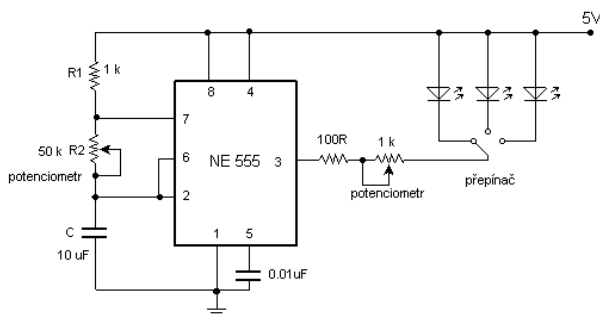
K experimentu 2

Experiment 2 – svítivá dioda

Tento experiment je založen na čistě elektronickém řešení. Základem je generátor obdélníkového signálu, jehož frekvenci lze plynule měnit v rozsahu od jednotek Hz až po stovky Hz. Přesnou hodnotu frekvence, se kterou bliká bílá LED, je nutno měřit externím multimetrem nebo osciloskopem.

Pomocí tohoto přípravku můžeme určit relativně přesně frekvenci, při které je oko ještě schopno vnímat blikání bílé LED. Tuto mezní frekvenci můžeme určit pro přímý pohled na diodu, i pro periferní vidění (na LED se budeme dívat s odklonem 45°). Kromě bílé LED můžeme použít i jinak zabarvenou a tak zjistit závislost barvy na vněm blikání. Je možné měnit intenzitu svitu LED a vynést graf závislosti na intenzitě světla a mezní frekvenci.

Generátor obdélníkového signálu je tvořen známým integrovaným obvodem řady 555 [2], který lze zapojit jako astabilní klopný obvod s regulovatelnou výstupní frekvencí. Regulace frekvence je zajištěna změnou nabíjecího rezistoru, který je tvořen potenciometrem. Intenzita svitu LED je způsobena změnou proudu, který diodou teče.



Vedlejší jevy

Primární zaměření úlohy je nedokonalost lidského oka, změření jeho setrvačnosti využitelné např. v hodině biologie. K tomu je nutné vytvořit výše uvedené přípravky, na kterých lze ovšem demonstrovat velké množství jevů a tím vyřešit otázku mezipředmětových vztahů. U měření otáček se využívá magnetického pole generované permanentními magnety. K samotnému měření je použita Hallova sonda. Výstupem jsou obdélníkové pulsy, jejichž četnost lze měřit čítačem, univerzálním multimetrem či osciloskopem. Při použití svítivé diody lze demonstrovat snadné využití univerzálního obvodu řady 555 a následné měření frekvence, případně úprava intenzity svícení LED. Přesnost měření lze zvýšit např. silnějšími magnety, ty ovšem budou přinášet potíže při roztáčení kotouče, roli bude hrát i odstředivá síla. U čítače znamená zvýšení přesnosti měření delší časovou základnu, ovšem na úkor aktuálnosti daného výsledku.

Výsledky experimentů

Experiment se svítící diodou umožňuje přesnější určení setrvačnosti lidského oka. Měřením dosáhneme frekvence okolo 50 Hz, tzn. čas 20 ms. Tato hodnota je v rozporu s tvrzením, že pro promítání v kině stačí 24 snímků a pro televizní techniku 25 snímků za sekundu. Vjem plynulého jasu vzniká dozníváním na sítnici oka. Je tím dokonalejší, čím vyšší je kmitočet změn světlo-tma. Normálně se promítá 24-25 obrazových polí za sekundu. Kmitočet promítání je zdvojnásobován dalším přerušením světelného toku v době, kdy se film v okeničce promítačky nepohybuje. Tím se dosahuje dvojnásobného počtu obrazových změn, tedy 48 až 50 za sekundu. Každý obrázek na filmu je tak fakticky promítnut dvakrát po sobě. Podobně u televize se vysílají tzv. pulsníky. Televizní formát PAL má 50 pulsníků, tedy 25 celých snímků za sekundu (50 Hz).

Co napsat závěrem?

Studenty je vhodné při hodině fyziky zaujmout, doplnit výklad názornými a poutavými experimenty, zejména pokud je lze navázat na další obory. Můj příspěvek se o to pokusil, kdy lze spojit dohromady oko jako optický systém, odstředivou sílu, magnetické pole, měření otáček nebo generátor pulsů. Tzn. lze zabrousit do oblastí biologie, elektroniky nebo i výpočetní techniky.

Literatura

- [1] REICHL, J. *Nedokonalost lidského oka*. Metodický portál: Články [online]. 18. 12. 2007, [cit. 2011-08-30]. Dostupný z <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/g/1768/NEDOKONALOST-LIDSKEHO-OKA.html>.
- [2] Katalogové listy obvodu NE555.

Využití katalogů astronomických objektů ve výuce

OTA KÉHAR

Fakulta pedagogická ZČU, Plzeň

Ve svém příspěvku se zabývám možnostmi, jak využít katalogy astronomických objektů ve výuce. Kladl jsem důraz na zapojení žáků do praktických činností, takže výsledkem mé práce jsou pracovní listy – hledání nejjasnějších hvězd na obloze a sestavení HR diagramů. Pracovní listy, které jsem vyzkoušel na vzorku žáků středních škol a studentů vysokých škol, obsahují rámcový postup při vypracování úlohy, přičemž jsou doplněny o dílčí otázky, které prohlubují znalosti žáků, a pro učitele představují zpětnou vazbu.

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 ne přímo 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 uvažujeme 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 tisíciny 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 planetáriem (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-Russellův 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 sestavení bodového grafu). Při analýze výsledků studenti narazí na výběrový efekt. Úlohu lze rozdělit na dvě části. Při sestavování 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).

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 vypočítal 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 dovoluje 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 hodina 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 ji 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 2. 9. 2011]. Dostupné z <<http://astronomia.zcu.cz>>
- [2] KÉHAR, O. *Využití katalogů astronomických objektů ve výuce*. Plzeň, 2011. Rigorózní práce na Fakultě pedagogické Západočeské univerzity.

Pouťový balónek v hodinách fyziky

ZDEŇKA KIELBUSOVÁ

Fakulta pedagogická ZČU, Plzeň

Příspěvek ukáže několik zajímavých využití pouťových balónků v hodinách fyziky .

Pouťové balónky jsou ideální učební pomůckou, levnou a snadno dostupnou, protože ji koupíte v každém hračkářství. Pouťové balónky uplatníme nejen při vysvětlování mechaniky a dynamiky plynů, ale také akustiky, mechaniky tuhého tělesa, elektrostatiky a dokonce i molekulové fyziky.

Původně jsem vystudovala učitelství s aprobací fyzika-chemie, nemohu si proto odpustit zařazení několika experimentů s mezioborovými vazbami.

Jak chemickou cestou připravit přetlak



Obr. 1 Průběh experimentu

Pomůcky:

pouťový balónek, skleněná láhev, jedlá soda (NaHCO_3), ocet (CH_3COOH), menší kádinka

Provedení:

Připravíme si pouťový balónek, abychom ho měli ihned po ruce. Na dno skleněné láhve vysypeme jedlou sodu (NaHCO_3), cca 1–2 čajové lžičky. Otevřeme ocet a nalijeme jej na tuto jedlou sodu a okamžitě navlékneme balónek na hrdlo skleněné láhve. Balónek se začne rychle nafukovat.

Vysvětlení:

Chemickou reakcí jedlé sody a octu dojde ke vzniku octanu sodného a velkého množství oxidu uhličitého:
$$\text{NaHCO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$$

Při vývoji oxidu uhličitého se zvyšuje uvnitř láhve tlak, který nafukuje pouťový balónek. Tlak uvnitř láhve je větší než tlak atmosférický.

Jak vytvořit podtlak chemickou cestou

Pomůcky

poutový balónek, sklenička, 20 % roztok NaOH, sifonová láhev s CO₂

Provedení:

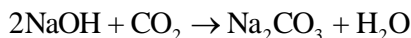


Obr. 2 Podtlak ve skleničce

Do prázdné sifonové láhve vypustíme bombičku se stlačeným CO₂. Na dno skleničky umístíme 1–2 cm 20 % roztoku hydroxidu sodného (NaOH) a na něj napustíme ze sifonové láhve oxid uhličitý (CO₂). Nafouknutý poutový balónek přitiskneme k hrdlu skleničky a jemně ji potřásneme. Stěna balónku se „vcucne“ do skleničky. Zvedneme-li balónek, zvedneme i přísátou skleničku. Pomalu pustíme skleničku, ta zůstane viset na balónku.

Vysvětlení:

Reakcí oxidu uhličitého s hydroxidem sodným vznikne soda.



Touto reakcí se snížilo množství CO₂ ve sklenici oproti začátku experimentu. Tlak uvnitř skleničky je nižší než vnější

(atmosférický) tlak a proto sklenička drží na balónku.

Kdo s koho

Pomůcky:

2 stejné poutové balóny, zápalky nebo zapalovač, svíčky, voda

Provedení:

Jeden balónek nafoukneme a zauzlujeme jej. Do druhého balónku nalijeme trochu vody a nafoukneme jej tak, aby byl stejně veliký jako první balónek. Oba balóny umístíme nad plamen svíčky. Po malé chvíli jeden z balónků praskne.

Vysvětlení:

Praskl pouťový balónek, který byl pouze nafouklý a neobsahoval vodu, protože část balónku, která se nacházela těsně nad svíčkou, se propálila. Balónek, který obsahoval trochu vody, nepraskl, protože voda odebírala teplo z blány balónku a ta se neohřála na dostatečnou teplotu, aby se propálila. Z vnějšku je balónek zahříván, ale zevnitřku je ochlazován vodou.



Obr. 3 Nehořlavý balónek



Obr. 4 Pepř na balónku

Zahrajeme si na Popelku

Pomůcky:

pouťový balónek, hrubší sůl, pepř, talířek, papírový kapesník nebo kousek kožešiny

Provedení:

Na talířek nasypeme hrubší sůl společně s pepřem a promícháme. Pouťový balónek nafoukneme a zavážeme. Elektřujeme nafouknutý balónek papírovým kapesníkem nebo kouskem kožešiny. Zelektrovaný balónek přiblížíme k talířku se směsí soli a pepře. Částičky pepře jsou přitahovány k zelektrovanému balónku. Na talířku nám po chvilce zbude pouze hrubší sůl.

Vysvětlení:

Elektrovaný balónek má kladný náboj a přitáhne k sobě lehoučké částice pepře snáze než částice soli.

Balónky a tekutý dusík

Obr. 5 Vyndávání balónků z tekutého dusíku

Pomůcky:

poutové balónky, Dewarova nádoba s tekutým dusíkem, chemické kleště, nerezová podložka, nádoba na tekutý dusík

Provedení:

Poutové balónky nafoukneme a položíme na nerezovou podložku. Tekutý dusík nalijeme do připravené polystyrénové nádoby. Jednotlivé balónky postupně noříme do tekutého dusíku. Po chvíli je pomocí chemických kleští postupně vyjímáme zpět a pozorujeme, že jsou úplně splasklé.

Vysvětlení:

Tekutý dusík má teplotu $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vložením nafouknutého poutového balónku do tekutého dusíku jej prudce zchladíme a objem vzduchu uvnitř poutového balónku se prudce zmenší.

Tipy:

Tento experiment můžeme provést jako malé kouzlo. Ponoříme do nádoby s tekutým dusíkem několik balónků předem v ústraní kabinetu. Při vlastní prezentaci experimentu před žáky ponoříme do nádoby jeden či dva balónky. Je-

jich otevřená ústa jsou nám největší odměnou, když pak z nádoby taháme balónek jako králíky z klobouku.

Hezká hračka nakonec



Obr. 6 Hračka

U experimentů s poutčovými balónky si ještě dovoluji poukázat na jednu velice pěknou hračku, která se jmenuje FunHeliBalloon. Jedná se o vrtulku, poháněnou vzduchem unikajícím z balónek. Součástí hračky je fíkačka, kterou unikající vzduch rozeznívá. Zní legračně a je schopna vyletět do výše sedmi metrů.

Na úplný závěr ještě poznamenám, že experimenty uvedené v tomto článku (prezentované na veletrhu) jsou pouze výběrem z mnoha, které ve svých hodinách používám. Soustavně se snažím o to, aby se výuka fyziky stala zábavnější a atraktivnější pro učitele i žáky.

Literatura

[1] KIELBUSOVÁ, Zdeňka. *Motivace a aktivizace žáků ve výuce fyziky – Experimenty s plyny*. Plzeň, 2009. 180 s. Rigorózní práce. Západočeská univerzita v Plzni, FPE, katedra obecné fyziky.

Efektivní hlasování ve výuce

JANA KONČELOVÁ

Přírodovědecká fakulta UJEP, Ústí nad Labem

Jakým způsobem lze v současné době využívat hlasovací zařízení ve výuce? Jak dlouhá byla cesta ke vzniku prvních efektivních vyučovacích metod a jak takové metody správně zařadit do výuky? Na tyto i další otázky odpoví následující článek.

Historie používání hlasovacích zařízení ve výuce

Myšlenka používání hlasovacích zařízení ve výuce je v současné době více než 60 let stará. Za tuto dobu se ze složitých systémů stala kapesní zařízení, podobná menším televizním ovladačům nebo mobilním telefonům.



Současné hlasovací zařízení

Voltmetry, které zobrazovaly, kolik studentů zvolilo jakou z nabízených odpovědí, byly nahrazeny osobními počítači a interaktivními tabulemi a desítky metrů vodičů vystřídali infračervené vlny a Bluetooth. Cíl, co nejvíce zefektivnit výuku, ale zůstává stále stejný. Podařilo se vyučujícím za více než šedesát let tohoto cíle dosáhnout? Průzkumy ukazují, že v některých případech tomu tak skutečně je. Ne vždy k takovému úspěchu ale vedla přímá cesta.

Od „pravěku“ hlasování

Ve čtyřicátých letech minulého století se hlasovací zařízení používají ve školách jen velmi zřídka. Zařízení nejsou spolehlivá, ale studenty jejich používání baví. V šedesátých letech už se zařízení používají ve větším rozsahu a kromě sledování obliby u studentů se začínají objevovat i první systematické didaktické výzkumy. Postoje studentů k hlasovacím zařízením jsou stále kladné, ale výzkumy popisující efektivitu metody ukazují, že s použitím hlasovacích zařízení vyučující nedosahují statisticky významně lepších výsledků, než vyučující v běžných hodinách. Zároveň jejich práci komplikuje vysoká nespolehlivost a poruchovost systémů. V této době je velkým negativem i vysoká pořizovací

cena. Přírozeným vyústěním těchto negativ je fakt, že se až na některé výjimky od používání hlasovacích zařízení v průběhu sedmdesátých let úplně upustilo. [1], [2], [3].

„Renesance“ v podobě systému ClassTalk

V polovině osmdesátých let se nezávisle na předchozím vývoji opět vynořila myšlenka zařadit hlasovací zařízení do výuky. Tentokrát to bylo v Christopher Newport University (Virginia, USA), kde Luis Abrahamson spolu se svými kolegy Fredem Hartlinem a Miltonem Fabertem navrhli prototyp hlasovacího zařízení ClassTalk. Sám Luis Abrahamson z tohoto kroku říká: „Kdybychom já, nebo moji kolegové, věděli o neúspěších z předchozích let již před začátkem našeho experimentu, nejspíš bychom nikdy vůbec žádný hlasovací systém nepostavili a nedělali bychom si starosti s jeho zapojováním do učebny.“ [3]. Kvůli omezenému množství financí, které měli na realizaci svého plánu k dispozici, museli kolegové slevit ze svých požadavků. Původně chtěli pro každého studenta jedno hlasovací zařízení. Nakonec ale byli nuceni do auly s kapacitou 200 studentů nainstalovat pouze 64 hlasovacích zařízení. Jak se později ukázalo, právě tento finanční nedostatek přispěl ke zrodu nové a velmi efektivní vyučovací metody. Při používání systému ClassTalk bylo nutné, aby s použitím jednoho hlasovacího zařízení odpovídali postupně až 4 studenti. Studenti tedy vytvářeli malé skupiny, ve kterých si zařízení posílali. Postupně o svých odpovědích začali diskutovat a tak vzniklo první hlasování spojené se skupinovou prací. Učitelé, vyučující tímto způsobem, zaznamenali u studentů obrovský nárůst úspěšnosti v oblasti pochopení látky.

Tento stručný přehled nastiňuje, že ne každé používání hlasovacích zařízení vede k našemu cíli, tedy k zefektivnění výuky. Podobně je tomu i v následující ukázce: „Profesor psychologie zakázal, z důvodů známých jen jemu, svým studentům na hodinách mluvit. Aby zabránil porušování tohoto zákazu, rozmístil 30 studentů do auly pro 200 lidí. Studenti v průběhu hodiny dostávali velké množství otázek na faktické znalosti a definice, na které odpovídali pomocí elektronického hlasovacího zařízení.

Výsledkem používání hlasovacího zařízení bylo, že studenti nesnášeli předmět, hlasovací zařízení i učitele a ve studiu byli neúspěšní. Profesor se slovy: „... tohle není nic pro mě ...“ odmítl nadále s hlasovacím zařízením pracovat.“ [3]

Aktivity a vyučovací metody spojené s hlasovacím zařízením

Je spousta možností, jak hlasovací zařízení využívat v hodinách. Níže jsou nastíněny některé z nich. Vždy je uveden název a stručný popis aktivity nebo vyučovací metody.

Přehled aktivit vhodných pro používání hlasovacích zařízení:

- *Prezence*: využití zařízení pro kontrolu docházky
- *Celkové hodnocení*: kvízy a známkové testy, hlasovací zařízení usnadní tak práci učitele s opravou a vyhodnocováním testů
- *Průběžné hodnocení*: odpovídání na otázky v průběhu hodiny, učitel může upravovat výklad podle potřeb studentů
- *Kontrola domácích úkolů*: na začátku hodiny studenti odpoví na otázky týkající se domácího úkolu
- *Zahřívací otázka před diskuzí*: student získá úvahou nad otázkou čas, rozmyslí si svůj postoj k problematice, diskuze se pak účastní více studentů
- *Monitorování*: otázky zaměřené například na průběh domácí práce studenta, v jaké fázi se nachází v přípravě na seminární práci, kolik času věnuje přípravě
- *Vzájemné hodnocení*: studenti anonymně hodnotí práci ostatních, zkoušení, přednes referátu, rozvíjí se tak kritické myšlení

Přehled rozvinutých didaktických metod:

- *Učíme se navzájem (Peer Instruction)*: propojení odpovídání na otázku a diskuze v malé skupině, kde se vrstevníci vzájemně učí
- *Řízené vyučování (Contingent Teaching)*: okamžitá zpětná vazba pro učitele, v průběhu přednášky pokládá otázky, studenti odpovídají. Ukáží tím, zda látku pochopili a zda učitel může pokračovat ve výkladu
- *Metoda opakované otázky (Repeated Questions Technique)*: učitel pokládá stejnou otázku několikrát, po každé odpovědi formou hlasování přichází aktivita, která vede studenty k přesnější odpovědi (diskuze, videonahrávka, výklad, pokus)
- *Otázkami řízené vyučování (Question-Driven Instruction)*: didakticky nejpropracovanější metoda, kombinuje Peer Instruction a Contingent

Teaching, učí studenty posuzovat, diskutovat nebo předpokládat výsledky dějů

- *Metoda vlastní cesty ("Choose Your Own Adventure" Classes)*: učitel přináší problém s několika způsoby řešení, studenti vybírají nejvhodnější a vytváří vlastní řešení
- *Metoda zpětného kanálu (Backchannel)*: používá se při výkladu obtížné látky na monitorování postoje studenta k výkladu, například A – výkladu rozumím a nemám otázky, E – výklad už mi vůbec není jasný (Likertova stupnice)

Metoda Peer Instruction

Metodu Peer Instruction začal vytvářet pro svou potřebu Eric Mazur (Univerzita Harvard, USA) v devadesátých letech minulého století poté, co jeho studenti neuspěli v testech Force Concept Inventory (FCI). Rozhodl se kompletně přebudovat svou dosavadní výuku. Využil úspěchu kolegů s použitím hlasovacích zařízení při skupinové práci a začal si vytvářet otázky podobné otázkám z testu FCI, tedy otázky s volbou z několika odpovědí, které se zaměřují na pochopení základních představ. Takovou otázku nazývá concepttest. Své přednášky dělí do bloků, každý blok se týká zavedení jednoho nového pojmu. Nejdůležitějším bodem bloku je diskuze v malých skupinách 3-4 studentů, při kterých se studenti navzájem učí. Z této diskuze získala metoda i svůj název Peer Instruction (peer česky znamená vrstevník), česky by se tedy metoda mohla jmenovat Učíme se navzájem.

Na začátku každého bloku metody Peer Instruction má učitel krátký výklad k novému pojmu (maximálně 7 minut). Poté zobrazí concepttest s výběrem z několika odpovědí. Následuje první hlasování. Při něm si každý ze studentů rozmyslí odpověď a hlasuje pro možnost, která je podle něj správná. Pokud je počet správných odpovědí odpovídající, pokračuje se v metodě k diskuzi. Rozložení odpovědí je v tuto chvíli jen informace pro učitele, studenti ji nesmí znát. Nastává diskuze. V tuto chvíli se každý ze studentů stává učitelem svým třem spolužákům. Navzájem si vysvětlují, jakou odpověď zvolili a co je k tomu vedlo. Studenti většinou používají méně odborný jazyk než učitel, dokáží ostatním vysvětlit problém tak, jak ho sami pochopili a v diskuzi získají čas, aby si otázku znovu rozmysleli. To vše vede k lepšímu porozumění danému pojmu. Navíc se studenti v průběhu diskuze zdokonalují v argumentaci a vyjadřování a při výkladu látky ostatním si své vědomosti zároveň upevňují. Při správném používání metody se při druhém odpovídání na stejnou otázku většinou přikloní

ke správné odpovědi více studentů, než tomu bylo při prvním hlasování. Poté následuje závěrečné vysvětlení správného řešení, končí blok a přechází se k novému pojmu. Při diskusi by učitel neměl výrazně zasahovat do práce studentů. Může sledovat diskusi, pozorovat jakým způsobem studenti uvažují, může je nasměrovat správným směrem, ale nikdy jim nesmí prozradit správné řešení.

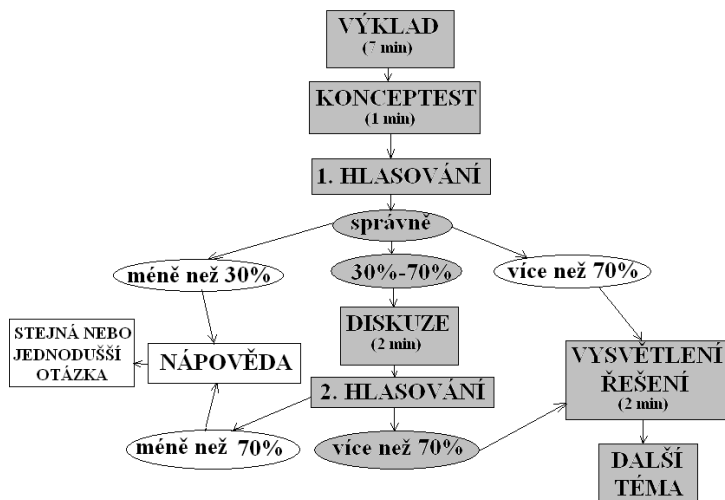
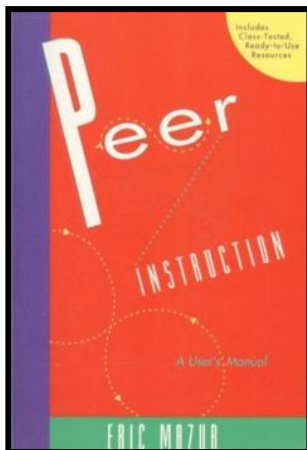


Schéma průběhu jednoho bloku v metodě Peer Instruction

Pro tuto metodu nelze použít libovolnou otázku, která má na výběr několik odpovědí. Eric Mazur vytváří své konceptesty již několik let, prověřuje je ve výuce a ke své další práci používá jen ty otázky, které skutečně v metodě vedou k lepšímu porozumění. Takové otázky vydal ve své knize Peer Instruction: A User's Manual [4]. Kniha obsahuje celkem 243 konceptestů s výběrem z více než 900 odpovědí z 19 oblastí fyziky.

Hlasovací zařízení není moderní zázrak současnosti, který učitelům sám o sobě zaručí kvalitní výuku. Ale je to prostředek, který ve spojení s ověřenými vyučovacími metodami může vést k lepšímu porozumění látce.



Peer Instruction: A User's Manual

Literatura

- [1] DRAPER, S. *EVS technologies, alternatives, vendors* [online]. Poslední revize 25 June 2010 [cit. 2011-07-16].
<<http://www.psy.gla.ac.uk/~steve/ilig/tech.html#history>>.
- [2] JUDSON, E., SAWADA, D. Learning from Past and Present: Electronic Response Systems in College Lecture Halls, *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 2002, Vol. 21, No. 2, pp. 167-181. ISSN: 0731-9258.
- [3] ABRAHAMSON, L. A Brief History of Networked classroom, In BANKS, D. A. (ed.), *Audience Response Systems in Higher Education: Applications and Cases*. 2006 Hershey (USA), London (UK). Information Science Publishing, 405 p., ISBN: 978-1591409472. Chapter I. pp. 1-25.
- [4] MAZUR, E. *Peer Instruction: A User's Manual*. Prentice Hall. 1997. 253 p., ISBN: 978-0135654415.

Dva experimenty s magnetickým polem (+ 1 jako bonus)

VĚRA KOUDELKOVÁ, LEOŠ DVOŘÁK

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

Abstrakt

Příspěvek představí tři experimenty z magnetismu vhodné pro studenty středních škol. První z nich se týká jednoduché a přitom jednoznačné demonstrace vlastností diamagnetických a paramagnetických látek, druhý demonstruje ne zcela tradiční transformátor. Třetí, bonusový experiment, ukazuje chování magnetického obvodu transformátoru.

Diamagnetismus a paramagnetismus názorně

K obvyklému experimentu, kterým jsou demonstrovány diamagnetické a paramagnetické vlastnosti látek, se využívá torzní vahadlo – na jedné straně je zavěšen vzorek diamagnetika (obvykle zkumavka s vodou), na druhé straně vzorek paramagnetika (často modrá skalice). Pokud ke vzorku přiblížíme magnet, vahadlo se lehce natočí od magnetu (pro diamagnetikum), resp. k magnetu (pro paramagnetikum).

Dostupnost neodymových magnetů nám umožňuje demonstrovat dia- a paramagnetické vlastnosti látek i názorněji. Uspořádání experimentu je vidět na obrázku 1. Vzorek látky je umístěn na neferomagnetickém stojánku na vahách s citlivostí alespoň 0,05 g. Pokud ke vzorku přiblížíme seshora silnější neodymový magnet, váhy ukáží výchylku – měří odpudivou / přitažlivou sílu mezi magnetem a vzorkem.



Obr. 1 Schéma demonstrace dia- a paramagnetismu

Originální článek, popisující prezentovaný experiment s diamagnetikem byl publikován v časopise Physics Teacher v roce 1997 (viz [1]). Tento experiment byl prezentován na Veletrhu 2008, jako diamagnetikum byl použit bismut (viz

[2]). K dispozici jsme měli vzorek o hmotnosti 90 g, výchylna na vahách dosáhla hodnoty až 0,14 g, což odpovídá odpudivé síle 1,4 mN.

Co však použít jako paramagnetikum? Mezi silná paramagnetika patří podle tabulek např. mangan, platina nebo chrom. Asi nejdostupnější by v kabinetech biologie či chemie mohl být vzorek chromu. V našem případě jsme měli k dispozici kus o hmotnosti 515 g, na vahách jsme dosáhli výchylny až -0,36 g, což odpovídá přitažlivé síle 3,6 mN.

Nevýhodou tohoto experimentu je potřeba dostatečně silného diamagnetika/paramagnetika – např. voda je přibližně 20× slabší diamagnetikum než bismut, pro demonstraci jejích diamagnetických vlastností by proto byly potřeba váhy s citlivostí alespoň 1 mg.

Video s celým experimentem je k dispozici na adrese [3].

Transformátor netradičně

Motivací k experimentu byla otázka, zda lze k demonstraci principu transformátoru použít i něco zajímavějšího než harmonické napětí a zda lze k přenosu signálu použít i něco jiného než dráty. Cílem experimentu je proto „transformovat hudbu pomocí prstů“, tedy využít prsty jako jeden závit transformátoru.

Uspořádání experimentu je vidět na obr. 2. Zvuk z přehrávače je přes zesilovač veden do primární cívky (osvědčila se buď cívka 300 závitů, nebo cívka 60 závitů s přidaným rezistorem). Sekundární cívku tvoří jeden závit drátu. Transformovaný signál je veden přímo do reproduktoru nebo je nahrán do notebooku.



Obr. 2 Uspořádání experimentu „Netradiční transformátor“

Se studenty lze diskutovat závislost intenzity zvuku na počtu závitů sekundární cívky – s více závity hlasitost hudby výrazně roste. S pokročilejšími studenty se dá diskutovat i o vhodném počtu závitů primární cívky (a o její impedanci).

Místo sekundárního závitu je možné použít prsty. Výstupní signál pak vedeme do notebooku buď přímo, nebo přes jednoduchý předzesilovač. (Připojíme-li prsty přímo k reproduktoru, neuslyšíme nic, protože odpor prstů je příliš velký.) I v případě, že signál zesílujeme notebookem, je vhodné zmenšit přechodový odpor mezi prsty a drátem – prsty namočit, obalit alobalem apod. Signál je samozřejmě slabý, ale přesto zřetelný.

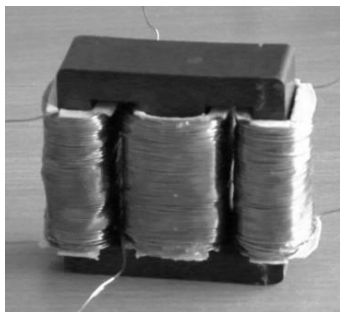
Podivný transformátor

...aneb lze ovládat žárovku z elektricky odděleného obvodu?

Pozn. Originální článek, z kterého tento experiment vychází, byl publikován v časopise *American Journal of Physics* v roce 1995 (viz [4]).

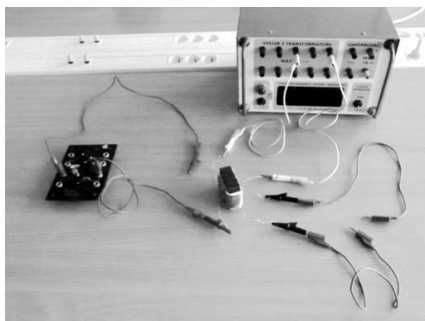
Popis experimentu

Hlavní součástí experimentu je transformátor s jedním primárním vinutím a dvěma sekundárními – pro jeho výrobu bylo použito jádro EE s největším rozměrem 55 mm. Všechna vinutí mají přibližně 360 závitů; jsou vinuta smaltovaným drátem o průměru 0,5 mm. Vzhledem k tomu, že prostřední (primární) sloupek má dvojnásobný průřez než oba krajní, jedná se o transformátor v poměru 1:1 (obr 3).



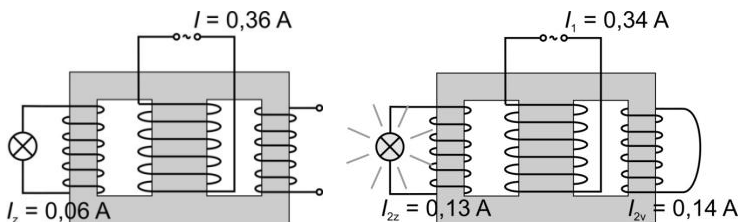
Obr. 3 Prostřední vinutí je primární, obě krajní vinutí jsou sekundární

Primární strana transformátoru je napájena střídavým napětím 4 V. K jedné sekundární je připojena žárovka 3,5 V/0,2 A, význam druhé sekundární strany ukážeme v dále popsaném pokusu. Celkové uspořádání experimentu je vidět na obrázku 4. Prostřední vodiče patří k primární straně transformátoru, nalevo je sekundární strana žárovky, napravo je druhá sekundární strana.



Obr. 4 Uspořádání experimentu „Podivný transformátor“

Pokud přívody k druhé sekundární straně necháme rozpojené, tj. tato sekundární strana transformátoru je tzv. ve stavu naprázdno, žárovka nesvítí, maximálně lehce žhne. Pokud ale druhou sekundární stranu zkratujeme, žárovka se rozsvítí naplno. Druhá sekundární strana tedy slouží jako „vypínač“ žárovky, přestože oba sekundáře jsou galvanicky zcela odděleny a na primár přivádíme stále stejné napětí. Proudy, které v obou případech obvody tečou, jsou naznačeny na obr. 5.



Obr. 5 a) vypínač je rozpojený, žárovka nesvítí, b) vypínač je zkratovaný, žárovka svítí

Samozřejmá otázka pro studenty je, jak je možné ovládat jas žárovky (a tedy proud, který žárovkou teče) z elektricky zcela odděleného obvodu.

Vysvětlení

Otázka je záměrně trochu manipulativní – obvod vypínače a žárovky jsou sice elektricky oddělené, ale magneticky spojené pomocí jádra. K vysvětlení pomůžte uvědomit si chování magnetického obvodu transformátoru.

Obě sekundární strany jádra si lze představit jako paralelní části obvodu, primární strana slouží jako „zdroj“. Místo elektrického proudu „teče“ tímto obvodem magnetický indukční tok.

Je-li „vypínač“ rozpojen, není zde nic, co by působilo proti magnetickému indukčnímu toku, větev si proto lze představit jako „zkratovanou“. Naopak ve větvi žárovky vytváří cívka magnetický indukční tok proti primárnímu toku, v analogii s elektrickým obvodem je zde proto nějaký odpor. Z tohoto důvodu teče většina magnetického indukčního toku „vypínačovou“ stranou.

Pokud „vypínač“ sepneme, výrazně zvětšíme „odpor“ této větve, většina magnetického indukčního toku tedy poteče větví žárovky – což samozřejmě znamená zvětšení indukovaného napětí a proudu ve vinutí této strany transformátoru a tedy větší proud tekoucí žárovkou.

Ve vysvětlení jsou z důvodu větší srozumitelnosti záměrně určité nepřesnosti ve vyjádření. Matematické řešení tohoto problému je částečně uvedeno ve [4], v češtině bude ve vhodné podobě publikováno jinde.

Komentář

Experiment může být vhodný jako problémová úloha pro pokročilejší studenty středních škol případně pro studenty úvodních kurzů vysokých škol. Rozmyslet si jeho vysvětlení může být užitečné i pro učitele z praxe.

Závěr

Budete-li mít jakékoliv otázky či komentáře k výše uvedeným experimentům, dejte mi prosím vědět na adresu vera.koudelkova@mff.cuni.cz.

Příspěvek byl podpořen grantem FRVŠ 1120/2011.

Literatura

- [1] Willems, P. L.: *Demonstrating Diamagnetism*, Phys. Teach. 35, 463 (November 1997)
- [2] Koudelková, V.: Několik netradičních pokusů z magnetismu. Veletrh nápadů učitelů fyziky 13, sborník z konference. Ed. Rauner, K. Plzeň, 2008. str. 173-177
- [3] Diamagnetismus a paramagnetismus. [online]. [cit. 9. 9. 2011]. Dostupné online: <http://www.youtube.com/watch?v=-SN3p--XmEA>
- [4] Vanderkooy, J., Lowe, J.: A magnetic circuit demonstration, Am. J. Phys. 63, 6 (June 1995)

Pár věcí z tábora, tentokrát na téma Není malých úkolů, jsou jen různá měřítka

VĚRA KOUDELKOVÁ¹, ZDENĚK POLÁK², JAROSLAV REICHL³

KDF MFF UK¹, Jiráskovo gymnázium Náchod², SPŠST Panská Praha³

V příspěvku jsou popsány nejzajímavější projekty zpracované účastníky Soustředění mladých fyziků a matematiků v Nekoři v Orlických horách v termínu 30. 7. 2011 – 13. 8. 2011. Konkrétně se jedná o projekty: Přechlazené kapaliny, Detektory záření, Malé síly a levitace, Fyzikální fotografie a Kreslení světlem a Jak inteligentně počítat velká množství.

Pár slov o táboře

Hlavní součástí odborného programu je vlastní práce účastníků na projektech, během kterých studenti (v obvykle dvoučlenných) skupinkách pod vedením konzultanta zpracovávají vybrané téma. Výsledky své práce „obhajují“ uprostřed tábora před „komisí“ a na konci tábora prezentují na závěrečné konferenci. Mezi další součástí odborného programu patří každodenní kurzy matematiky a fyziky a přednášky zvaných lektorů z MFF UK, AV ČR i odjinud.

Nedílnou součástí tábora je i mimoodborný program. Další podrobnosti o programu tábora lze najít na jeho webových stránkách [1], případně ve sbornících minulých Veletrhů nápadů (např. [2]).

Projekty

Odborný program byl v letošním roce zastřešen tématem „Není malých úkolů, jsou jen různá měřítka“ s podtitulem „Mikro a makro“. Účastníci si z nabídky více než třiceti projektů vybrali následující (tučně vyznačené projekty jsou podrobněji popsány dále):

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| • Přechlazené kapaliny | • Tvořiče zvuku |
| • Časosběrné snímky | • Krystalová zahrádka I a II |
| • Detektory záření | • Budiž teplo |
| • Měření rychlostí a vzdáleností | • Subjektivní vnímání člověka |

- **Malé síly a levitace**
- Konstrukce mostu z papíru
- Magnetické pole Země
- Fyzika v hudbě
- Energie ze Slunce
- Jakou barvu mají rostliny nejraději?
- Vibrační šváb
- **Fyzikální fotografie a Kreslení světlem**
- Jak vyrobit co nejmenší kapku
- **Jak inteligentně počítat velká množství**
- Chodící šváb

Následující popisy vybraných projektů vycházejí z dokumentace zpracované účastníky. Kompletní dokumentace některých projektů je spolu s fotografiemi dostupná na webových stránkách tábora ([1]).

Přechlazené kapaliny

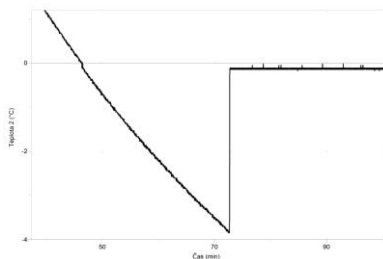
Projekt byl zaměřený na zkoumání vlastností přechlazených (podchlazených) kapalin, možnosti podchlazení kapalin (voda a pentahydrát thiosíranu sodného) na teplotu nižší, než je teplota tání za daného tlaku, a na praktické využití těchto kapalin při výrobě tzv. hřejivých polštářků. Aby se kapalina mohla do přechlazeného stavu dostat, nesmí obsahovat nečistoty a musí být v co největším klidu.

Řešitelé projektu nejprve prozkoumali možnosti podchlazení vody. K tomu, aby mohli zkoumat průběžný stav ochlazované kapaliny, si sestrojili z polystyrenu a igelitového pytle vlastní mrazicí box. Do něj umístili nádoby s vodou a kolem nich nasypali led. Pro dosažení co nejnižší teploty led posypali kuchyňskou solí. Směs ledu se solí má totiž nižší teplotu tání, než samotný led, a proto ochlazovaná voda může dosáhnout nižší teploty.

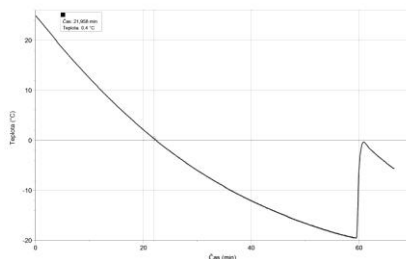
Po několika neúspěšných pokusech s čistou vodou i s vodou s různou koncentrací soli se podařilo čistou vodu podchladiť o přibližně 4 °C. Toto měření prováděli řešitelé projektu s využitím teploměru a dataloggeru firmy Vernier. Na obrázku 1 je zobrazena část grafu závislosti teploty vody na čase, z níž je vidět podchlazení vody a následný prudký nárůst její teploty při téměř okamžitém ztuhnutí.

Experimentů s thiosíranem sodným bylo také několik. Tato látka má teplotu tání (resp. tuhnutí) v intervalu od 40 °C do 45 °C, a proto se s výhodou používá ve hřejivých polštářcích. Thiosíran sodný pentahydrát je za pokojové teploty ve

skupenství pevném. Proto je nutné thiosíran ohřát minimálně na teplotu $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, aby se rozpustily všechny krystalky této sloučeniny.



Obr. 1 Závislost teploty na čase při podchlazování vody



Obr. 2 Závislost teploty na čase při podchlazování thiosíranu sodného

Ochlazování kapalného thiosíranu (tj. z teploty $70\text{ }^{\circ}\text{C}$) při pokojové teplotě nevedlo k uspokojivým závěrům: ochlazený thiosíran krystalizoval až po vhození krystalu této látky do podchlazené kapaliny. Při dalším měření byl proto pro podchlazení použit mrazák. V grafu zobrazeném na obrázku 2 je uvedena jen část průběhu měření. Při teplotě $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ byl vložen měřený vzorek do mrazáku. Thiosíran zkrystalizoval až při teplotě $-19,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, což znamená, že se podařilo tuto kapalinu podchladit o $63\text{ }^{\circ}\text{C}$. Poté se teplota vrátila na $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, přestože by se měla vrátit na svojí teplotu tuhnutí $44\text{ }^{\circ}\text{C}$. Okolní teplota vzduchu v mrazáku ($-30\text{ }^{\circ}\text{C}$) tento nárůst teploty značně omezila.

Detektory záření

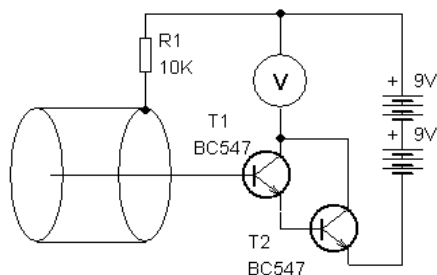
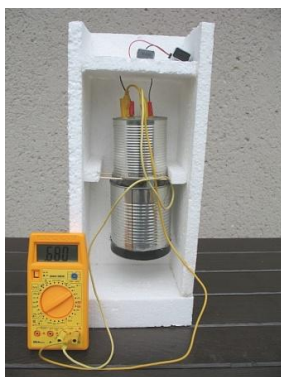
Cílem projektu bylo co nejvíce se seznámit s problematikou konstrukcí detektorů radioaktivního záření. Nejprve bylo nutno zvolit dostupné a bezpečné zdroje záření. Jako zdroj α byla použita thoriová plynová punčoška, jako zdroj β školní stronciový zářič ze soupravy Gamabeta a jako zdroj γ starší kompas Meopta, který má střelku pokrytou svítící barvou s obsahem rádia. Detektory byly sestavovány od nejjednoduššího spintariskopu až po Geiger-Müllerův detektor s čítačem.

Spintariskop

Jako scintilační látka byl použit žlutozelený luminofor používaný pro výrobu barevné CRT obrazovky. Prášek byl zachycen na lepicí pásku. Touto aktivní stranou byl potom těsně přiblížen ke zdroji záření a pozorován silnou lupou se zvětšením alespoň 10x. Po delší době pobytu v úplné tmě (více než 10 min) se dalo dobře pozorovat množství záblesků.

Ionizační komora

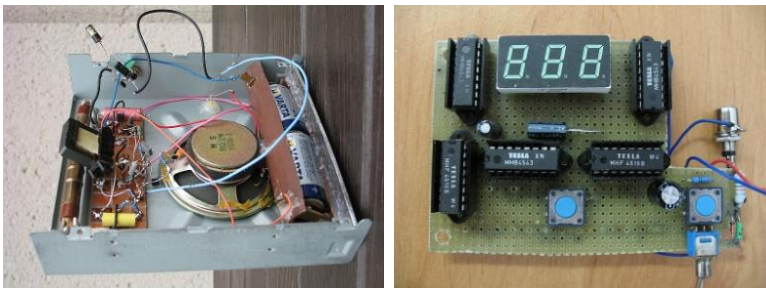
Využívá se efektu vzniku iontů ve vzduchu za normálního tlaku, jestliže jím proniká ionizující záření. Je dobře použitelný pro jinak těžko registrovatelné α záření. Elektrické schéma je na obrázku 3b. Dvojice tranzistorů je v tzv. Darlingtonově zapojení. Je důležité, aby oba tranzistory měly co největší zesílení a tranzistor T1 co nejmenší zbytkový proud. Odpor R1 má ochrannou funkci a brání zničení tranzistorů při náhodném zkratu v ionizační komoře. Digitální voltmetr s vnitřním odporem $10\text{ M}\Omega$ funguje jako velmi citlivý ampérmetr. Po zapnutí se proud ustálí asi na $60 - 70\text{ nA}$. Ionizační komorou je plechovka překrytá jemným pletivem a uvnitř drátová elektroda připojená na bázi T1. Při přiblížení thoriové plynové punčošky vzniklý ionizační proud způsobí přibližně zdvojnásobení původního proudu. Lze sledovat dolet α částic, protože při vzdálení zdroje záření o více než několik cm od detektoru ionizační proud zaniká. Více informací viz [3].



Obr. 3 a) ionizační komora (dolní plechovka je vlastní komora, horní slouží jako stínění pro zabudovaný obvod), b) schéma zapojení

Geiger - Müllerův detektor

Byla použita GM trubice SBM-20. Schéma zapojení převzato z [4], konstrukce volena typu vrabčí hnízdo do krabice od CD ROM. Napájení dvěma články 1,5 V. Detektor byl doplněn čítačem. Citlivost zařízení je srovnatelná se školní Gamabetou.



Obr. 4 GM detektor a čítač

Malé síly a levitace

Hlavním cílem projektu bylo vyzkoušet několik způsobů diamagnetické levitace.

Bismutová destička nad magnetem

Čtyři magnety jsou poskládány do čtverce s póly umístěnými vertikálně a s opačnými póly vedle sebe. Nad magnety je umístěna tenká destička diamagnetika. Vzhledem k tomu, že diamagnetikum je od magnetu odpuzováno, destička se vznáší 1-2 mm nad magnety.

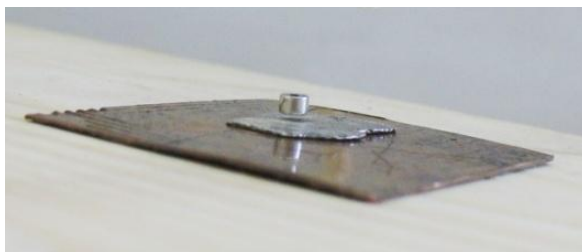
Originální experiment používá jako diamagnetikum pyrolytický grafit, v našem případě jsme použili bismut. Vzhledem k tomu, že bismut má několikanásobně větší hustotu než pyrolytický grafit, povedlo se naměřit působící odpudivou sílu, ale destička se nezvedla.

Magnet nad bismutovou destičkou

Uspořádání je vidět z obr. 5a. Na dřevěném stojánku je umístěna podložka s bismutovou destičkou, na ní je položen neodymový magnet (jako ideální se ukázal váleček o průměru 2 mm a stejné výšce). Seshora je na „šibenici“ připevněn feritový magnet tak, aby se oba magnety přitahovaly.

Na malý neodymový magnet působí tíhová síla, odpudivá síla bismutu a přitažlivá síla směrem k hornímu magnetu. V jistém místě mezi magnety nastane rovnováha všech sil – magnet se tam vznáší. V našem uspořádání nastala rovnováha cca 1 mm nad bismutovou destičkou (obr 5b).

Pozn. Pokud je pod bismutovou destičkou kousek měděného plechu, je pohyb magnetu zpomalován vířivými proudy, rovnováhu lze proto snáze nalézt.



Obr. 5 Uspořádání experimentu a detail vznášejícího se magnetu

Grafit nad magnety

Motivací k experimentu bylo video na serveru YouTube (viz [5]), ve kterém se tuha z mikrotužky vznáší nad magnety.

V našem experimentu jsou magnety uspořádány podle obrázku 6. Na rohové kovové liště jsou umístěny dvě řady magnetů – póly jsou na jejich podstavách, oba póly se střídají. Navíc jsou magnety z řady střídavě vysunuty. Díky tomuto uspořádání je přibližně 1 mm od vnitřní hrany „rohu“ potenciálová jáma, ve které se tuha může vznášet.



Obr. 6 Tuha vznášející se nad magnety

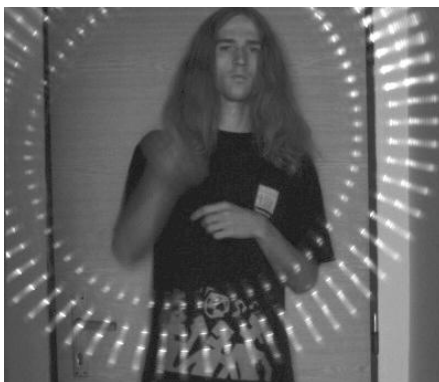
Poznámka: Do grafitu, ze kterého jsou tuhy vyrobeny, jsou přidávány oxidy železa – diamagnetické vlastnosti proto vykazuje jen menší část tuh.

Video s úspěšnými experimenty je dostupné na stránkách Soustředění [1].

Fyzikální fotografie a kreslení světlem

Tyto dva projekty byly svou náplní velmi podobné – oba se zabývaly pořizováním fyzikálně zajímavých fotografií. V rámci jednoho projektu jeho řešitelé zkoumali různé struktury (např. tepelnou izolační hmotu Miralon, krajíc chleba a houbu na mytí tabule), které se při makroskopickém zvětšení zdají stejné. Až fotografie pořízené při normálním zvětšení (tj. objektivem s ohniskovou vzdáleností přibližně 50 mm) ukazují, že se jedná o různé předměty. Dále se řešitelé tohoto projektu pokoušeli zhotovit fotografie se zdánlivě porušenou perspektivou a fotografie s různou hloubkou ostrosti.

Druhý projekt byl zaměřen na „kreslení světlem“, tj. na pořizování fotografií pohybujících se jasných nebo svítících objektů s dlouhou expoziční dobou. Velmi kvalitní fotografie vznikly při nočním fotografování automobilů jedoucích po silnici. Velmi zajímavá je také fotografie, kterou autor pořídil tak, že fotoaparát zaměřil na pouliční lampu, nastavil delší expoziční dobu a fotoaparátem pohyboval ve směru kolmém na spojnici fotoaparát – lampa. Na fotografii se pak objevila řada obrazů lampy, které byly odděleny tmavými místy. Důvod je zřejmý: lampa byla připojena ke střídavému napětí, a proto se periodicky měnil její jas. Na základě podobné fotografie rotující blikající dětské hračky (viz obrázek 7) se podařilo vypočítat frekvenci blikání této hračky.



Obr. 7 Blikání dětské hračky

Velkou výhodou byla možnost použití digitální fotoaparát, neboť zejména z počátku řešení projektu řešitelé museli provést několik zkušebních snímků, než získali jeden kvalitní.

Některé fotografie, které vznikly v rámci těchto dvou projektů, budou dostupné na internetových stránkách tábora [1].

Jak inteligentně počítat velká množství

Fermiho problémy jsou úlohy pojmenované po italském fyzikovi Enrico Fermim. Jsou to problémy (otázky) blízké realitě všedního života, u kterých se na první pohled zdá, že jsou bez zadání dalších potřebných informací neřešitelné. Při jejich řešení nejde o to hledané výsledky přesně vyčíslit, ale jen řádově správně odhadnout s pomocí jednoduchých fyzikálních vztahů, zkušeností z každodenního života a trochou zdravého rozumu. Výsledky lze v mnoha případech snadno prověřit a většinou odhad překvapivě dobře souhlasí se skutečnou hodnotou. Podstatou řešení Fermiho problému je správně odhalit jádro daného problému a rozdělit jej na jednotlivé dílčí kroky. Ke správné hodnotě lze pak dospět kladením vhodných otázek. Zpravidla existuje více způsobů řešení daného problému, které jsou různě obtížné (např. některé údaje lze odhadnout srovnáním s tabulkovými hodnotami nebo je určit experimentálně).

Řešitelé řešili tři úlohy:

- kolik zrněk písku je na Zemi (s výsledkem $5,5 \cdot 10^{22}$ zrn);
- kolik listů je na stromě (s výsledkem přibližně 1,5 milionu);
- kolik molekul O_2 spotřebuje člověk za minutu (s výsledkem $3,8 \cdot 10^{22}$ molekul).

Nejvíce času strávili řešitelé nad prvním problémem týkajícím se hledání počtu zrn písku na Zemi. Při řešení využívali jak matematické postupy, tak i fyzikální experimenty. Začali tím, že uvažovali různé způsoby poskládání stejných kulových zrn písku na sebe a pro každý z nich odvodili účinnost zaplnění daného prostoru těmito zrny. Po úpravách těchto vztahů, s nimiž výrazně pomohl programový systém Mathematica, došli ke stejnému výsledku o zaplnění prostoru stejnými koulemi, který publikoval již v roce 1611 astronom Johannes Kepler.

Tento svůj výpočet pak ověřili experimentálně. U třech různých druhů písku různé zrnitosti nejprve pomocí digitálního fotoaparátu a vhodného grafického programu určili průměr zrna. Daný druh písku pak pečlivě naplnili a upěchovali do nádoby známého objemu a do takto naplněné nádoby postupně opatrně přilávali vodu tak dlouho, až byla nádoba zcela zaplněna. Na základě objemu

nádoby a objemu dolité vody vypočítali účinnost zaplnění a porovnali s matematickým modelem. Shoda byla velmi dobrá.

Ostatní dva problémy řešili jen teoretickými úvahami.

Příští tábor

Příští tábor bude v Kořenově v Krkonoších v termínu 21. 7. – 4. 8. 2011. Pokud máte studenty, které by mohl náš tábor zaujmout, prosím, řekněte jim o něm. Můžete nás také kontaktovat na adrese mfssoustredko@kdf.mff.cuni.cz.

Literatura

- [1] Soustředění mladých fyziků a matematiků [online]. [cit. 25. 8. 2011].
<<http://kdf.mff.cuni.cz/tabor>>
- [2] Žilavý, P., Koudelková, V.: Pár věcí (nejen) z tábora 9. In: Veletrh nápadů učitelů fyziky XI, sborník konference, Olomouc, 2006
- [3] ION Chambers [online]. [cit. 25. 8. 2011].
<<http://www.techlib.com/science/ion.html>>
- [4] Taubinger, P. Geiger-Müllerův detektor. [online]. [cit. 25. 8. 2011].
<<http://www.volny.cz/taubinger/dokumenty/Geiger.pdf>>
- [5] Floating pencil [online]. [cit. 25. 8. 2011].
<<http://www.youtube.com/watch?v=raT13OFAqZc>>

Jako zpomalený film ...

JAN KOUPIL, VLADIMÍR VÍCHA

Gymnázium Pardubice, Dašická 1083

Abstrakt

Článek popisuje sérii záběrů, které jsme natočili cenově dostupnou rychloběžnou kamerou, a komentuje jejich použití pro motivaci studentů, studium průběhu fyzikálních dějů a měření ve školské fyzice. Článek navazuje na loňský příspěvek s názvem „1200 FPS“[1].

Rychloběžné video

Rychloběžné video nabízí učiteli řadu možností, jak oživit hodiny fyziky zajímavým dějem nebo měřením a přitom je s moderní digitální technikou relativně snadno cenově dostupné.

Všechny rychloběžné klipy popisované v tomto textu byly pořízeny za pomoci rychloběžné kamery CASIO Exilim EX-F1 při snímkové frekvenci 1200 FPS. Klipy lze přehrát ze serveru YouTube z adresy <http://bit.ly/video-veletrh-16>.

Pohyb datla



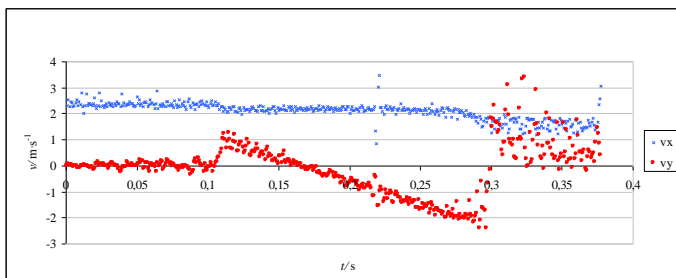
Obr. 1 Datel

Datel na tyčce, který drží ve své poloze, dokud jej nerozkýveme, a pak se vydá na cestu dolů a do tyče přitom klove, je jedna z mnoha fyzikálních hraček. Chování datla vysvětlujeme pomocí třecí síly, která s datlovou polohou narůstá a opět mizí tak, jak se stojánek s tyčí zaklesnou a opět povolí. Videozáznam nám toto chování potvrdí. Na začátku vidíme, jak se datel dostane do polohy, ve které je tření minimální, padá tak dlouho, než jej tření zastaví a rozkmitá. Dál pak při každém kmitu klesne o malý kousek níž přesně ve chvíli, kdy jeho stojánek není do tyče zaklesnut a tření se neuplatňuje.

Setrvačnost míčku

1. Newtonův zákon (a nebo také to, co se děje s nepřípoutaným pasažérem auta) můžeme vysvětlit na pohybu míčku posazeného na korbu autíčka, které nárazem zastaví.

Klip ukazuje, jak v okamžiku nárazu autíčko zůstává na místě, zatímco míček pokračuje dopředu téměř původní rychlostí (a je mírně vymrštěn vzhůru). Ještě lépe je popis děje zřetelný z grafu závislosti rychlosti na čase (graf 1): Horní křivka ukazuje rychlost ve směru osy x – v tomto směru se rychlost téměř nemění s výjimkou dvou míst: Nárazu kvádru, kdy se část energie spotřebuje na vymrštění vzhůru, a dalšího nárazu na desku stolu. Rychlost ve směru osy y je nulová až do okamžiku nárazu a pak lineárně klesá (míček je nejprve brzděn a pak urychlován tíhovou silou).



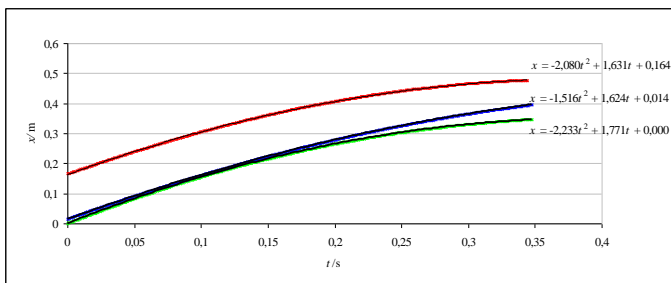
Graf 1 Setrvačnost míčku

Smykové tření

Teorii smykového tření probíráme v mechanice, obvykle v prvním ročníku gymnázia a uvádíme tyto vlastnosti třecí síly:

1. Třecí síla je přímo úměrná síle normálové
2. Třecí síla nezávisí na velikosti styčné plochy
3. Třecí síla nezávisí na vzájemné rychlosti povrchů

S pomocí záznamu z rychloběžné kamery se můžeme pokusit některé z těchto vlastností ověřit. Natočili jsme několik zabrzdění dřevěného kvádru na laminátovém stole a vyhodnocovali jeho zpomalení. Graf 2 zobrazuje analýzu tří různých měření za stejných podmínek. Jednotlivé pokusy se liší jen jinou počáteční rychlostí.



Graf 2 Smykové tření

Vidíme, že všechny křivky odpovídají svým průběhem proložené parabole, jedná se tedy o pohyb s konstantním zpomalením nezávislým na rychlosti (3. vlastnost). Jednotlivá zpomalení jsou nicméně natolik rozdílná (i data z dalších měření mají podobný rozptyl), že prakticky nelze zbývající vlastnosti třecí síly zkoumat a měli bychom si být vědomi toho, že teorie smykového tření a vzorce pro výpočet velikosti třecí síly jsou jen přibližné.

Výskok panáčka

Zajímavým námětem ke zkoumání je fyzikální hračka – panáček na pružině a přísavce, který po přitisknutí ke stolu chvíli stojí na místě a poté se vymrští vzhůru. Popis děje je poměrně jednoduchý: Přísavka přidržuje panáčka na místě a pružina ji postupně odtlačuje. V určitém okamžiku se přísavka uvolní a pružina vymrští celého panáčka vzhůru.

Klip z kamery tento popis děje potvrdí a ukáže nám, jak i po odlepení pružina dále osciluje. Ještě zajímavější je pak pohyb panáčka po dopadu na zem a odrazu od ní – vidíme zde ukázkou zákona zachování momentu hybnosti. Pružina nyní osciluje „ze strany na stranu“ a panáček nebo jeho noha s pružinou se střídavě pohybují (rotačním pohybem) a zastavují. Jako celek se ale panáček otáčí, jeho celkový moment hybnosti zůstává zachován.

Leidenfrostův jev

Leidenfrostův jev se odborně nazývá děj, který zná každý, kdo někdy stříkl trochu vody na rozpálenou plotnu. Je-li plotna dostatečně horká, voda místo zasyčení a odpaření utvoří kapičky a v těchto kapičkách se kutálí po plotně. Důvodem pro nezvyklé chování kapiček je prudké odpařování a expanze vodní

páry v místě kontaktu s plotnou. Unikající pára pak nadzvedává celou kapku a posunuje ji po jakémsi vzduchovém (či spíše parním) polštáři [2]. Podařilo se nám natočit záběry několika kapek pohybujících se na rozžhaveném elektrickém vařiči a jejich chování studenti často fascinuje.

V prvním videoklipu vidíme kapku, která se po vařiči kutálí a nemůže propadnout mezi jeho spirálami. Stálým vypařováním se zmenšuje objem kapky i povrch vypařování a nakonec již parní polštář kapku neudrží a kapka propadne.

Druhý videoklip zachycuje kapku dopadající na místo, které bylo předchozími kapkami již příliš prochlazeno, takže kapka se po dopadu na vařič rozletí prudkou expanzí do stran rozdělena na mnoho drobných kapiček, které se od vařiče odráží jako pružné míčky.

Galtonova deska

Jde o matematický model „bludiště“ ve tvaru trojúhelníku, kterým náhodně propadávají kuličky a hromadí se v několika zásobnících. Fyzikální realizace teoretického modelu byla součástí příspěvku [3].

Kulička se při každém nárazu „rozhoduje“ na kterou stranu se odrazí a pokud je pravděpodobnost odrazu vlevo i vpravo stejná, vede matematické řešení k Pascalovu trojúhelníku. A právě ono „rozhodování“ kuliček jsme zkoumali rychloběžnou kamerou. Odrazy na jednotlivých překážkách (šrouby obalené bužírkou) trvaly různě dlouho (viz videozáznamy). Naměřili jsme nejdelší dobu setrvání kuličky na jednu šroubu 0,25 s. Průchod kuličky všemi devíti řadami šroubů se v demonstrovaném videozáznamu pohyboval od 0,5 s do 1,3 s.

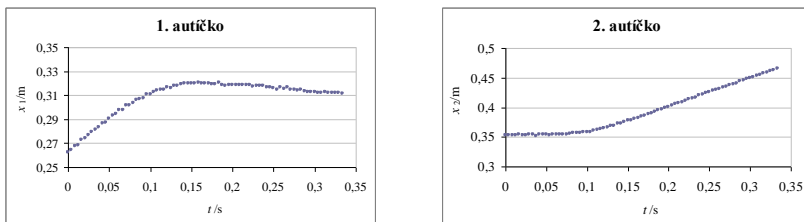
Pružné srážky

Na dvě autíčka jsou upevněny válcové magnety s otvorem uprostřed (např. v mikrovlnné troubě jsou dva) a to tak, aby se odpuzovaly. Jedno autíčko bylo vzhledem k podložce v klidu a druhé na něj najíždělo.



Obr. 2 Srážka autíček s magnety

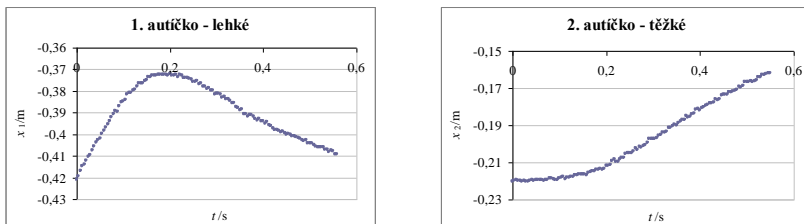
V prvním pokusu měla obě autíčka stejnou hmotnost. Je vidět, že přijíždějící autíčko se zastaví a druhé autíčko se rozjede. Pružnou srážku názorně znázorňují graf 3 a graf 4.



Grafy 3 a 4 Závislost polohy na čase přijíždějícího a původně stojícího autíčka

Z videozáznamu jsme určili rychlost 1. autíčka před srážkou $v_1 = 0,56 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, rychlost 2. autíčka byla $u_1 = 0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Rychlosti po srážce byly $v_2 = 0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $u_2 = 0,47 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Došlo k poklesu kinetické energie soustavy o 30 %, což nepůjde vysvětlit chybou měření.

Ve druhém pokusu mělo přijíždějící autíčko menší hmotnost (náklad 1 magnet) a stojící autíčko větší hmotnost (3 magnety). Je vidět, že přijíždějící lehčí autíčko se po interakci vrací zpět a druhé těžší autíčko se dává do pohybu opačným směrem. Pružnou srážku znázorňují graf 5 a graf 6.



Grafy 5 a 6: Závislost polohy na čase přijíždějícího lehkého a původně stojícího těžkého autíčka

Rychlost 1. autíčka před srážkou byla $v_1 = 0,37 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, rychlost 2. autíčka byla $u_1 = 0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Rychlosti po srážce byly $v_2 = -0,13 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $u_2 = 0,15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Došlo k poklesu kinetické energie soustavy o 50 %.

Kinetická energie před srážkou byla 0,0146 J a po srážce 0,0071 J. Jak to vysvětlit? Část kinetické energie se zřejmě přeměňovala na polohovou energii tíhovou. Provedli jsme výpočet pro kolečka, která nemají přesně tvar kruhu, respektive nemají osu uprostřed kruhu.



Obr. 3 „Ztráta“ energie zdvihnutím celého autíčka

Pokud se těžší autíčko má zvednout o 1 mm, musí se jeho potenciální energie tíhová zvětšit o 0,0046 J a to je reálné.

Implóze plechovky

Jedním z mnoha způsobů demonstrace přítomnosti a účinků atmosférického tlaku je experiment, ve kterém v nápojové plechovce přivedeme k varu malé množství vody a následně plechovku otvorem dolů ponoříme do studené vody. Okolní voda vychladí vzduch uvnitř, čímž klesne jeho tlak natolik, že okolní vzduch (pod atmosférickým tlakem) plechovku zdeformuje.

V záběrech rychloběžného videa můžeme jev pozorovat detailně a také změřit jeho trvání. Konzerva se začne hroutit po zhruba 150 ms (což je zhruba doba prochlazení plynu uvnitř) a samotné zhroucení trvá 2,5 ms. Rychlost, s jakou děje probíhají, může být poměrně překvapivá vzhledem k tomu, že tepelnou výměnu obvykle vnímáme jako proces velmi pomalý.

Poděkování

Autoři by rádi poděkovali katedře didaktiky fyziky MFF UK za opakované zapůjčení rychloběžné kamery pro natočení videoklipů.

Literatura

- [1] Koupil, J.; Vícha, V. 1200 FPS. In *Veletrh nápadů učitelů fyziky 15*. Sborník z konference. Ed. Z. Drozd. 1. vyd., Praha: Prometheus, 2011. s. 116–121. ISBN: 978–80–7196–417–9.
- [2] Halliday, D.; Resnick, R.; Walker, J. *Fyzika – Část 2, Mechanika – Termodynamika*. 1. vyd., Brno: VUTIUM, 2009. ISBN 80–214–1868–0.
- [3] Vícha, V.; Formánek, P. Náhoda v chování fyzikálních objektů *Veletrh nápadů učitelů fyziky 10*. Sborník z konference. Ed. L. Dvořák. 1. vyd. Prometheus, 2006. s. 180–186. ISBN: 80–7196–331–3

Co může nabídnout wolframalpha?

RADIM KUSÁK

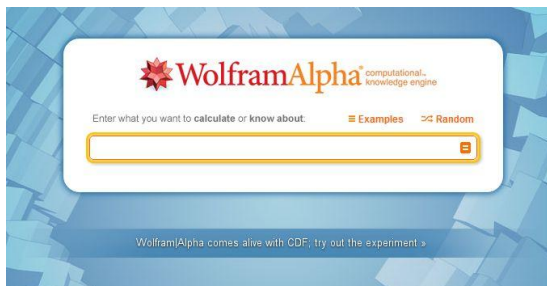
Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

Abstrakt

Stránka www.wolframalpha.com nabídla díky svým možnostem úplně nový pohled na výuku a práci s daty dostupnými na internetu. V tomto příspěvku se podíváme například na kreslení grafů, práci s astronomickými daty a řešení rovnic.

Co je www.wolframalpha.com

Definice (zdroj [3]): Dotazovací a výpočetní nástroj skrze textové pole pro uživatele. Po dotazu vrátí spočtený výsledek případně odpověď na dotaz s odpovídající vizualizací. Výsledek je založen na hierarchicky setříděných datech. Tím se WolframAlpha™ liší od sémantického vyhledávání, které indexuje velké množství odpovědí a pak se snaží napojit otázku na jednu z nich. Tento systém zpřístupňování informací, který využívá WolframAlpha™ má mnoho paralel s Cyc, projekt o jehož realizaci je snaha již od 80 let, který si klade za cíl, vytvořit vyhledávací „obecným povědomím“.



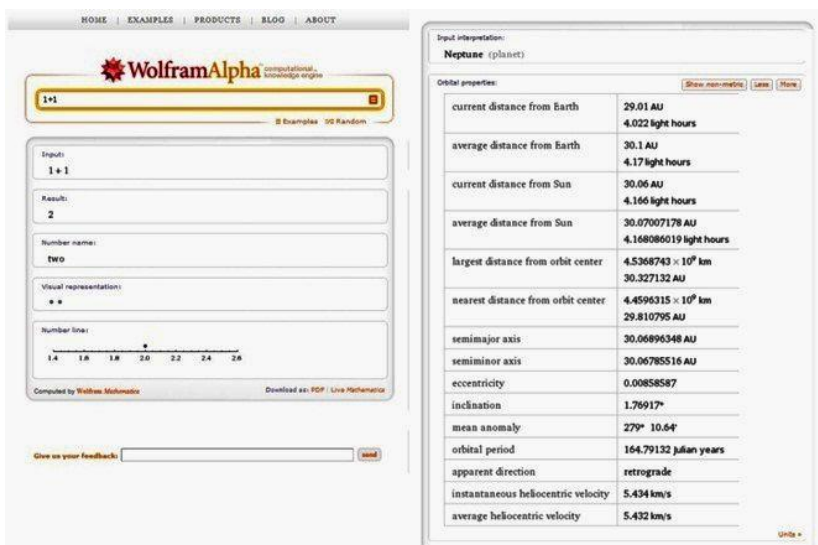
Obr. 1 Webové rozhraní www.wolframalpha.com

Lidsky řečeno stránka www.wolframalpha.com řeší příklady z matematiky a fyziky a pokud je položen nějaký praktický dotaz (v angličtině) má snahu dávat odpovědi, které by člověk „čekal“ – například po zadání dotazu na první Newtonův zákon dostane jeho definici.

Používáme WolframAlpha™

Začínáme

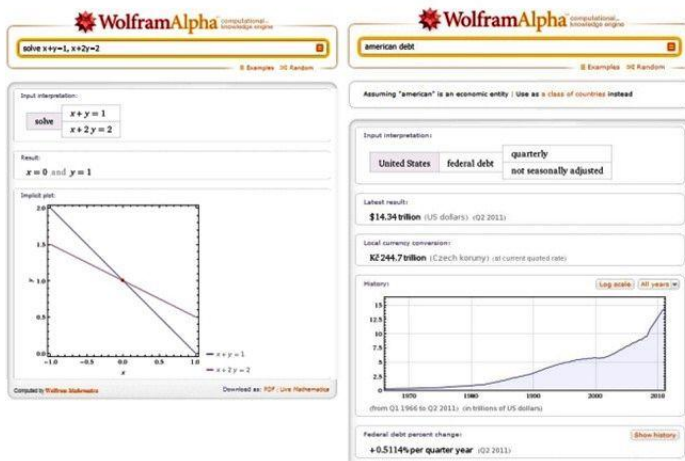
Nejjednodušší zadání, kterým ověřujeme, že výpočty fungují je $1+1$. Stačí jen napsat do textového pole toto zadání a stisknout klávesu Enter (obr. 2a). Obdobnou náročnost mají i jednoduchá zadání – například název planety Neptun (obr. 2b).



Obr. 2 a) Elementární výstup $1+1$, b) část výstupu o planetě Neptun

Zvyšujeme nároky

Stejně jako u programu Mathematica[®] jenž tvoří výpočetní jádro WolframAlpha[™] není snadné říct co je náročný vstup. Například determinant matice 5×5 může být pro běžného studenta záležitostí desítek minut je pro webové rozhraní záležitostí sekund. Taktéž již pro znalce programu Mathematica[®] mohou být některé výstupy milým překvapením, jelikož jejich naprogramování zabere velké množství času.



Obr. 3 Náročnější výstupy – a) řešení soustavy rovnic, b) informace o dluhu USA

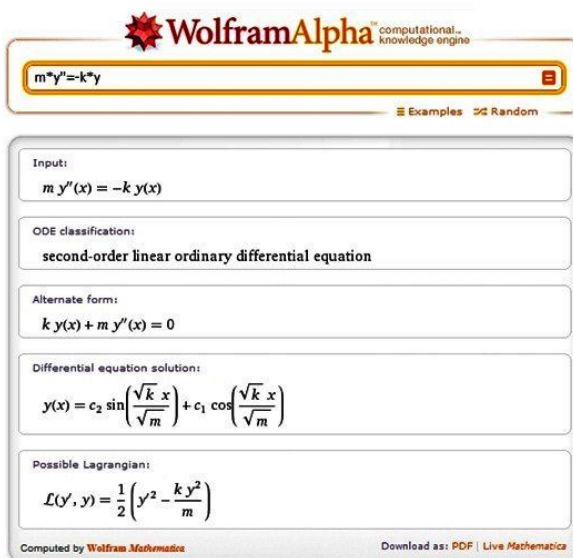
Dva příklady z fyziky

WolframAlpha™ zpřístupňuje informace s velkého množství oblastí. Podívejme se nyní na jednu z nich a to překvapivě fyziku. Prvním z nich je určení velikosti síly známe-li zrychlení a hmotnost.



Obr. 4 Výpočet síly na základě zadání zrychlení a hmotnosti

Abychom nezůstávali jen u relativně lehkých příkladů, podívejme se nyní na řešení diferenciální rovnice pro harmonický oscilátor.



The screenshot shows the WolframAlpha interface with the input $m y'' = -k y$. The results are as follows:

- Input:** $m y''(x) = -k y(x)$
- ODE classification:** second-order linear ordinary differential equation
- Alternate form:** $k y(x) + m y''(x) = 0$
- Differential equation solution:** $y(x) = c_2 \sin\left(\frac{\sqrt{k} x}{\sqrt{m}}\right) + c_1 \cos\left(\frac{\sqrt{k} x}{\sqrt{m}}\right)$
- Possible Lagrangian:** $\mathcal{L}(y', y) = \frac{1}{2} \left(y'^2 - \frac{k y^2}{m} \right)$

At the bottom, it says "Computed by Wolfram Mathematica" and "Download as: PDF | Live Mathematica".

Obr. 5 Řešení pohybové rovnice harmonického oscilátoru

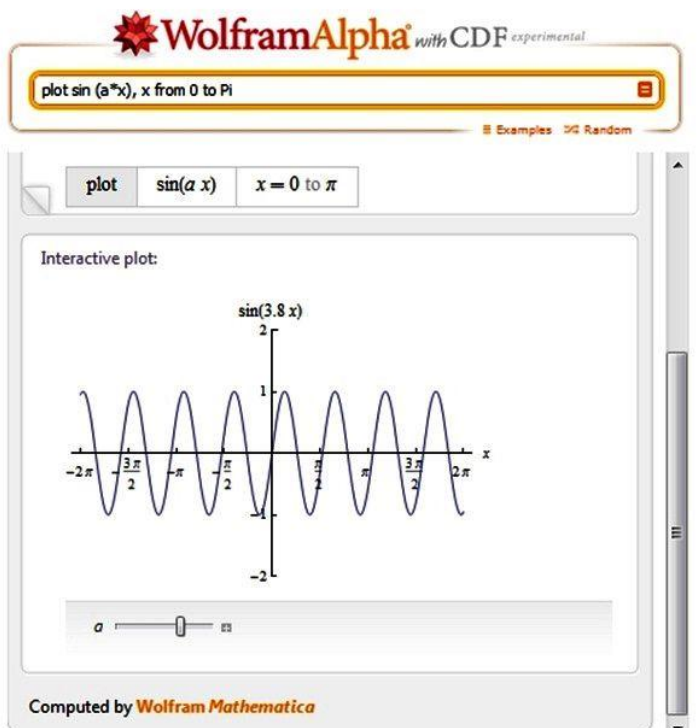
Nejen webová stránka

K pokládání dotazů na stránce www.wolframalpha.com je možné nejen využít textové pole přímo na stránce, ale i různá zpřístupnění přímo ve Windows. Pro nejrychlejší dostupnost je nejlepší umístit si přímo okénko wolframů do nabídky Start. Taktéž je možné umístit toto dotazovací okno do postranního panelu nebo prohlížeče.

Stále je kam se posouvat

Projekt WolframAlpha™ se stále rozšiřuje, takže jeho možnosti se budou i nadále zvyšovat. Jedním z těchto příkladů z nedávné doby je možnost spouštět výstupy pomocí CDF Playeru (zatím testovací provoz), jenž umožňuje například měnit graf pro daný parametr případně otáčet 3D objekty. Taktéž množství ukázkových příkladů se stále rozšiřuje (jsou k nalezení na adrese [2]). Na závěr

je potřeba taktéž zmínit i další trendy, který WolframAlpha™ přinesl a tím je tvorba jednoduchých Widgetů a také již mnohem pokročilejší tvorba aplikací využívající engine WolframAlpha™.



Obr. 6 Možnost interaktivní změny grafu pomocí CDF Playeru přímo na stránce www.wolframalpha.com

Literatura

- [1] <http://www.wolframalpha.com>
- [2] <http://www.wolframalpha.com/examples/>
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Wolfram_Alpha

Představení materiálů pro fyziku z projektů Studujeme moderně a dvojjazyčně a Aplikace cizojazyčných prvků ve výuce vybraných předmětů na SŠ

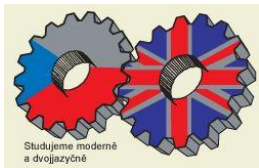
JIŘÍ KVAPIL

Gymnázium, Olomouc-Hejčín

Abstrakt

Příspěvek představuje projekty „Studujeme moderně a dvojjazyčně“ a „Aplikace cizojazyčných prvků ve výuce vybraných předmětů na SŠ“ a jejich přínos pro výuku fyziky. Jádrem prvního projektu je příprava studijních materiálů zrcadlově v české a anglické jazykové verzi, druhý projekt připravuje učitele na vedení výuky odborného předmětu v anglickém jazyce a poskytuje jim metodickou a jazykovou podporu. Oba projekty probíhají či probíhaly na Gymnáziu Olomouc-Hejčín.

Projekt Studujeme moderně a dvojjazyčně



Logo projektu

Projekt Studujeme moderně a dvojjazyčně běží na Gymnáziu Olomouc-Hejčín od začátku března roku 2009 díky podpoře Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky v rámci Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost. Registrační číslo projektu je CZ.1.07/1.1.04/01.0007 a mozkem, srdcem i duší celého projektu byla od samého počátku hlavní projektová manažerka **RNDr. Iva Stránská**. Na realizaci se podílí projektový tým složený především z pedagogů Gymnázia Olomouc-Hejčín.









Se začátkem nového školního roku se projekt dostává do své poslední fáze, bude končit 28. února 2012. Cílem tohoto projektu je zvýšit úroveň vzdělávání v anglickém jazyce prostřednictvím výuky odborných předmětů. V rámci projektu byly pro předměty dějepis, chemie a fyzika postupně tvořeny studijní materiály v české a anglické jazykové verzi pokrývající prakticky celý rozsah gymnaziálního učiva těchto předmětů.

Ve školním roce 2009/2010 probíhala ve 3. a 4. ročnících šestiletého česko-anglického studia na Gymnáziu Olomouc-Hejčín pilotní výuka, během které studenti první polovinu těchto materiálů používali, a poté také hodnotili a připomínkovali. Ve školním roce 2010/2011 pokrývala pilotní výuka druhou polovinu středoškolského učiva, tedy 5. a 6. ročníky česko-anglického studia. Během této doby projektový tým také opravoval a upravoval odzkoušené materiály podle připomínek studentů.

Všechny vytvořené materiály v obou jazykových mutacích, některé už v konečné verzi, jsou dostupné široké veřejnosti na webových stránkách projektu na adrese <http://smd.gytool.cz/>. Každá jazyková mutace je navíc dostupná v barevné i černobílé verzi. Webové stránky projektu jsou dostupné i přes odkaz na webu Gymnázia Olomouc-Hejčín.

[Úvodní stránka](#) > [Výukové materiály](#) > [Fyzika](#)

Fyzika

Název	Ke stažení (černobíle)	Ke stažení (barevně)	Name	Download (B&W)	Download (colour)
Fyzikální veličiny a jednotky			Physical quantities and units		
Kinematika			Kinematics		
Dynamika			Dynamics		
Mechanická práce a mechanická energie			Mechanical work and mechanical energy		
Gravitační pole			Gravitational field		
Mechanika tuhého tělesa			Mechanics of solids		
Mechanika tekutin			Mechanics of fluids		
Základní poznatky molekulové fyziky a termiky			Kinetic theory and thermodynamics		
Vnitřní energie, práce, teplo			Internal energy, heat and work		
Struktura a vlastnosti plynu			Structure and properties of gases		
Struktura a vlastnosti pevných látek			Structure and properties of solids		

Ukázka webové stránky <http://smd.gytool.cz/vyukove-materialy/?s=fyzika>

Materiály pro fyziku se dají využít pro opakování a procvičování učiva, pro efektivní samostudium odborné terminologie v anglickém jazyce, ale nic nebrání ani tomu, aby učitelé materiály používali i přímo v hodinách. Nejedná se totiž o pouhý přehled teorie a vzorců, ale často je třeba také dokreslovat a dopl-

ňovat různá schémata, dohledat chybějící informaci odjinud nebo využít užitečných odkazů na fyzikální aplety a videa na internetu.

Projekt Aplikace cizojazyčných prvků ve výuce vybraných předmětů na středních školách

Finanční podporu Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky v rámci Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost získal také projekt Aplikace cizojazyčných prvků ve výuce vybraných předmětů na středních školách. Zabývá se dalším vzděláváním pedagogů na poli jazykové, odborné a didaktické přípravy, aby byli díky absolvování pilotních kurzů schopni některá témata svého aprobačního předmětu vyučovat také v anglickém jazyce. Kromě zřejmého přínosu v jejich profesním životě bude mít pak projekt také významný dopad na žáky, kteří se skrze moderní metodu CLIL (Content and Language Integrated Learning) přirozeně seznámí s odbornou terminologií příslušného oboru.

Autorem projektového záměru a projektovým manažerem je pan **RNDr. Karel Pohaněl**, kterému se díky své houževnatosti a velkému nasazení podařilo projekt prosadit do realizace. Projekt byl na Gymnáziu Olomouc-Hejčín spuštěn k 1. 2. 2010 pod registračním číslem CZ.1.07/1.3.13/02.0016. Ukončení projektu je naplánováno na konec června 2012. Realizační tým se skládá především z pedagogů Gymnázia Olomouc-Hejčín, kteří jsou zkušenými učiteli na šestiletém česko-anglickém typu studia.

Realizace projektu je rozdělena do několika etap. Nejprve byly vytvořeny a evaluovány vzdělávací programy English Effective Communication (42 h), Moderní prezentační techniky v praxi (34 h) a CLIL in Particular Subjects (34 h). První je zaměřen na zvýšení komunikačních dovedností účastníků projektu v anglickém jazyce, druhý program pomáhá efektivně a prakticky si osvojit vhodné prezentační techniky a třetí se zabývá přímo aplikací metody CLIL ve výuce konkrétních předmětů na tématech běžně vyučovaných na SŠ. Materiály pro částečnou výuku v anglickém jazyce byly připraveny pro předměty matematika, fyzika, chemie, biologie a zeměpis. Všechny vzdělávací programy byly akreditovány MŠMT.

Během celého roku 2011 navštěvují účastníci projektu pilotní kurzy. Byla zvolena forma odpoledních pětihodinových seminářů s odstupem přibližně 2 až 3 týdny. Celkem tedy každého účastníka čeká 110 h přípravy.

V bloku CLIL in Particular Subjects pro fyziku byla vybrána témata Universe, Archimedes' law, Internal energy and its changes, Ear, sound, sound recording,

Ohm's law, Power plants, Eye, vision a Nucleus, nuclear reactions. Materiály pro výuku metodou CLIL (pro všechny zmíněné předměty) budou na konci projektu zveřejněny na webových stránkách projektu <http://clil.gytool.cz/>, a budou tak dostupné všem zájemcům o částečnou výuku přírodovědných předmětů v anglickém jazyce. Prozatím jsou k dispozici pouze účastníkům projektu. Webové stránky projektu jsou dostupné i přes odkaz na webu Gymnázia Olomouc-Hejčín.

Úvodní stránka

Charakteristika projektu

- [Jaké jsou cíle projektu?](#)
- [Kdo se může stát prvními účastníky pilotního kurzu a jak se přihlásit do pilotního kurzu?](#)
- [V čem je tento projekt přínosný?](#)
- [Kdy a jak se projekt uskuteční?](#)

Jaké jsou cíle projektu?

Cílem projektu CZ.1.07/1.3.13/02.0016 Aplikace cizojazyčných prvků ve výuce vybraných předmětů na středních školách je další vzdělávání pedagogických pracovníků škol, pracovníků managementu škol a školských zařízení, kteří jsou cílovou skupinou projektu, s důrazem na jejich jazykové vzdělávání, využívání ICT ve výuce a environmentální vzdělávání, včetně osvojení si dalších moderních pedagogických metod CLIL (Content and Language Integrated Learning) s cílem zvýšit jejich profesní dovednosti osvojením si komunikačních a metodických dovedností nezbytnými pro částečnou výuku jejich aporbačních předmětů v anglickém jazyce.

Multiplikační efekty projektu lze spatřovat ve zvýšení adaptability, flexibility a lepšího uplatnění členů cílové skupiny na evropském trhu práce, vytvoření nezbytné základny českého školství pro hlubší mezinárodní spolupráci ve vzdělávání v rámci Evropské unie v rovině výměnných programů mezi školami nebo pedagogických odborných výměn, ve zvýšení kvality vzdělávání zavedením dvojjazyčného aspektu ve výuce, umožňující rychlou aplikaci nejmodernějších technologií a nejnovějších informací ve výuce, publikovaných ve světě nejdříve v anglickém jazyce. To také zvýší konkurenceschopnost, flexibilitu a adaptabilitu studentů pro jejich terciární vzdělávání na českých a zahraničních vysokých školách.

V rámci projektu budou vytvořeny inovativní doplňkové akreditované vzdělávací programy DVPP (anglický jazyk, ICT, matematika, fyzika, chemie, biologie, zeměpis), pro pedagogické pracovníky středních škol, dále vznikne systém odborných konzultantů pro podporu, monitoring a evaluaci částečné výuky v anglickém jazyce. Přenos zkušeností pilotní výuky zajistí odborná konference a semináře určené pro širokou odbornou veřejnost.

Ukázka webové stránky projektu

<http://clil.gytool.cz/WEB/CLIL/sources/charakteristika.htm>

Vybrané úspěšné absolventy pilotního programu pak čeká praktická stáž na školách v České republice a Nizozemsku, kde se matematika, fyzika, chemie, biologie a geografie vyučuje v anglickém jazyce. Tato zkušenost by jim měla usnadnit začátky bilingvní výuky na jejich vlastních školách po obsahové i organizační stránce.



Logo projektu

Celý projekt bude zakončen konferencí na téma Možnosti částečné bilingvní výuky všeobecných předmětů na českých školách.

Při tvorbě materiálů pro fyziku byly po obsahové stránce využívány vlastní materiály pro výuku fyziky v anglickém jazyce, učebnice fyziky v anglickém jazyce, anglické výkladové slovníky fyziky, webové vzdělávací portály a samozřejmě bylo také přihlédnuto ke zvyklostem výuky fyziky v českém prostředí. Použité metody čerpají z vlastních zkušeností a také z publikace Teaching Other Subjects Through English autorů Deller, S. a Price, C. z řady příruček Resource Books for Teachers nakladatelství Oxford University Press.

Materiály pro fyziku se dají využít jak při běžných hodinách, tak v seminářích např. při opakování a upevňování učiva. Některé části jsou propojeny s jednoduchým experimentem, jiné jsou založeny na sledování výukového videa, často se pracuje se slovní zásobou, doplňováním, přiřazováním apod., vždy na fyzikálním základě. Tyto aktivity studentům pomáhají osvojit si slovní zásobu týkající se probíraného fyzikálního jevu, zlepšují schopnost vyjadřovat myšlenky v cizím jazyce a zároveň upevňují jejich fyzikální znalosti a dovednosti. To jim v konečném důsledku může ulehčit začátek studia na vysoké škole u nás či v zahraničí.

Závěr

Realizační týmy obou projektů budou velmi vděční za každou zprávu o využití zveřejněných materiálů, za věcné připomínky k jejich obsahu a za návrhy na vylepšení. Nebojte se anglického jazyka v hodinách fyziky!

Vernier a LabVIEW ve vzdálených laboratořích

FRANTIŠEK LÁTAL

Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc

Tento příspěvek popisuje vzdáleně ovládané experimenty, které byly vytvořeny na Katedře experimentální fyziky PřF UP a jsou bez omezení přístupné libovolným uživatelům z webové stránky <http://ictphysics.upol.cz/remotelab/>. Článek popisuje především experiment č. 3 – Studium proudění vody v soustavě uzavřených trubíc, který využívá měřicí senzory od firmy Vernier a software LabVIEW od firmy National Instruments.

Úvod

Výrazný rozvoj informačních a komunikačních technologií a především značný rozmach internetu přináší nové možnosti do hodin fyziky na všech stupních vzdělávacího procesu. Učitelé (především učitelé fyziky a technicky zaměřených předmětů) by měli být otevřeni nejmodernějším technologiím a měli by je začleňovat do výuky svých předmětů. V opačném případě hrozí, že *současná příprava studentů na problémy budoucnosti bude probíhat pomocí pomůcek a nástrojů z minulosti* [1].

V průběhu posledních tří let bylo na Katedře experimentální fyziky PřF UP postupně vytvořeno pět vzdáleně ovládaných experimentů:

1. Voltampérové charakteristiky šesti různých zdrojů světla,
2. Určení tíhového zrychlení z doby kmitu matematického kyvadla,
3. Studium proudění vody v soustavě uzavřených trubíc,
4. Meteorologická stanice na PřF UP v Olomouci,
5. Monitorování radioaktivního pozadí v Olomouci,

kteřé byly umístěny na webové stránce <http://ictphysics.upol.cz/remotelab/>. Z této webové stránky mohou uživatelé experimenty vzdáleně ovládat a získaná (změřená) data dále stahovat do svých počítačů a tam je zpracovávat či např. využívat pro vzdělávací účely.

Četnost využívání vzdáleně ovládaných experimentů ve výuce fyziky na SŠ

Od října 2010 do února 2011 probíhalo dotazníkové šetření mezi učiteli fyziky ze SŠ z Olomouckého a Moravskoslezského kraje a studenty bakalářského studia z PŘF UP v Olomouci. Cílem tohoto šetření bylo především zjistit, jaké jsou četnosti a postoje studentů i učitelů fyziky SŠ k vzdáleně ovládaným experimentům. Celkem se tohoto dotazníkového šetření zúčastnilo 74 studentů (41 dívek a 33 chlapců) a 48 učitelů fyziky (29 žen a 19 mužů) ze SŠ.

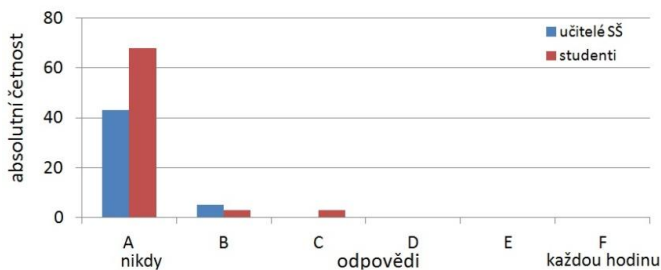
Jelikož z osobních rozhovorů a provedeného předvýzkumu vyplynulo, že studenti a učitelé znají vzdáleně ovládané experimenty jen velmi okrajově, nebylo možné rozdat respondentům pouze dotazník s otázkami týkající se vzdálených laboratorí. Současně s dotazníkem obdržel každý dotazovaný námi vytvořený pracovní list „Voltampérové charakteristiky různých zdrojů světla“. Respondenti si tyto materiály odnesli domů, kde museli navštívit naši webovou stránku <http://ictphysics.upol.cz/remotelab/> a podle instrukcí v pracovním listu provést vzdálené měření. Bez provedení vzdáleného měření (prostřednictvím internetu) nebylo možné vyplnit odpovědi v druhé části (otázky č. 6 až 11) dotazníkového šetření.

Otázka č. 5 (učitelé): Jak často využíváte Vzdáleně (přes internet) ovládané experimenty v hodinách fyziky? (A – nikdy, ..., F – každou hodinu)

Otázka č. 5 (studenti): Jak často využíval Váš učitel na SŠ Vzdáleně (přes internet) ovládané experimenty v hodinách fyziky? (A – nikdy, ..., F – každou hodinu)

	Absolutní četnost / Relativní četnost (%)					
	A (1)	B (2)	C (3)	D (4)	E (5)	F (6)
učitelé SŠ	43 (89,6 %)	5 (10,4 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)
studenti	68 (91,8 %)	3 (4,1 %)	3 (4,1 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)

Tab. 1 Četnost odpovědí na otázku č. 5

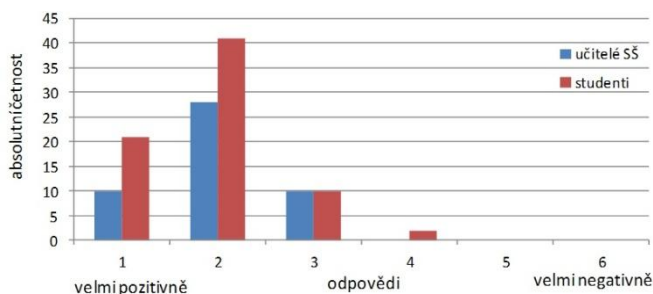


Graf 1 Četnost odpovědí na otázku č. 5

Otázka č. 6 (učitelé i studenti): K dispozici jste dostali jeden pracovní list se vzdáleně ovládaným experimentem. Jak celkově hodnotíte (na základě vlastní zkušenosti) tento typ experimentu? (1 – Velmi pozitivně, ..., 6 – Velmi negativně)

	Absolutní četnost / Relativní četnost (%)					
	1	2	3	4	5	6
učitelé SŠ	10 (20,8 %)	28 (58,4 %)	10 (20,8 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)
studenti	21 (28,4 %)	41 (55,4 %)	10 (13,5 %)	2 (2,7 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)

Tab. 2 Četnost odpovědí na otázku č. 6



Graf 2 Četnost odpovědí na otázku č. 6

Vzdáleně ovládaný experiment – Studium proudění vody v soustavě uzavřených trubic

Měření průtoku patří k jedné z nejstarších činností měřicí techniky. *V současné době je rozsah použití průtokoměrů velmi široký: od měření průtoku krve až po měření rychlosti proudění říčních toků nebo mořských proudů [2].*

Tento vzdáleně ovládaný experiment je v ČR unikátní hned z několika důvodů. Jednak v ČR neexistuje vzdáleně ovládaný experiment, který by se zabýval studiem proudění kapalin (rovnice kontinuity, Bernoulliho rovnice apod.). Specifikem tohoto experimentu také je, že propojuje školní měřicí senzory od firmy Vernier, které se stávají běžnou součástí experimentování ve fyzice na ZŠ a SŠ, se softwarem LabVIEW od firmy National Instruments. Komunikace mezi Vernier senzory (senzor tlaku, senzor rychlosti proudění vody, senzor teploty) a softwarem LabVIEW probíhá prostřednictvím rozhraní Vernier SensorDAQ. Tento interface umožňuje načítat 48 000 vzorků za 1s, má tři digitální kanály a jeden analogový kanál, ke kterým je možno připojit více než 50 senzorů Vernier, navíc obsahuje svorkovnici s 12 svorkami, což lze využít k dalšímu elektronickému řízení vytvořeného experimentu. Rozhraní Vernier SensorDAQ se prostřednictvím USB kabelu připojí k počítači, do kterého se doinstalují ovladače a knihovny. Po instalaci se v softwaru LabVIEW objeví tři nové palety (Vernier Go!, Vernier LabQuest a Vernier SensorDAQ), s kterými se nadále pracuje jako s ostatními (základními) paletami v LabVIEW.



Obr. 1 Vernier senzor rychlosti proudění vody

Aby si zvýšila interaktivita experimentu, mohou vzdálení uživatelé měnit rychlost proudící kapaliny v trubicích. K tomuto účelu slouží oběhové čerpadlo

s maximálním průtokem 12 litrů/min, které je napájeno malým stabilizovaným laboratorním zdrojem (0-18 V). Regulace otáček čerpadla je ovládána silovým spínačem (obr. 2).



Obr. 2 Silový spínač, který umožňuje regulovat otáčky oběhového čerpadla

Komunikace mezi oběhovým čerpadlem (resp. silovým spínačem) a softwarem LabVIEW probíhá pomocí multifunkční karty NI USB-6008.

Tento vzdáleně ovládaný experiment se nachází společně s našimi ostatními experimenty na webové stránce <http://ictphysics.upol.cz/remotelab/> a je volně zpřístupněn libovolným zájemcům. Výhodou tohoto experimentu je, že na rozdíl od mnoha vzdálených laboratoří, které využívají k vzdálenému řízení software LabVIEW, náš experiment využívá absolutní novinku, webovou službu Web Services (od firmy National Instruments). Experiment lze tedy vzdáleně ovládat i bez doinstalování speciálních programů (LabVIEW Run-time Engine) do počítače, přímo z webové stránky.

Závěr

Na webové stránce <http://ictphysics.upol.cz/remotelab/> můžete najít spousty zajímavých podnětů a materiálů pro vzdálené experimentování ve výuce fyziky (odkazy na české i zahraniční vzdáleně ovládané laboratoře, pracovní listy pro žáky, videonávody apod.). Mnoho lidí tento typ experimentování odsuzuje, aniž by mělo reálnou zkušenost s těmito pokusy. Naším cílem není nahradit klasické

školní „face to face“ pokusy vzdáleně ovládanými experimenty, ale nabídnout učitelům a jejich žákům další alternativu experimentální činnosti ve fyzice.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu "Studentské grantové soutěže UP PrF_2011_013". A také za podpory projektu "Otevřená síť partnerství na bázi aplikované fyziky," reg. č. CZ.1.07/2.4.00/17.0014. Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky. Poděkování patří i projektu FRVŠ č. 1349/2011/G6 a mým spolupracovníkům na projektu.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Literatura

- [1] Dormido, S.: *Control Learning: Present and Future*. In: Proceedings of the 15th IFAC World Congress on Automatic Control. Barcelona, Spain. 2002.
- [2] Ďádo, S., Bejček, L., Platil, A.: *Měření průtoku a výšky hladiny*. BEN – technická literatura, Praha. 2005.
- [3] <http://ictpphysics.upol.cz/remotelab/>

Školní laboratoře badatelského typu - integrace tradičních, vzdálených a virtuálních fyzikálních experimentů

FRANTIŠEK LUSTIG

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

Experiment, který by měl být součástí každé výuky přírodních věd, se rychle vytrácí. Ve výuce se stále navyšuje množství základních poznatků, studenti jsou encyklopedickým výkladem zahlceni. Příspěvek chce ukázat cestu zkvalitnění výuky přírodních věd integrací tradičních, vzdálených a virtuálních laboratoří. Příspěvek přinese ukázky ze vzdálených laboratoří typu Remote sensing laboratory, Remote control laboratory, dále novinku - laboratoř typu Remote network laboratory (síťové sledování radioaktivního pozadí) a představí virtuální simulace s datovým exportem a importem. Integrací tradičních, vzdálených a virtuálních fyzikálních laboratoří chceme vytvořit laboratoře badatelského typu.

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 „i-generace“, síťové, internetové. Jak je možné, že studenti běžně internetově, síťově komunikují, žijí v non stop multitasking, bez „Gogole“ nezačnou nic řešit, Internet mají jako externí mozek, jsou non stop na ICQ, na Facebooku, hrají on-line hry - a ve škole se 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 nárustu poznatků.

Omlouvám se aktivním učitelům, kteří podobným způsobem se studenty pracují, využívají interaktivní pomůcky, hand made pomůcky, učí projektově, s podporou počítačů, Internetu aj. Ale takovýchto učitelů, kteří probudí v našich studentech zájem o aktivní poznávání, je zatím stále málo. A svědčí o tom i výsledky mezinárodních testů TIMMS 2009 aj.

Tradiční počítačem podporované laboratoře

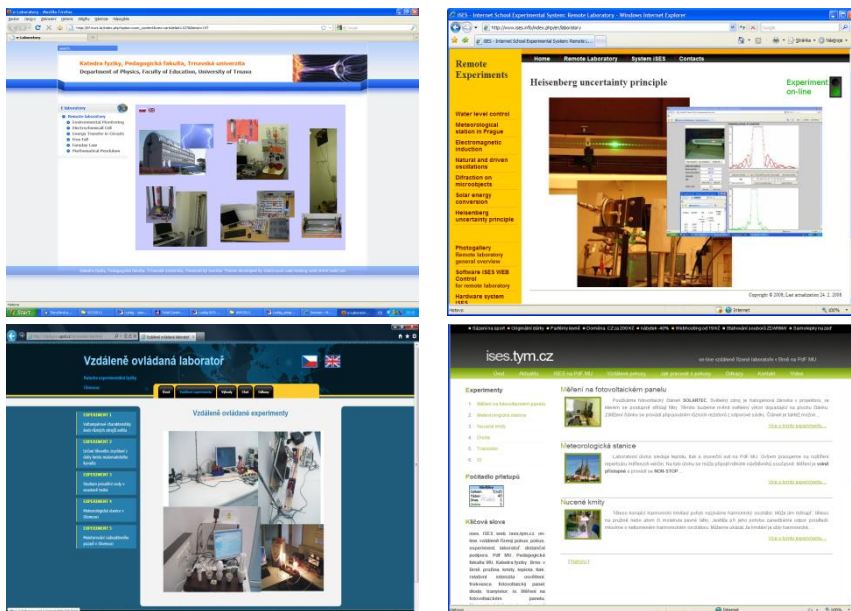
Laboratoře bez počítače mají jistě své kouzlo. Ale my zkusíme v laboratoři vzít klasické pomůcky a zkusíme je pomocí počítače zatraktivnit. Školy jsou často

vybaveny měřicími systémy ISES [1], [2], [3], Vernier, Pasco, IP Coach aj. Souprava ISES je interní, učebnový typ, Vernier a Pasco mohou být i mobilní. Alokovány mohou být jak ve školních laboratořích, tak i 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. Mobilní laboratoře mohou být standardní měřicí systémy s přenosným notebookem. Novinkou jsou dataloggery, které jsou mobilnější, pracují bez počítače, data se vyhodnocují on-line na dataloggeru, případně off-line na notebooku, stolním počítači. Pozn. systém ISES má variantu **ISES Blue**, která umožňuje **bezdrátové připojení modulů a ISES-link** – jednovstupová USB varianta (obdobu GO-link a Pasco-link). ISES-link spolupracuje se senzory ISES, Vernier i Pasco.

Vzdálené laboratoře

Vzdálené laboratoře jsou novinkou ve světě laboratoří. 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 (úlohy: non stop monitorování počasí včetně non stop sledování přirozené radioaktivity, úlohy s pružinou - tlumenou, s budící silou aj., úlohy na ohyb na šterbině, 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 „rozzůstají“, jsou v Praze na MFF (<http://www.ises.info>), na Slovensku na PedF v Trnavě (<http://kf.truni.sk/remotelab>), v Brně na PedF (<http://ises.tym.cz>), v Olomouci na PTF (<http://ictphysics.upol.cz/remotelab>) aj. Vytvořme síť vzdálených laboratoří na různých školách, propojme různé experimenty do jednoho českého/EU rozcestníku!



Obr. 1 Rozcestníky vzdálených experimentů se systémem ISES:

<http://www.ises.info>, <http://kf.truni.sk/remotelab>,
<http://ictphysics.upol.cz/remotelab>, <http://ises.tym.cz>

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. Vzdálené experimenty můžete „jenom“ používat např. na našich stránkách

<http://www.ises.info/index.php/cs/laboratory> nebo je můžete aktivně sami tvořit. 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. V současné době se takové systémy, které se „jenom poskládají“ a hned pracují, označují jako „**Plug and Play měřicí systémy**“. Vzdálené laboratorní úlohy poskytují experimentální data, která si může uživatel stáhnout přes clipboard (schránku) do svého počítače a dále je zpracovávat např. v EXCELU, aj., či např. ve virtuálních simulacích, viz dále.

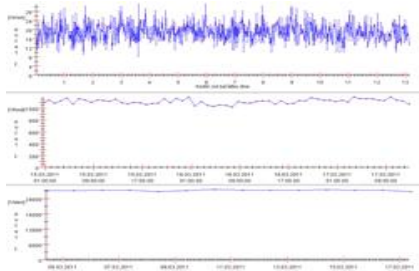
Vzdálené experimenty lze ještě budovat se systémem LabVIEW, který má jednu nevýhodu – experimenty lze spouštět pouze se specializovaným softwaru (nutno doinstalovat tzv. Run-Time Engine, který je sice volně dostupný, ale instalaci lze provádět jenom s administrátorskými právy, takže využití LabVIEW je trochu komplikovanější. Nehledě na to, že se musí programovat). Systémy Pasco ani Vernier ani Phywe podporu vzdálených experimentů nemají.

Přidáme ještě aktuální vzdálený experiment, kterým je sledování přirozeného radioaktivního pozadí. Jedná se o experiment nejnovější vzdálené laboratoře typu **RemNetLab** (Remote Network Laboratory), kdy stejný experiment provozujeme na různých místech (propojených sítí). Naše konkrétní ukázka vzdáleného experimentu typu RemNetLab je sledování přirozeného radioaktivního

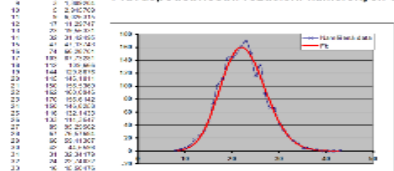
pozadí na různých místech ČR (pracovní varianta je na adrese

<http://kdt-1.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 impulsů, které zaznamená GM čítač. Informace jsou interaktivně on-line přístupné v **Google Map** 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 vypoví-



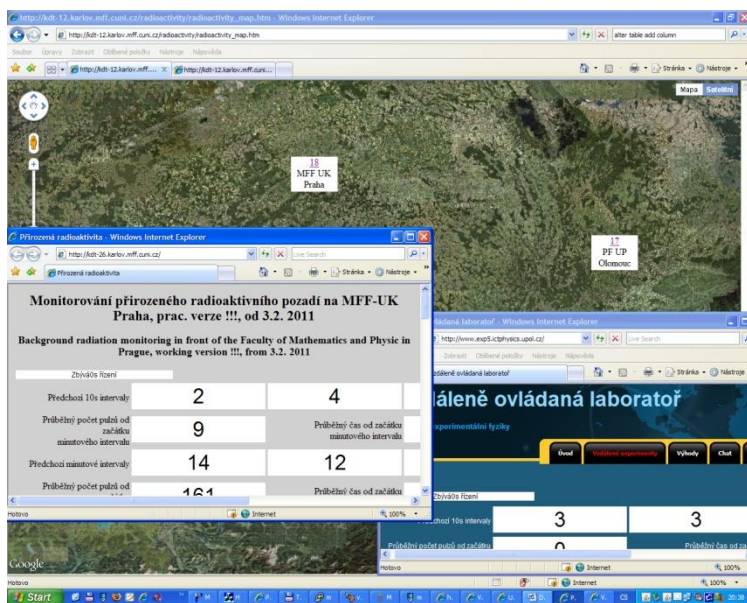
Pravděpodobnostní rozdělení naměřených dat



Pro danou náhodnou veličinu X platí: $P(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(X-\mu)^2}{2\sigma^2}}$
 kde μ je střední hodnota a σ je směrodatná odchylka.
 Střední hodnota: $E(X) = \mu$, rozptyl: $D(X) = \sigma^2$, $\sigma = \sqrt{D(X)}$

dají o hodnotách radioaktivního pozadí, (které je hojně sledované např. nyní v čase japonské katastrofy tsunami a poškození jaderné elektrárny Fukušima). Tato data lze také 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 vzdálených laboratoří typu Remote Network Laboratory.

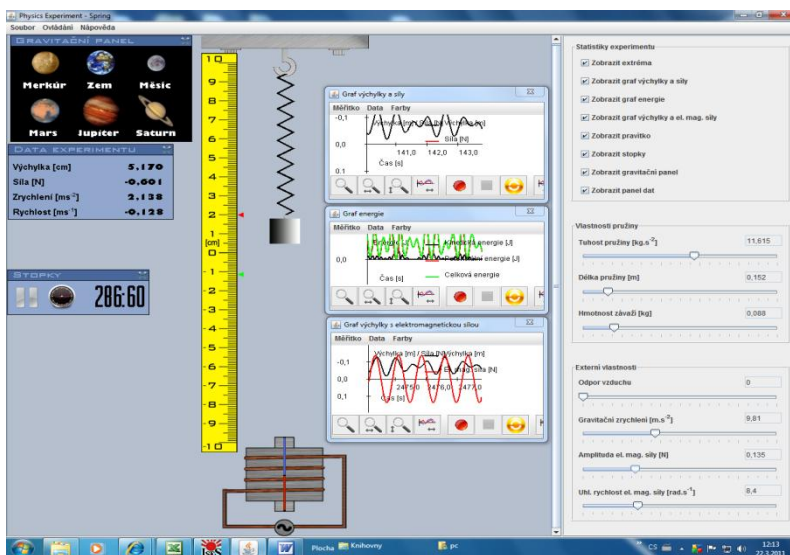


Obr. 2 Rem Lab Net - sledování přírodní radioaktivity na více místech najednou v interaktivní Google Map, <http://kdt-1.karlov.mff.cuni.cz>, minutové, hodinové a celodenní záznamy a Poissonovo rozdělení četností přírodního radioaktivního záření, výstupy z <http://kdt-26.karlov.mff.cuni.cz>

Virtuální laboratoře

Poslední typ laboratoře, který je v našem výčtu laboratoří, jsou virtuální laboratoře. Virtuální experimenty, virtuální laboratoře jsou simulace, virtuální modely, aplety, flash animace aj. Jsou to tedy programy dostupné z lokálních umístění na počítači, případně spustitelné programy z Internetu. Apletů, animací, flashí je na Internetu nepřeberné množství, ale jako zajímavé zdroje se jeví např. <http://www.walter-fendt.de/> (jednodušší aplety), či <http://phet.colorado.edu/> (velice povedené, často i složité unikátní simulace).

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 „ISES Sim Lab“ [5]. Je to až s podivem, že se dosud neobjevily tyto varianty apletů a simulací. Zřejmě nebylo potřeba komparovat *reálná data* a *simulovaná data*.



Obr. 3 Virtuální laboratorní prostředí „ISES Sim Lab“ s experimentem „Kmity na pružině“. Tato simulace má import dat např. ze vzdáleného experimentu a umožňuje porovnání, fitování reálných experimentálních dat ze vzdáleného experimentu a teoretických dat ze simulace.

Práci s takovýmto apletem 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 dále 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 hledáme shodu reálného vzdáleného, či lokálního experimentu s modelovaným simulovaným virtuálním experimentem. Takovýto aplet vizualizuje na grafech některé situace, které si lze z popisu jevu a ze základních fyzikálních rovnic obtížně představit. A zde máme virtuální experiment 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.

Integrace všech tří typů laboratoří: tradiční laboratoř + vzdálená laboratoř + virtuální laboratoř

Jak by to mohlo proběhnout ve výuce? Zatím jsme pouze představili tři typy laboratoří – tradiční, vzdálenou a virtuální. Každý typ vyjmenované laboratoře má svůj nepopíratelný přínos. Ale my bychom chtěli jít 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.

Učitel je součástí 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.

Závěrem bychom rádi shrnuli, že právě toto *vzájemné propojení tradičního, vzdáleného a virtuálního experimentování* je *novou přidanou hodnotou*, která výuku doslova umocňuje.

Poděkování

Příspěvek podpořila Nadace ČEZ.

Literatura

- [1] Lustig F.: Computer based system ISES. <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. adr. U Druhé Baterie 29, 162 00 Prague 6. Czech Rep. 2003.
- [5] Lustig F., Bardiovský V.: Kmity na pružině. Simulační prostředí „ISES Sim Lab“, Teaching tools co. PC-IN/OUT. adr. U Druhé Baterie 29, 162 00 Praha 6. Czech Rep. 2011.

Elektronická sbírka řešených úloh z fyziky

ZDEŇKA KOUPILOVÁ, DANA MANDÍKOVÁ, MARIE SNĚTINOVÁ

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

Abstrakt

V příspěvku bude představena elektronická sbírka řešených úloh z fyziky, vznikající již pátým rokem na KDF MFF UK. Sbíрка je určena vysokoškolským studentům k opakování a prohloubení učiva v základních kurzech fyziky, ale také studentům středních škol se zájmem o fyziku k rozšiřování a procvičování dovedností v řešení fyzikálních úloh či k přípravě na přijímací zkoušky na VŠ. Sbíрка obsahuje podrobná komentovaná řešení všech úloh, komentáře a strukturované nápovědy, které mají čtenářům pomoci při samostudiu a vést je k aktivnímu přístupu a plnému pochopení dané úlohy. V příspěvku uvádíme, k jakým změnám došlo během posledního roku a co dalšího se sbírkou plánujeme.

1 Úvod

Příspěvek navazuje na příspěvky z předchozích let, ve kterých byla prezentována elektronická sbírka řešených úloh z fyziky vznikající na KDF MFF UK. Sbíрка 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. Do sbírky začínáme zařazovat i jednodušší úlohy vhodné pro žáky středních a základní škol. Sbíрку mohou samozřejmě využívat i pedagogové a zájemci z řad neodborné veřejnosti.

Sbíрка obsahuje podrobná komentovaná řešení všech úloh, komentáře a strukturované nápovědy, které čtenářům pomáhají při samostudiu a vedou je k aktivnímu přístupu a plnému pochopení dané úlohy. Podobně koncipovanou rozsáhlejší sbírku fyzikálních úloh se nám nepodařilo v dostupných českých, ani zahraničních zdrojích nalézt.

2 Jak sbírka vypadá

Stránka s úlohou je rozdělena na několik částí (obr. 1). V levé části se nachází rozbalovací menu se seznamem úloh (tvoří obsah a zároveň rozcestník sbírky). Úlohy v jednotlivých tematických celcích jsou členěny do kapitol a podkapitol.

Samotná úloha se zobrazuje v pravé části stránky. Pod zadáním úlohy jsou pod sebou umístěny „rozklíkávací“ lišty s názvy jednotlivých oddílů, ze kterých se skládá řešení úlohy. Požadovaný oddíl se zobrazí vždy přímo pod příslušnou lištu a poklepáním na lištu jej lze opět zavírat. Zobrazené oddíly mohou obsahovat lišty dalších, na první pohled skrytých oddílů.

Sbírka řešených úloh z fyziky

Elektrina a magnetismus

Mechanika Elektrina a magnetismus Termodynamika a mol. fyzika Kvantová mechanika

O sbírce

Úlohy

- Elektrostatika (76)
- Stejný proud (40)
- Stacionární magnetické pole (57)
 - Silové působení mag. pole na vodič s proudem (3)
 - Vodič v magnetickém poli (SS)
 - **Vznášející se vodič v magnetickém poli Země (SS+)**
 - Vodičové kolejničky (SS+)
 - Vzájemné silové působení dvou vodičů s proudem (SS)
 - Tři rovnoběžné vodiče s proudem (SS)
 - Válec na nakloněné rovině (SS+)
 - Galvanometr (SS+)
 - Volný pád vodičové smyčky v magnetickém poli (VŠ)
 - Toroid se vzduchovou mezerou (VŠ)
- Magnetické pole vodičů s proudem (19)
- Ampérův zákon (6)
- Biotův-Savartův zákon (3)
- Částice s nábojem v mag. poli (6)
- Moment síly působící na cívku s proudem (3)
- Magnetický dipól a magnetické pole v látkách (5)
- Magnetické pole rotující nabitě koule (VŠ)
- Magnetické pole homogenně zmagnetované koule (VŠ)
- Vzájemné silové působení stejně orientovaných magnetických dipólů (VŠ)
- Toroid se vzduchovou mezerou (VŠ)
- Vektorový potenciál dlouhého drátu (VŠ)
- Koule v magnetickém poli (VŠ)
- Nestacionární magnetické pole (23)
- Obvody se střídavými proudy (32)
- Elektromagnetické pole (3)

Filtrování úloh

Zobrazit úlohu

kód: →

Vznášející se vodič v magnetickém poli Země

Přímý hliníkový vodič, který leží rovnoběžně s povrchem Země, má délku 0,5 m a prochází jím proud 10 A ve směru od západu k východu. Vodič se nachází v magnetickém poli Země v místě, kde je magnetická indukce rovnoběžná s povrchem Země a směřuje na sever. Její velikost je $5 \cdot 10^{-5}$ T. Určete:

a) velikost a směr magnetické síly působící na vodič s proudem,
b) velikost elektrického proudu vodičem o hmotnosti 30 g, který by způsoboval vznášející vodiče v tíhovém poli.

Nápověda – Flemingovo pravidlo levé ruky

Směr magnetické síly působící na vodič s proudem v magnetickém poli určíte pomocí

Flemingova pravidla levé ruky

Položíme-li k vodiči levou ruku tak, aby natažené prsty ukazovaly směr proudu a magnetické indukční čáry (respektive vektor \vec{B}) vstupovaly do dlaně, ukazuje odhlažený palec směr a orientaci vektoru magnetické síly \vec{F}_m , která působí na vodič.

Rozbor

Řešení a) Velikost a směr magnetické síly

Řešení b) Určení velikosti elektrického proudu

Zápis a číselné dosazení

Odpověď

Komentář – Poloha vodiče a různé směry proudu ve vodiči

Komentář – Realistčnost proudu procházející vodičem

Obr. 1 Příklad zobrazení úlohy ve sbírce

Úlohy jsou označeny podle náročnosti příslušnou kategorií (ZŠ, SŠ, SŠ+ a VŠ). Pokud se úloha řeší nějakým méně obvyklým způsobem, může být zařazena do jedné ze speciálních kategorií – úloha řešená graficky, úloha řešená úvahou, komplexní úloha, úloha řešená neobvyklým „trikem“ a úloha s vysvětlením teorie.

Každá úloha má svůj výstižný slovní *název* a přehledné, jasně formulované *zadání*. Snažíme se, aby zadané číselné hodnoty byly realistické. První *oddíly*, na které je členěno vlastní řešení úlohy, obsahují obvykle *nápovědy*. Ty mají pomoci řešitelům v začátcích a zároveň je motivovat k samostatnému řešení úlohy. Další součástí úlohy bývá *rozběr*, ve kterém je slovně shrnutý postup (strategie) řešení úlohy. Každá úloha obsahuje podrobné komentované *řešení*, kde je postup popsán „krok po kroku“. U všech úloh je uvedena *odpověď* umožňující rychlou kontrolu při samostatném počítání. V *komentáři* úlohy může být uveden případný jiný možný postup řešení či poznámky k realističnosti zadání úlohy, další možné varianty zadání, různé zajímavosti apod. Související úlohy jsou mezi sebou provázány pomocí *odkazů*. Pořadí jednotlivých oddílů v řešení úlohy není pevně dáno a záleží na tvůrci a povaze úlohy, jak budou oddíly seřazeny.

V rámci webového rozhraní si může čtenář nastavit, aby se mu zobrazovaly pouze úlohy požadované obtížnosti a případně i vybraného typu.

3 Současný stav sbírky

Celá sbírka v současnosti obsahuje přes 500 zveřejněných úloh – přibližně 150 úloh z mechaniky, 200 úloh z elektřiny a magnetismu, 140 úloh z termodynamiky a molekulové fyziky a 40 úloh z kvantové mechaniky. Většina úloh vzniká v rámci studentských prací studentů učitelství fyziky.

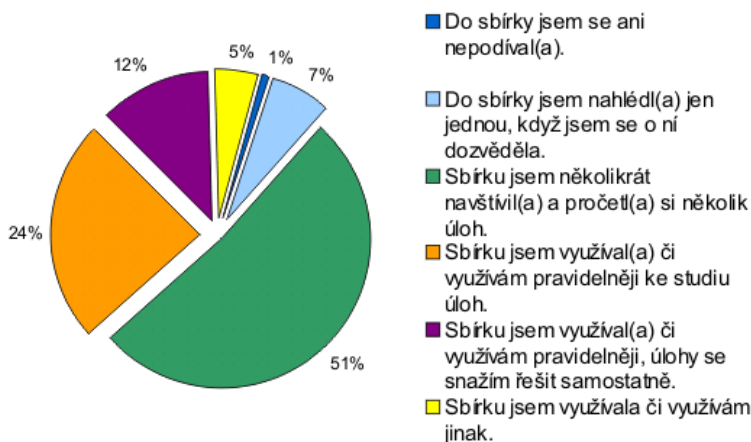
Sbírka má v současnosti již i svou anglickou (34 úloh) a polskou (26 úloh) verzi a je připravena ve své uživatelské části na rozšíření i pro případné další jazyky. Důležité je, že do angličtiny bylo převedeno celé administrátorské rozhraní. Využívat sbírku a zadávat do ní úlohy mohou tedy i kolegové z jiných zemí. Pro účely prezentace sbírky v zahraničí jsou postupně překládány vybrané úlohy do angličtiny.

4 Názory na sbírku

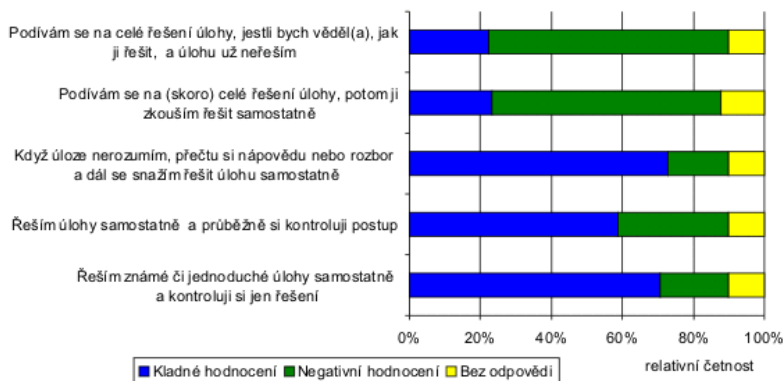
Průběžně monitorujeme názory uživatelů na sbírku a využití sbírky. Marie Snětinová vytvořila v rámci své diplomové práce dotazník zjišťující způsob, jakým návštěvníci sbírku používají i jejich náměty na její vylepšení.

K datu 1. 7. 2011 bylo vyplněno a zpracováno 99 dotazníků. Při interpretaci dat je třeba brát v úvahu, že dotazník nebyl zadáván reprezentativnímu vzorku, vyplňovali jej 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 vrací. Z grafu 1 je vidět, že 36 % 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 Intenzita využívání sbírky čtenáři



Graf 2 Způsob řešení úloh ve sbírce

Sbírka je čtenáři kladně hodnocena, a to nejen v rámci 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

Během podzimu letošního roku bude sbírka rozšířena o úlohy z nového tematického celku Teoretická mechanika. Chceme také vyzkoušet propojení těchto úloh se studijním textem formou interaktivních odkazů.

Vzhledem k tomu, že řada studentů nastupujících do prvního ročníku bakalářského studia fyziky nemá ze střední školy dostatečnou matematickou průpravu potřebnou pro úvodní přednášky z fyziky (jedná se zejména o základy diferenciálního a integrálního počtu), rozhodli jsme se rozšířit sbírku v průběhu příštího roku i o úlohy z matematiky.

Průběžně také doplňujeme úlohy do všech stávajících kapitol. Úlohy ve sbírce jsou navíc propojovány s multimediální encyklopedií fyziky, která je dostupná na adrese <http://fyzika.jreichl.com/index.php>.

Máme zájem o navázání užší spolupráce se středoškolskými pedagogy, kteří v rámci používání sbírky ve výuce mohou přinést 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 nadále budeme 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

Elektronickou sbírku řešených úloh chceme i nadále rozšiřovat a zdokonalovat. Věříme, že je a i dále zůstane dobrým pomocníkem jak studentům, tak jejich učitelům.

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“).

Využití měřicí stanice Vernier pro školní experimenty

TOMÁŠ MILÉŘ

Pedagogická fakulta MU, Brno, Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc

Abstrakt

Při výuce přírodovědných předmětů na základní škole bychom jistě svým žákům občas rádi umožnili, aby sami navrhli a provedli experiment. Máme-li k dispozici univerzální měřicí stanici a sadu detektorů, žáci mohou sami zvolit kombinaci veličin, které by bylo vhodné sledovat. Měřicí stanice Vernier umožňuje připojit až 4 čidla současně a provádět s nimi dlouhodobá měření. Se žáky 8. ročníku jsme tímto způsobem provedli dvě měření. Žáci vybrali a nainstalovali čidla pro monitorování mikroklimatu ve třídě, přičemž jsme současně sledovali vliv koncentrace CO_2 v ovzduší na kyselost vody. Ve druhém experimentu jsme zkoumali fotosyntézu rostlin. V laboratorních podmínkách se nám podařilo ověřit dva globální problémy: okyselení oceánů a reakci rostlin na extrémní klimatické podmínky. Výsledky měření žáci prezentovali na studentské konferenci GLOBE Games ve Svitavách.

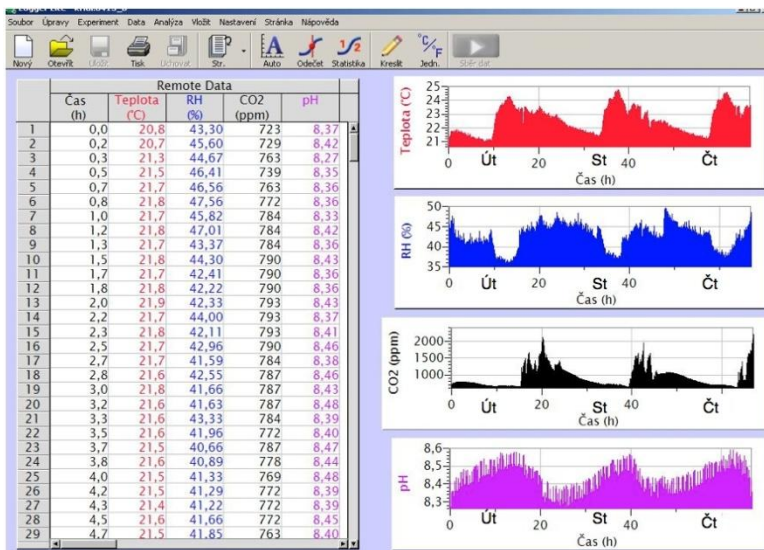
Experiment 1 - Měření mikroklimatu ve třídě

V učebně se mění mikroklima v závislosti na mnoha faktorech, např. počet žáků ve třídě, činnost žáků, orientace oken, meteorologické podmínky, způsob větrání apod. Aby se žáci mohli plně soustředit na výuku, musí být splněny jejich fyziologické potřeby, a také ovzduší ve třídě musí splňovat jisté limity. Se stanicí Vernier můžeme ovzduší ve třídě monitorovat a naměřené hodnoty pak porovnat s hygienickou normou.

Hygienické podmínky ovzduší v učebnách stanovuje vyhláška č.6/2003 Sb. [2]. Požadavek na větrání učebny je $20\text{--}30 \text{ m}^3$ vzduchu za hodinu na jednoho žáka. Teplota má být $22,5 \pm 1,5 \text{ }^\circ\text{C}$ v teplém období a $22,0 \pm 2,0 \text{ }^\circ\text{C}$ v chladném období roku. Relativní vlhkost vzduchu má být nejvýše 65 % v teplém období a nejméně 30 % v chladném období roku. Jsou dány limitní hodinové koncentrace 15 chemických ukazatelů a prachu (např. ozón $100 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, oxid uhelnatý $5\,000 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, formaldehyd $60 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ atd.).

Zemská atmosféra v roce 2011 obsahuje v průměru 390 ppm CO_2 (tj. 0,0390 %) a tato hodnota se každý rok zvyšuje asi o 2 ppm díky celosvětově

rozšířenému spalování fosilních paliv. V lidském výdechu je CO_2 přítomno v množství 4 % objemu při teplotě 34–36 °C. Podle evropského standardu EN 15251 člověk vyprodukuje dýcháním přibližně 19 litrů CO_2 za hodinu. Přípustné koncentrace CO_2 v místnostech zatím v Česku nejsou vyhláškou závazně stanoveny. Jako nejvyšší přípustná hodnota se obvykle udává 1 000 ppm (tj. $1\,800\,\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3} = 0,1\,\%$) označovaná jako Pettenkoferovo kritérium [3]. Při hodnotách nad 1 500 ppm jsou běžné příznaky únavy a bolesti hlavy. Podle norem ve Velké Británii by koncentrace CO_2 v učebnách neměla překročit 1 500 ppm [4].



Obr. 1 Rozhraní Vernier LabQuest

Na obr. 1 jsou výsledky třídního měření mikroklimatu ve třídě: vlevo je tabulka s daty a vpravo jsou grafy. Na vodorovné ose všech čtyř grafů je čas společný pro všechny měřené veličiny. Grafy zachycují vývoj teploty vzduchu [°C], vlhkosti vzduchu [%], koncentrace CO_2 [ppm] a pH vody v Petriho misce. Čidla byla instalována v rohu učebny s kapacitou pro 32 žáků. Data se průběžně ukládala do paměti stanice Vernier. Měření bylo spuštěno odpoledne po vyučování a probíhalo po následující tři dny (úterý – čtvrtek, březen 2010). V době měření probíhala v učebně běžná výuka, počet přítomných žáků byl

proměnlivý. Po spuštění měření teplota ve třídě po celé odpoledne a noc pozvolna klesala z 22 °C na 21 °C. Protože měření probíhalo v topném období, teplota začala narůstat 2 hodiny před začátkem vyučování po sepnutí centrálního vytápění a dosáhla hodnoty 24 °C po příchodu žáků do třídy. Relativní vlhkost vzduchu s růstem teploty poklesla z 42 % na 36 %, a znovu vzrostla na původní hodnotu po příchodu žáků. Koncentrace CO₂ po skončení vyučování zvolna klesala až do příchodu žáků druhého dne ráno. Na grafu CO₂ vidíme, že hodnoty rostou z 390 ppm až na 2 000 ppm. Na křivce CO₂ je patrné každé vyvětrání. Teplota i vlhkost vzduchu se po tři dny měření pohybovala v rozmezí stanoveném vyhláškou. Ve třídě plné žáků roste koncentrace CO₂ velice rychle, a v době měření několikrát překročila 1 500 ppm. Po nárazovém vyvětrání otevřením oken se množství CO₂ vždy snížilo na přípustných 1 000 ppm.

Monitorování mikroklimatu jsme rozšířili o originální experiment. Čtvrtým čidlem připojeným ke stanici Vernier byl pH metr, který měřil kyselost vody v Petriho misce. Sledovali jsme vliv vzdušného obsahu CO₂ na změnu kyselosti vody, ve které se vzdušný CO₂ rozpouští. Vzniká tak kyselina uhličitá (H₂CO₃) a pH vody klesá. Proces je vratný a při snížení množství CO₂ v ovzduší se kyselost vody opět snižuje. Zjistili jsme velice dobrou korelaci mezi vzdušným CO₂ a kyselostí vody, která kolísala v rozsahu 8,3-8,6 pH. Tento experiment nemá velký význam z hlediska monitorování mikroklimatu ve třídě, ale podařilo se tak ve školních podmínkách modelovat globální jev okyselování oceánů. Oceány totiž pohlcují celou čtvrtinu CO₂ produkovaného lidmi spalováním fosilních paliv a odlesňováním. Okyselování je stokrát rychlejší, než jakékoliv změny pH oceánů v posledních 20 milionech let. Tempo okyselování nedává šanci na adaptaci mnoha mořským organismům, které jsou na počátku potravního řetězce [5]. Učit o těchto jevech jen teoreticky nemusí být efektivní, výše popsaný experiment vede k lepšímu porozumění žáků. Skupina čtyř žáků dokonce byla schopna prezentovat výsledky měření na studentské konferenci.

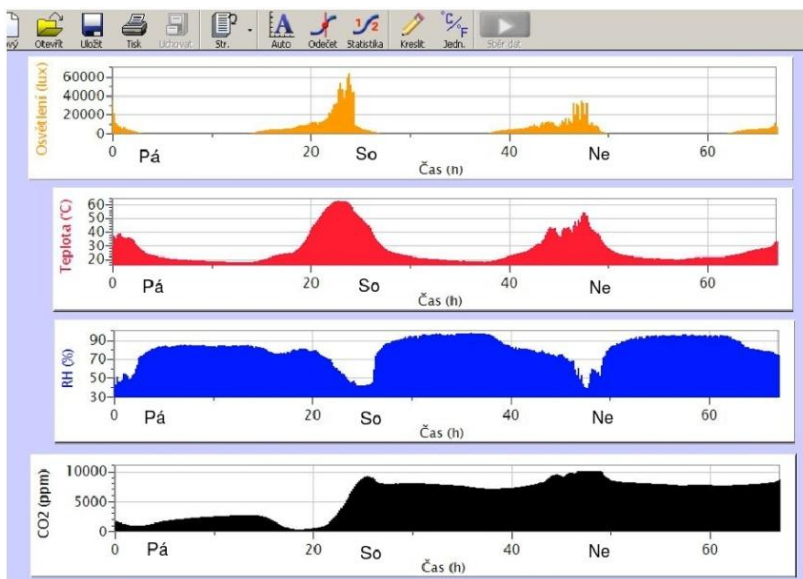
Experiment 2 - Měření fotosyntézy

Pomocí stanice Vernier jsme se žáci 8. a 9. ročníku realizovali experiment monitorování fotosyntézy v uzavřeném boxu. Do dřevěné bedny žáci nainstalovali luxmetr, teploměr, vlhkoměr a CO₂ metr, všechna čidla byla propojena se stanicí Vernier. Do bedny žáci umístili rostlinu, čelní stěnu bedny zakryli průhlednou fólií a všechny okraje vzduchotěsně přelepili izolepou. Bedna byla

umístěna v učebně na parapetu okna orientovaného jižním směrem. Měření bylo spuštěno v pátek odpoledne a probíhalo kontinuálně po celý víkend.



Obr. 2 Příprava experimentu monitorování fotosyntézy



Obr. 3 Výsledky experimentu monitorování fotosyntézy

Výsledky měření jsou zachyceny ve čtyřech grafech na obr. 3. Na vodorovné ose je opět čas společný všem čtyřem měřeným veličinám. Osvětlení rostliny Sluncem (v horním grafu) dosáhlo maximální hodnoty 60 klux v sobotu odpoledne. Teplota vzduchu v bedně velice dobře koreluje s osvětlením, a na teplotu jsou zase silně navázány změny relativní vlhkosti. Prvních 24 hodin podle očekávání velice dobře zachycuje proces fotosyntézy (spodní graf). S poklesem osvětlení ustává pohlcování CO_2 rostlinou a nastává proces respirace, kdy rostlina CO_2 vydává. V sobotu ráno se s přibývajícím světlem fotosyntéza obnovila a vzdušný CO_2 začal ubývat. Pak se ale stalo něco neplánovaného. Sluneční záření bylo tak intenzivní, že teplota v boxu dosáhla hodnoty 60°C a relativní vlhkost klesla z 80 % na 40 %. Při těchto extrémních mikroklimatických podmínkách začala rostlina usychat. Rostlina se tak stala se zdrojem CO_2 , jehož koncentrace se vyšplhala až na 9 000 ppm. Vysoká koncentrace CO_2 se v boxu udržela do pondělního rána, kdy byl experiment ukončen.

Pomocí stanice Vernier jsme tak ve třídě se žáky modelovali další z globálních jevů, který má významné lokální důsledky. Díky klimatickým změnám dochází ve světě k výskytu stále častějších a intenzivnějších letních vln veder. Za extrémních klimatických podmínek dochází k tzv. „revoltě rostlin“, kdy vegetace přestává fotosyntetizovat, a naopak se stává zdrojem CO_2 . Stromy usychají a roste riziko lesních požárů. Mikroklimatické podmínky zásadně ovlivňují rostliny, a při překročení bezpečných mezí může dojít k selhání ekosystému. To má samozřejmě závažné důsledky pro životy lidí, kteří jsou na lokálním ekosystému závislí. Popsaný experiment tak dobře demonstruje nejen samotnou fotosyntézu ale i její limity.

Závěr

Na základní škole v Brně jsme realizovali měření mikroklimatu ve třídě formou školního experimentu. Pod vedením učitele žáci experiment navrhli, provedli, výsledky vyhodnotili a prezentovali na studentské konferenci GLOBE Games 2010 ve Svitavách. K měření byla použita měřicí stanice Vernier, která umožňuje dlouhodobá měření až čtyř veličin současně.

Při monitorování mikroklimatu ve třídě jsme zjistili, že teplota a relativní vlhkost vzduchu v době vyučování byly v mezích stanovených vyhláškou. Měřili jsme také obsah CO_2 v ovzduší, který při naplnění třídy a zavřených oknech snadno překračoval hodnoty, při kterých člověk pociťuje únavu. Nedostatek

čerstvého vzduchu byl vždy řešen vyvětráním učebny. V Česku dosud není limit CO_2 v učebnách stanoven vyhláškou, větrání je v kompetenci učitele.

S využitím stanice Vernier jsme provedli ještě další experimenty zkoumající vybrané globální jevy ve školních podmínkách. Zařízení se v žákovských experimentech velmi osvědčilo díky uživatelsky nenáročné obsluze a názornosti zobrazení naměřených dat.

Literatura

- [1] <http://www.vernier.cz>
- [2] <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-258-2000-sb-a-souvisejici-predpisy#p320>
- [3] <http://panelovedomy.ekowatt.cz/vetrani/21-oxid-uhlicity-a-vetrani>
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Indoor_air_quality#Carbon_dioxide
- [5] <http://newswatch.nationalgeographic.com/2009/12/15/acidification>

Didaktická příprava studentů katedry fyziky a spolupráce se základními školami

IVANA VACULOVÁ, PETR NOVÁK

Pedagogická fakulta MU, Brno

Abstrakt

Příspěvek popisuje spolupráci katedry fyziky se základními školami v Brně a okolí. Tato spolupráce má sloužit zejména k rozvíjení didaktických dovedností budoucích učitelů fyziky, a to na základě praktických zkušeností z projektových dnů a experimentálních workshopů, ale také ke zpestření výuky na základních školách.

Úvod

Mezi hlavní cíle přírodovědného vzdělávání na základních školách patří rozvíjení přírodovědného myšlení žáků a jejich přírodovědných znalostí a dovedností, zejména pak dovedností experimentálních. Nesmíme však zapomínat také na rozvoj 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 např.:

- plánovat, organizovat a řídit vlastní učení, využívat vhodné metody a strategie, vyhledávat a třídit informace, samostatně pozorovat a experimentovat, získané výsledky kriticky posuzovat a vyvozovat 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, chápat základní environmentální problémy, ochranu zdraví a trvale udržitelný rozvoj společnosti (*kompetence občanské*);
- používat bezpečně a účinně materiály a nástroje, využívat znalosti získané v jednotlivých vzdělávacích oblastech (*kompetence pracovní*), (RVP ZV, 2007).

Správné využívání projektové výuky vyžaduje od učitelů zvládnutí kompetence pro projektovou výuku, která zahrnuje řadu znalostí a dovedností, např. (Kratochvílová, 2006): vědět, jak postupovat při tvorbě a realizaci projektu, vhodně zvolit problém nebo úkol, motivovat děti, vhodně střídat organizační formy práce a metody dle typu projektu, řídit skupinovou práci, vést děti k samostatnosti a tvořivosti, připravit vhodné prostředí, odhadnout čas pro realizaci, vhodně projekt zdokumentovat, klást aktivizující otázky, spolupracovat při projektu s kolegy, využívat mezipředmětových vztahů apod. Osvojování kompetence pro projektovou výuku by proto mělo být součástí profesní přípravy budoucích učitelů. Rovněž dostatečné rozvíjení jejich experimentálních dovedností by mělo být samozřejmostí. Přitom je vhodné poskytnout jim možnost předvádět experimenty přímo před žáky ZŠ a ne pouze v laboratorních podmínkách.

Zařazení projektové výuky do přípravy budoucích učitelů

V další části textu 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. 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 pracovaly 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; věkovou skupinu – třídu, pro kterou je určen; vzdělávací oblast; tematické okruhy a průřezová témata; případnou integraci mezi dalšími vzdělávacími obory; rozvíjené klíčové kompetence žáků; výchovně vzdělávací cíle v podobě vědomostí, dovedností a postojů žáků; podrobný scénář výuky; použité metody, formy a didaktické prostředky a použitou literaturu. 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. Jednalo se o projektovou výuku s názvem „Kouzelná kuchyně“ aneb „Jaké znalosti a dovednosti z přírodovědných předmětů můžeme využívat v kuchyni?“ V rámci této skupiny si studenti rozdělili 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.

Dále nabízejíme stručný popis jednotlivých stanovišť:

- 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, 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 s názvy různých chemických látek.
- 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, sestavit potravinovou pyramidu apod.
- Na posledním stanovišti s převládajícím oborem **geografie** (*Stanoviště odhalování tajných skryší 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 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.

Nácvik demonstračních experimentů

Provádění experimentů v hodinách fyziky patří k základním metodám, které má učitel k dispozici při výkladu určitého fyzikálního jevu. V našem výzkumu, zaměřeném na experimentování v hodinách fyziky na základní škole se prokázalo, že experimentální činnosti se v hodinách fyziky vyskytují v malém zastoupení (Novák & Trna, 2010). Na základě tohoto zjištění se snažíme motivovat budoucí učitele fyziky k provádění experimentů a co nejvíce rozvíjet jejich dovednost experimentovat. Na katedře fyziky PdF se na tuto dovednost intenzivně zaměřujeme v rámci předmětu praktikum školních pokusů I. a II., který je zařazen do prvního a druhého semestru magisterského studia. Během tohoto předmětu se snažíme poskytnout studentům co nejvíce příležitosti k praktickému experimentování, a to tak, že studenti provádějí soubory experimentů, vždy spadající do určitého tematického celku osnov fyziky základní školy. Po nácviku experimentů v laboratorních podmínkách, dostávají studenti příležitost předvádět jednotlivé soubory experimentů přímo před žáky základních škol. Za tímto účelem bylo vytvořeno pásmo fyzikálních experimentů obsahově spadajících do základních tematických celků vyučovaných na základních školách. Výsledkem je seznam experimentů charakterizující základní fyzikální jevy a zákony, který je průřezem učiva fyziky od 6. do 9. ročníku. Při výběru vhodných experimentů byl kladen důraz na experimenty obsahující silný motivační náboj nebo experimenty obtížně proveditelné na ZŠ vzhledem k nárokům na přípravu a technické vybavení. Rovněž bylo přihlédnuto k časové dotaci programu, která byla zvolena dvakrát 45min, s přestávkou určenou pro přípravu nových pomůcek. Pásmo experimentů bylo prováděno v letošním semestru jaro 2011, s cílem ověření vhodnosti výběru daných pokusů. Program byl představen celkem třem základním školám, se kterými naše katedra spolupracuje (CMcZŠ Brno, ZŠ Telč, ZŠ Modřice Brno).

Všechny experimenty byly předváděny za asistence studentů naší katedry. V tabulce 1 je uveden seznam jednotlivých vybraných experimentů (z důvodu omezeného rozsahu článku pro příklad uvádíme pouze experimenty, které byly vybrány pro tematický celek plyny, a k jejichž provedení je potřeba vývěvy pozn. autora). Celkový počet všech experimentů, prezentovaných ke všem tematickým celkům, se pohyboval kolem čísla 60. Ověření našeho programu vede k přípravě dalších pásem experimentů v následujících semestrech, kde roli demonstrátorů přenecháme pod naším vedením pouze studentům. Program bude rozdělen do čtyř celků, a to pro jednotlivé ročníky základní školy. Studenti si na začátku semestru vyberou ve dvojicích ročník, pro který chtějí předvá-

děť experimenty. Poté budou opět osloveny základní školy. Ty, které vysloví zájem o spolupráci, pozveme ve stanoveném termínu na naši katedru, kde jim bude předváděno pásmo pokusů. V demonstraci experimentů našimi studenty žákům základních škol, vidíme přínos pro jejich budoucí práci učitelů fyziky a zároveň možnost spolupráce naší katedry se základními školami.

Třída	Tematický celek	Experiment
6. ročník	Plyny	Odčerpejte vzduch a zkuste odtrhnout recipient.
		Magdeburgské polokoule.
		Na skleněný válec položte průklepový papír nebo sáček, přidrže pečlivě a odčerpejte vzduch.
		Heronova baňka.
		Do kádinky s vodou podložené dvěma špalíčky vložte dnem vzhůru zkumavku naplněnou vodou, odčerpejte vzduch.
		Do kádinky nalijte kapalinu s oxidem uhličitým (kofola, coca-cola), odčerpejte vzduch.
		Nafukovací balonek vložte pod recipient, odčerpejte vzduch.
		Do kádinky vložte tzv. „maršmeloun“ a odčerpejte vzduch.
		Do kádinky vložte staré seschlé jablko a odčerpejte vzduch.
		Do kádinky umístěte malé množství pěny na holení, odčerpejte vzduch.
		Pod recipient vložte dasymetr (na jedné straně závažíčko, na druhé straně skleněná baňka), odčerpejte vzduch.
		Pod recipient vložte elektrický zvonek a uveďte jej v činnost, odčerpejte vzduch.

Tabulka 1 Vybrané experimenty pro tematický celek plyny

Závěr

Projektová výuka umožňuje propojovat znalosti z různých vzdělávacích oborů do širších celků a souvislostí, 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. Provádění experimentů patří k další důležité dovednosti, kterou je nezbytné vybavit studenty fyziky během přípravy na jejich budoucí povolání. Experimentování je provázáno silným motivačním nábojem a přináší velký přínos v podobě transparentnosti, při předvádění fyzikálních jevů a zákonů.

Literatura

- [1] Kratochvílová J.: *Teorie a praxe projektové výuky*. Brno: MU, 2006.
- [2] *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha: VÚP, 2007.
Dostupné na: <http://www.vuppraha.cz/soubory/RVPZV_2007-07.pdf>.
- [3] Novák, P. & Trna, J. *Videostudie jednoduchého experimentu v hodinách fyziky na ZŠ*. Nitra: UKF, 2010.

Zaujímavé nápady pre vyučovanie fyziky

LUDMILA ONDEROVÁ, JOZEF ONDERA *

Prírodovedecká fakulta UPJŠ Košice, SR

*Dubnický technologický inštitút, Dubnica nad Váhom, SR

Abstrakt

V príspevku je prezentovaných niekoľko jednoduchých nápadov a experimentov z rôznych oblastí fyziky, ktoré môžu pomôcť učiteľom spestriť vyučovanie fyziky ako na základnej, tak na strednej škole. Jednoduchosť použitých pomôcok umožní aj študentom zrealizovať si uvedené pokusy samostatne a rozmyšľať nad fyzikálnym zdôvodnením predvádzaných experimentov.

Úvod

Experimenty vo vyučovaní fyziky môžu slúžiť na demonštráciu fyzikálnych javov alebo ako vhodná motivácia. Taktiež môžu vyvolať diskusiu k zaujímavým problémom. Experimenty uvedené v príspevku predstavujú príklad iného prístupu k demonštrovaní známych fyzikálnych javov. Zároveň môžu viesť žiakov a študentov k tomu, aby rozmyšľali nad fyzikálnym zdôvodnením týchto experimentov.

Demonštrovanie tepelnej vodivosti ľahko a jednoducho

Na demonštrovanie rozdielnej tepelnej vodivosti látok existuje viacero jednoduchých experimentov. Pri jednom z nich spojené konce tyčí z rôznych kovov zahrievame plameňom alebo ponorením do horúcej vody. Na opačných koncoch sú pomocou vosku pripevnené napr. kancelárske sponky. Sledujeme, na ktorej tyči sa začne topiť vosk najskôr, čo sa prejaví odpadnutím pripevneného predmetu. Na základe pozorovania vyslovíme názor, že tepelnú vodivosť tyčí, ktoré sme použili pri experimente, možno usporiadať od najvyššej po najnižšiu. Pre vedenie tepla je základnou rovnicou rovnica vedenia tepla. Podľa nej ak na tyči s dĺžkou l a prierezom S sú teploty koncov T_1 a T_2 , teplota sa mení pozdĺž tyče približne lineárne. Vtedy za čas Δt pretečie prierezom tyče teplo:

$$\Delta Q = \lambda \frac{S(T_1 - T_2)}{l} \Delta t$$
, kde konštanta λ je súčiniteľ tepelnej vodivosti. Treba

zdôrazniť, že táto rovnica platí len pre ustálené vedenie tepla, pri ktorom sa

teplotný rozdiel medzi jednotlivými časťami telesa v čase nemení. V tomto experimente však nemôžeme považovať rozdelenie teplôt v priebehu experimentu za stále. Teplota T_1 sa pri experimente mení, uplatňuje sa tepelná kapacita materiálu týče a vplyv ochladzovania povrchu týče vzduchom. Vosk je amorfna látka a nemá presnú teplotu topenia. Napriek týmto nepresnostiam je výhodou experimentu jeho názornosť.

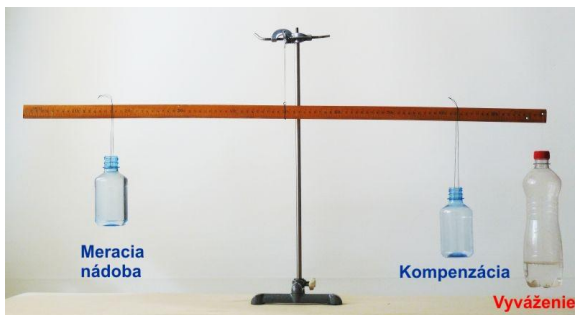
Tepelnú vodivosť látok môžeme demonštrovať aj nasledovným experimentom. Potrebujeme dve prázdne plechovky od nápojov, dve rovnaké kocky ľadu a nádobu s horúcou vodou. Plechovky ponoríme hore dnom takmer až po okraj do horúcej vody (napr. $60\text{ }^{\circ}\text{C}$). Pred ich ponorením urobíme niekoľko dierok pod okrajom plechoviek, aby mohol unikať vzduch pri ponáraní. Na duté dno plechoviek položíme kocky ľadu. Pozorujeme, že ľad sa začne topiť. Zistíme, že na jednej z plechoviek sa ľad topí rýchlejšie. Žiakom položíme otázku: *Čo je príčinou rozdielneho chovania ľadu?* Jedným z možných vysvetlení by bola rozdielna hrúbka plechu plechoviek. Toto môžeme ľahko vyvrátiť premeraním, pri ktorom zistíme u oboch plechoviek prakticky rovnakú hrúbku cca $0,2\text{ mm}$. Možné vysvetlenie je, že plechovky nie sú vyrobené z rovnakého materiálu. Po bližšom preskúmaní zistíme, že jedna má označenie Alu, teda je vyrobená z hliníka, kým na druhej nájdeme označenie Fe. V tabuľkách nájdeme, že tepelná vodivosť ocele je cca $50\text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$, hliníka asi $240\text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$. Aj keď v prípade hliníkovej zliatiny bude hodnota o niečo nižšia, stále bude viac ako dvojnásobne vyššia ako u ocele. Teplota topenia ľadu je presne daná a teplota vody sa počas experimentu mení minimálne, teda rozdiel teplôt ostáva približne konštantný. Vzhľadom na to, že tepelná kapacita časti plechoviek nad vodou je nízka, ustálený stav z hľadiska rozdelenia teploty nastane takmer okamžite po položení kociek ľadu.



Určenie hustoty kvapaliny pomocou dreveného metra

Existujú viaceré metódy na určenie hustoty pevných látok resp. kvapalín. Väčšina vyžaduje meranie hmotnosti a objemu. Ich nevýhodou je nutnosť merať objem a hmotnosť čo najpresnejšie, čo v podmienkach jednoduchého

žiackeho experimentu často predstavuje problém. Metóda, ktorú uvádzame je založená na porovnávaní momentov sily vznikajúcich na ramene páky zaťaženej najprv hmotnosťou kvapaliny so známou hustotou a momentu vytvoreného kvapalinou s neznámou hustotou.



Drevený meter je podopretý, alebo zavesený v strede. Vytvára vyváženú dvojramennú páku, na ktorej je možné jednoduchým spôsobom určiť veľkosť ramena pôsobiacej sily s presnosťou cca 1 mm. Na jednej strane páky (metra) je zavesená nádoba s tekutinou, ktorej hustotu potrebujeme určiť. Vytvorený moment M_1 je zhodný s vyvažovacím momentom M_V vytváraným na opačnej strane páky prostredníctvom vyvažovacej nádoby. Veľkosť momentu vytvoreného vyvažovacou nádobkou je možné meniť množstvom vyvažovacej tekutiny, alebo ramenom zavesenia vyvažovacej nádoby.

Pri pokuse je nepodstatné, či vyvažovací moment M_V je nastavený zmenou ramena, alebo zmenou množstva tekutiny vo vyvažovacej nádobe. Dôležitá je len možnosť vytvoriť potrebnú veľkosť momentu sily, aby platilo $M_1 = M_V$.

Pri počiatočnej úvahe predpokladajme, že hmotnosť meracej nádoby je zanedbateľná v porovnaní s hmotnosťou tekutiny. Pri dosiahnutí rovnováhy na páke je moment vytvorený prostredníctvom hmotnosti tekutiny v meracej nádobke daný vzťahom:

$$M_1 = \rho_1 \cdot V \cdot g \cdot l_1$$

kde ρ_1 je hustota tekutiny, V jej objem, g zemské gravitačné zrýchlenie v mieste merania, l_1 veľkosť ramena páky vytvorenej vzdialenosťou závesného bodu meracej nádoby od stredu metra. Pri meraní nie je potrebné číselne určovať objem meranej tekutiny. Jej objem je určený vyznačením rysky v meracej

nádobe. Z hľadiska presnosti je lepšie, ak je ryska v zúženej časti nádoby, napríklad na hrdle malej fľaše.

Postup merania je nasledovný:

1. Do meracej nádoby nalejeme vodu (najlepšie destilovanú) tak, aby hladina dosiahla výšku určenú ryskou. Meráciu nádobku zavesíme čo najďalej od oporného bodu (stredú) páky, nie však na úplný koniec (*dosiahneme tým možnosť meracie rameno zväčšiť v prípade, že hustota testovanej kvapaliny je menšia ako hustota destilovanej vody*). Páku vyvážíme pomocou vyvažovacej nádoby. Polohu zavesenia vyvažovacej nádoby je vhodné fixovať a podložiť ju tak, aby uhol sklonu páky v nerovnovážnom stave nebol veľký.
2. Z meracej nádoby vylejeme vodu a naplníme ju po rysku tekutinou, ktorej hustotu zisťujeme. Polohu zavesenia meníme dovtedy, kým nedosiahneme rovnovážny stav.
3. Pri výpočte hustoty neznámej tekutiny môžeme vychádzať z rovnice:

$\rho_1 \cdot V \cdot g \cdot l_1 = \rho_2 \cdot V \cdot g \cdot l_2$ a dostávame vzťah: $\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{l_1}{l_2}$. Ak pri meraní v 1. kroku

použijeme destilovanú vodu, získame s vysokou presnosťou neznámu

hustotu tekutiny podľa vzťahu: $\rho_2 = \frac{l_1}{l_2} \quad (\rho_1 \approx 1 \text{ g cm}^{-3})$.

Aby bolo možné kompenzovať nepresnosť merania spôsobenú hmotnosťou meracej nádoby (fľaše), využijeme na kompenzáciu jej hmotnosti rovnakú nádobku, ktorú na vyvažovacej strane zavesíme v rovnakej vzdialenosti od otočného bodu páky.

Vzhľadom na to, že k uvedenej metóde určenia hustoty kvapaliny potrebujeme len jednoduché pomôcky (nepotrebujeme váhu, ani kalibrované odmerné nádoby), je metóda široko použiteľná. Študentom by sme mohli uviesť pomôcky, ktoré majú k dispozícii a určenie hustoty neznámej kvapaliny im zadať ako problémovú úlohu.

Využitie kuchynskej váhy vo fyzikálnom experimente

Kuchynské digitálne váhy, ktoré sú v našich domácnostiach čoraz rozšírenejšie, môžeme využiť aj na fyzikálne merania napr. na demonštráciu vztlakovej sily a platnosti 3. Newtonovho zákona. Budeme potrebovať: kuchynskú digitál-

nu váhu s možnosťou tarovania, nádobu s vyznačenou stupnicou objemu, odmerný valec, polystyrénovú guľu na drevenom držiaku, stojan, injekčnú striekačku. Na váhu umiestnime odmernú nádobu naplnenú vodou po zvolený údaj na stupnici a pomocou tarovacieho tlačidla ju vynulujeme. Váha bude ukazovať nulu. Ponoríme polystyrénovú guľu upevnenú na drevenej špajdli do vody. Hladina kvapaliny v nádobe stúpne a váha zobrazí číselný údaj. Pomocou injekčnej striekačky odčerpáme vodu, kým hladina nebude na pôvodnej hodnote, pričom guľa ostáva stále ponorená. Pozorujeme, že váha opäť ukazuje nulu (s presnosťou na 1 g danou presnosťou váhy).



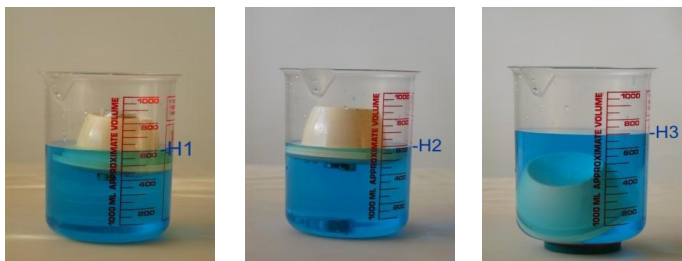
Objem odobratej vody určíme pomocou odmerného valca. Experimentom žiaci overia dôležité skutočnosti: 1) tlaková sila, ktorou pôsobíme na ponorené teleso je v rovnováhe so vztlakovou silou, ktorou pôsobí voda na ponorené teleso; 2) tlakovú silu môžeme kvantitatívne určiť na základe hmotnosti vody, ktorú bolo potrebné odobrať; 3) po vytiahnutí telesa a doliatí odobratej vody budú váhy opäť ukazovať nulu (s presnosťou na 1 g). Ak bez toho, aby sme zatlačili tarovacie tlačidlo, nahradíme vodu rovnakým objemom liehu, zobrazí sa na displeji váh záporný údaj, čo potvrdzuje, že rovnaký objem liehu váži menej ako voda. Zaznamenáme si tento údaj (Δm). Ak zopakujeme vyššie spomenutý experiment s liehom opäť potvrdíme zistenia 1 až 3. Teda v oboch prípadoch je vztlaková sila pôsobiaca na to isté teleso rovná tiažovej sile kvapaliny vytlačenej ponoreným telesom a vztlaková sila pôsobiaca

smerom nahor je rovná sile potrebnej na ponorenie telesa. Študenti si môžu vyjadriť rovnice pre rovnovážny stav v prvom a druhom prípade a pre hustotu liehu ρ_2 potom dostanú: $\rho_2 = 1 - \frac{\Delta m}{V \rho_1}$, kde V je pôvodný objem vody aj liehu

pred ponorením telesa, ρ_1 je hustota vody, Δm je záporný údaj, ktorý zobrazí váha na displeji po nahradení vody liehom. Vzhľadom na dostupnosť potrebných pomôcok možno zadať experiment aj na domácu úlohu, pričom študentom popíšeme postup a zistenia z uskutočneného experimentu sformulujú sami.

Archimedov zákon a kráľovská koruna, trochu ináč

História o tom, ako Archimedes overoval, či je kráľovská koruna z rýdzeho zlata je všeobecne známa. Pochopenie Archimedovho zákona žiakmi môžeme ale overiť aj nasledovnou úlohou: *Kráľ je ponorený v bazéne vo vzpriamenej polohe s kráľovskou korunou na hlave. Náhle mu koruna spadne z hlavy do bazéna. Zmení sa hladina vody v bazéne? Čo sa stane s hladinou vody, ak sa kráľ ponorí do bazéna za korunou?* Ak položíme tieto otázky študentom, zistíme, že ich odpovede sú váhové a často aj nesprávne. Vhodne zostavený demonštračný experiment im ukáže správnu odpoveď a zároveň pomôže nájsť jej fyzikálne zdôvodnenie. Budeme potrebovať: väčšiu nádobu, menšiu nádobu, ktorú možno vzduchotesne uzavrieť, mince. Aby bol výsledok dobre viditeľný je nutné zvoliť vhodné rozmery nádob – väčšej, ktorá predstavuje bazén a menšej predstavujúcej kráľa. Kráľovskú korunu predstavujú mince, ktoré umiestnime na vrch uzavretej menšej nádoby. Udržanie kráľa v ponorení stave môžeme dosiahnuť pomocou magnetov. Jeden neodýmový magnet umiestnime do menšej nádoby a pomocou druhého umiestneného pod „nádobu – bazén“ dosiahneme potopenie kráľa, teda menšej nádoby pod hladinu. Žiaci môžu sledovať, že pri spadnutí koruny sa hladina v „bazéne“ zníži (H2) oproti pôvodnej hladine (H1). Po ponorení kráľa za korunou zaznamenajú zvýšenie hladiny (H3). V následnej diskusii usmerňovanej učiteľom je potrebné zdôrazniť hlavne tieto skutočnosti: ponorené teleso je nadnášané vztlakovou silou, ktorá sa rovná tiaži kvapaliny ním vytlačenej; plávajúci objekt vytlačí množstvo kvapaliny, tiaž ktorej je rovná jeho vlastnej tiaži; kráľ s korunou na hlave predstavuje nerovnorodé teleso s priemernou hustotou menšou ako hustota vody. Po zväžení týchto skutočností a prípadnom zapísaní matematických vzťahov, študenti obvykle chápu a vedú vysvetliť výsledok experimentu.



Literatúra

- [1] Planišič, G. A: *Soda cans aid teaching of thermal conductivity*. In: The Physics Education, Vol. 46, March 2011, pg. 413 – 415.
- [2] Chattopadhyay, K. N: *Finding the density of a liquid using a metre rule*. In: The Physics Education, Vol. 43, March 2008, pg. 203 – 205.
- [3] Ganci, S.: *A multipurpose experiment with an electronic balance*. In: The Physics Education, Vol. 43, May 2008, pg. 314 – 315.
- [4] Nopparatjamjomras, S., Panijpan, B: *Emperor's crown model teaches fluidics*. In: The Physics Education, Vol. 45, March 2010, pg. 137 – 138.

Vzdálené laboratoře, nový přístup při vytváření vzdálených experimentů

LUKÁŠ PAWERA, PETR SLÁDEK

Pedagogická fakulta MU, Brno

Abstrakt

Vzdálené laboratoře, tj. laboratoře přístupné prostřednictvím PC a internetu, jsou jednou z netradičních možností dnešních aplikací internetu a počítačových technologií. Cílem vzdálených laboratoří není nahradit klasický experiment, ale zpřístupnit fyzicky existující experiment tomu, kdo nemá z jakéhokoli důvodu přístup ke klasickému experimentu. Důležité je, že vzdálené laboratoře umožňují přístup k reálným experimentům a nepředstavují simulace, nebo modelované fyzikální jevy. V příspěvku prezentujeme novou možnost rozhraní mezi několika klasickými vzdálenými experimenty fungujícími na jednom serveru vytvořené na základě systému ISES a softwaru pro tvorbu vzdálených laboratoří ISES Web Control.

Úvod

Dnešní možnosti výpočetní techniky nabízí velké možnosti, a to je důvod proč si vybudovala stále místo v oblasti vzdělávání. Navíc se její role neustále rozšiřuje a posiluje. Vzdálené laboratoře, tj. laboratoře, do kterých je přístup zprostředkovan prostřednictvím PC a internetu, je jednou z neobvyklých možností dnešních aplikací Internetu a počítačové technologie. Většina vzdáleně řízených aplikací je ovšem realizována prostřednictvím speciálního softwaru typu klient server a vyžaduje instalaci speciálních programů.

Systém ISES a ISES WEB Control software KIT

Školní měřicí systém ISES se skládá z 12bit měřicí karty ADDA PCI1202, univerzálního ovládacího panelu a sady senzorů. Systém nabízí možnost současného měření a zobrazení dat na 8 vstupních kanálech a řízení procesů přes 2 analogové výstupy. Analogové výstupní kanály fungují jako programovatelné zdroje napětí. Systém ISES je dodáván se sadou senzorů - ampérmetr, voltmetr, teploměr, jednoduchý snímač polohy, měřič kapacit, ohmmetr, siloměr, anemometr, mikrofon, sonar, optická závora, pH-metr, konduktometr, měřič srdeč-

ního tepu, booster, reproduktor, relé a další. ISES moduly jsou snadno zaměnitelné, automaticky detekované po připojení a kalibrované s příslušným rozsahem.

Provoz vzdálených laboratoří se jeví jako složitý úkol. Tvorba webových stránek je dnes však již běžná záležitost, se kterou se setkávají žáci i na základní škole. ISES WEB Control je software pro podporu vzdáleného měření a řízení, které umožní i začínajícím autorům webu implementovat do svých webových stránek prvky pro podporu vzdálených experimentů. Zahrnuje 3 hlavní programové části vzdáleného měřicího serveru, Web server, ImageServer - má za úkol přenášet obraz z webové kamery z prostředí experimentu, MeasureServer je odpovědný za správu hardwaru. Tyto tři komponenty jsou dále doplněny sadou Java appletů. Applety obsahují mnoho vstupních parametrů, takže i trochu zkušený uživatel si může upravit applet pro své potřeby. Webové rozhraní experimentu se vytváří vkládáním appletů do běžných webových stránek HTML. Tím se vytvoří celé webové rozhraní, které můžeme široce upravovat a vytvářet tak i komplexní měření přes webové rozhraní. K řízení experimentů je pak už jen potřeba počítač připojený k internetu, internetový prohlížeč s nainstalovaným Java pluginem.

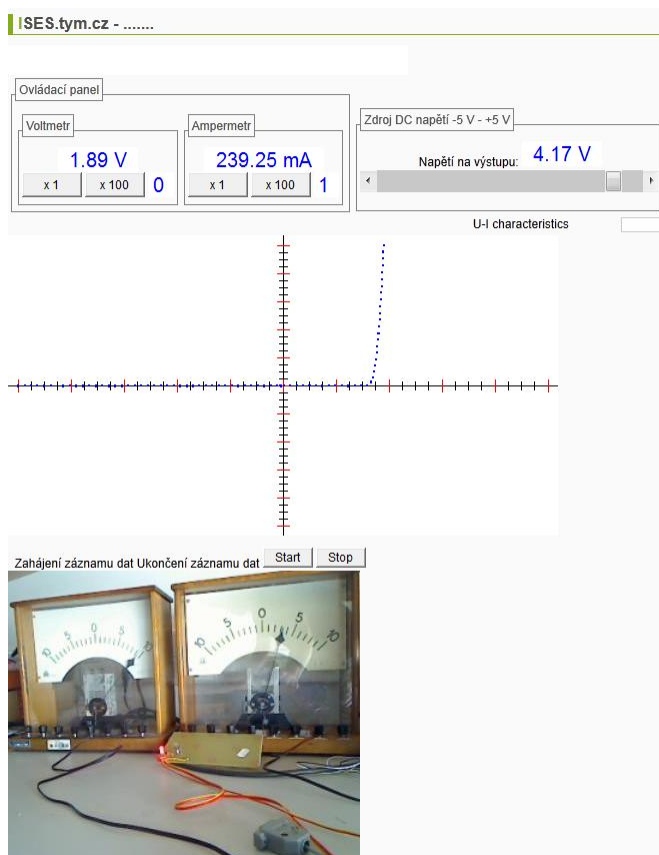
Základní předpřipravené applety pro vzdálené laboratoře umožňují funkce:

- Zobrazení aktuální hodnoty měřené veličiny příslušného vstupního kanálu.
- Grafická závislost měřené veličiny na čase.
- Graf vzájemné závislosti dvou nebo více měřených veličin.
- Ukládání a načítání naměřených dat.
- Řízení výstupního kanálu pomocí posuvníku.
- Generování sinusového nebo jiného výstupního signálu.

Nový přístup při vytváření vzdálených laboratoří

Hlavní záměr nového přístupu při vytváření vzdálených laboratoří prostřednictvím systému ISES a Ises Web Control je v co nejefektivnějším využití celého systému. Stávající dálkové experimenty postaveny na platformě ISES Web Control vždy využívaly jeden vzdálený server pro jeden konkrétní experiment s jednou verzí webového rozhraní. S novým přístupem nabízíme možnost provozovat několik pokusů současně na jednom serveru. Pokud je vhodně zvolena architektura experimentu je možné použít i více verzí webového rozhraní pro

každý pokus. Příslušná verze webového rozhraní tak může být zaměřena na jinou oblast problematiky.



Obr. 1 Webové rozhraní vzdáleného experimentu měření V-A charakteristiky diody

Množství analogových vstupů na kartě ADDA přímo nabízí možnost využít jeden server pro více pokusů. Tato myšlenka ještě nebyla dosud prakticky realizována. ADDA PCI1202 karta obsahuje 32SE nebo 16 dif. analogových vstupů, 2 analogové výstupy, 16 digitálních vstupů a výstupů. Vzkovovací

frekvence je 110KS. / s. To jsou parametry, které jsou zajímavé z hlediska použitelnosti pro aplikaci vzdálených laboratoří. I přes možnost snímat informace až z 32 analogových vstupních kanálů, systém ISES využívá jen 4 kanály pro připojení modulů a 4 kanály pro vstupní analogový signál 0-5 V. Zbývající vstupy jsou buď používány programem ISES WIN pro identifikaci modulů nebo jsou trvale nevyužity. Funkce identifikace modulu systému ISES však není v softwaru pro vzdálené laboratoře ISES Web Control podporována. Všechny použitelné vstupy jsou vyvedeny na Control board, přes který se připojují i moduly. Jediná možnost zpřístupnění dalších použitelných kanálů je připojit senzory jinak než prostřednictvím Control board a zpřístupnit další kanály na výstupu konektoru měřicí karty. Pro větší univerzálnost jsou vstupní kanály nakonfigurovány do diferenciálního modu (výchozí pro ISES je SE). Rozsahy 0-5 V zůstaly stejné. Tento zásah má za následek možnost současného měření 16 vstupních kanálů. Použití ISES měřících modulů v tomto novém uspořádání bez Control board je stále ještě možné. Ale nabízí se i možnost využití dalších modulů systému Leybold nebo Vernier. Nejzajímavější je ale použití vlastních měřících převodníků navržených speciálně pro konkrétní experiment.

Experimenty s polovodičovými součástkami

Téma nové online laboratoře Experimenty s polovodičovými prvky byl vybrán z několika důvodů. Je snaha přiblížit se současným tématem velkému množství studentů, kteří by mohli mít prospěch z experimentů ve svém studiu. Tvorba vzdálených laboratoře není levná, tak vznikl záměr vytvořit sérii experimentů s nejnižšími možnými náklady. Místo jednoho složitého experimentu je zvoleno několik jednodušších experimentů tematicky propojených tvořící jeden větší celek. Vzdálená laboratoř s polovodičovými součástkami je další z řady vzdálených laboratoří na katedře fyziky, Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity. Tato nově vznikající laboratoř tematicky rozšiřuje existující vzdálené úlohy, jako meteorologická stanice, vlastní a vynucené kmity a měření na fotovoltaickém panelu (viz www.ises.tym.cz). Po dokončení bude možné měření základních parametrů polovodičových prvků a bude demonstrovat vybrané aplikace v praktickém zapojení. Hlavními tématy jsou PN přechod a dioda, tranzistor, tyristory, solární článek, integrované obvody.

Webová stránka se vzdáleným experimentem měření VA charakteristiky diody je na obr. 1. Je vidět, že studenti mohou sledovat prostřednictvím webové kamery "živé" reakce jak na voltmetru tak také na ampérmetru. Chcete-li být

přesvědčivější, že se jedná o skutečný experiment, můžeme používat klasický analogový přístroj (pozor na rozsahy!). Studenti mohou exportovat naměřená data pro další zpracování.

Nový přístup použití jednoho serveru a více experimentů při řešení vzdálené laboratoře se softwarem ISES WEB Control je náročnější, na druhé straně to vede k úsporám nákladů a lepší využitelnosti stávajícího hardware vzdálených laboratoří. Hlavní myšlenka nového řešení je modifikace velmi univerzálního školního měřicího systému ISES pro jednoúčelovou aplikaci vzdálených laboratoří.

Nový soubor experimentů s polovodičovými součástkami slouží v první řadě pro studenty fyziky a technického vzdělávání na Pedagogické fakultě Masarykovy univerzity, ale je otevřený i veřejnosti. Internetový rozcestník ke všem vzdáleným laboratořím na katedře fyziky Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity v Brně se nachází na adrese <http://ises.tym.cz/>.

Literatura

- [1] LUSTIG, F. Ises [online]. 2009 [cit. 2011-06-14]. E-LABORATORY PROJECT. Dostupné z WWW: <<http://www.ises.info>>.
- [2] isestym [online]. 2011 [cit. 2011-06-14]. On-line vzdáleně řízené laboratoře v Brně na PdF MU. Dostupné z WWW: <<http://ises.tym.cz/>>.
- [3] SLÁDEK, P., PAWERA, L., VÁLEK, J.: Remote laboratory – new possibility for school experiments. In *Procedia Social and Behavioral Science* 12 (2011), 164-167, Elsevier ISSN 1877-0428 .

Pár zajímavých nápadů II

VÁCLAV PAZDERA

Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9

Abstrakt

Příspěvek je věnován přístroji, který by každý učitel fyziky měl občas ve své výuce použít: **Generátoru funkcí**. Krátce chci pojednat o jeho použití v pokusech učitele fyziky.

Generátor funkcí

Generátor funkcí je přístroj vytvářející napěťový signál se sinusovým, trojúhelníkovým, obdélníkovým nebo pilovitým průběhem o nastavitelné frekvenci a amplitudě napětí. Dříve byly ve školské praxi používány (i jiné) generátory funkcí od NTL (obr. 1 vlevo) a BK 124 (obr. 1 vpravo).



Obr. 1 Generátor funkcí od NTL a TESLA BK 124

Generátor funkcí od NTL má dostatečný výkon, lze nastavit tvary signálů, kmitočet a amplituda, ale nemá vlastní zdroj. Generátor BK 124 má vlastní zdroj, ale nemá dostatečný výkon a má pouze sinusový signál. U obou generátorů není možná přesná kontrola nastavení frekvence signálu.

LabQuest jako generátor funkcí

Před lety jsem začal používat k měření fyzikálních veličin LabQuest. Podrobnější informace viz [1]. Nedávno jsem objevil i jeho další přednost, že ho lze použít jako **generátor funkcí**. Samozřejmě je potřeba k němu připojit **zesilovač**

[2], který umožňuje připojit spotřebiče s větším příkonem a napětím. Např. LED-ky, žárovku, reproduktor atd. Protože je zesilovač poměrně drahý, tak jsem zvolil vlastní konstrukci (obr. 2). Součástky na tento zesilovač stojí přibližně 700 Kč.

Parametry generátoru funkcí

Kmitočtový rozsah 0,25 Hz až 10 000 Hz.

Výstupní napětí 0 až 10 V



Obr. 2 Zdroj a zesilovač

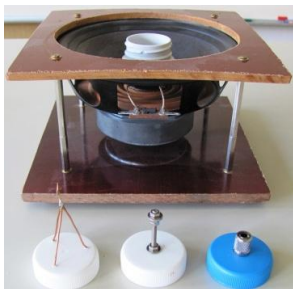
Druh výstupního signálu: Sinus, obdélník, trojúhelník, pila.

Výstupní proud 0 až 1 A.

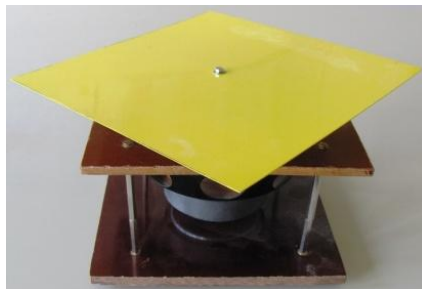
Využití LabQuestu jako generátoru funkcí

Já jsem takto získaný generátor funkcí použil v následujících aplikacích:

1. Jako zdroj střídavého proudu – je možné měřit pomocí druhého LaQuestu časový průběh napětí, periodu, frekvenci, maximální hodnotu. Pomocí voltmetru (multimetru) efektivní hodnotu napětí.
2. Využití stř. zdroj k blikání LED-ek (i UV a IR), žárovek, laseru a předvádět tak vlastnosti lidského zraku.
3. Připojit ke generátoru dvojcestný usměrňovač vytvořený z LED-ek a předvádět a vysvětlovat jeho funkci.
4. Připojit ke generátoru galvanometr (voltmetr $\pm 10V$) a předvádět při nízkých kmitočtech jeho chování.
5. Připojit ke generátoru reproduktor (např. ARN 6688) a předvádět vlastnosti zvukového vlnění (obr. 3).



Obr. 3 Reprodukční ARN 6688

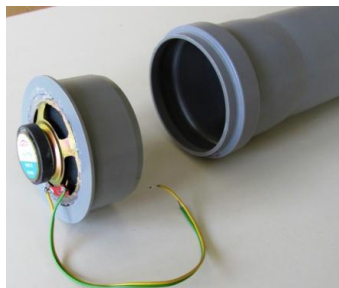


Obr. 4 Deska k demonstraci Chladniho obrazců (posype se moukou)

6. Pomocí reproduktoru předvádět stojaté vlnění a jeho vlastnosti s použitím gumy, tyče – dřevěná špejle, desek – Chladniho obrazce, kruhové struny (obr. 4).
7. Napájet střídavým signálem tranzistorový zesilovač a tranzistorový spínač, měřit průběh výstupního napětí a srovnávat ho se vstupním napětím.
8. Předvádět funkci integrovaných obvodů – čítačů, klopných obvodů, děliček,
9. Napájet ledkový stroboskop a použít ho k různým fyzikálním pokusům.
10. Napájet čítače elektromagnetické, elektronické a předvádět jejich funkci.
11. Použít střídavý proud v obvodech RC, RL a RLC a zkoumat jejich chování a vlastnosti.
12. Zkoumat rezonanci při nuceném kmitání (obr. 5).



Obr. 5 Reprodukční, pružina a závaží – při rezonanci dochází k max. vybuzení



Obr. 6 Konstrukce reproduktoru k měření rychlosti zvuku

13. Použít reproduktor jako budič vlnění na povrchu kapalného tělesa a zkoumat vlastnosti mechanického vlnění.
14. Měřit rychlost zvuku otevřeným rezonátorem (obr. 6).
15. Zkoumání vlastností indukovaného proudu v sekundární cívice transformátoru při napájení různými průběhy stř. proudů.
16. Interference pomocí dvou reproduktorů.
17. Napájení různými střídavými proudy tříbarevnou LED-ku.
18. ...

Závěr

Podrobný popis všech provedených pokusů s nákresy, naměřenými hodnotami, fotografiemi by byl nad rámec tohoto příspěvku. Stručný výčet má sloužit pouze k připomenutí předvedených pokusů a k případné inspiraci k vlastnímu experimentování. Případné dotazy můžete pokládat na pvaclav@centrum.cz.

Literatura

[1] <http://www.vernier.cz>

[2] <http://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/PAMP>

Z fyzikálního šuplíku 001

VÁCLAV PISKAC

Gymnázium, Brno, tř. Kpt. Jaroše

Příspěvek prezentuje tři okruhy experimentů, které byly během minulého roku zveřejněny na autorových stránkách „Fyzikální šuplík“ - [1]. Přináší několik poznámek k výuce magnetostatiky, k využití termistorů ve výuce a návod na stavbu jednoduché laserové závory pro precizní měření času.

Nejedná se o převratné novinky, spíše jde o drobné triky, které mohou vyučujícím usnadnit a zpříjemnit výuku.

1. Demonstrační magnety

Většina fyzikálních kabinetů se potýká s absencí velkých trvalých magnetů vhodných do výuky. Díky e-shopům (například NEOMAG – [2]) lze zakoupit magnety prakticky libovolných rozměrů. Z peckových magnetů je možno slepit velký demonstrační tyčový magnet, z keramických hranolů přilepených na ocelový pás vytvarovaný do U-jádra vznikne kvalitní podkovovitý magnet.

Podrobný popis výroby a návod k základním experimentům naleznete ve článcích [3] a [4]



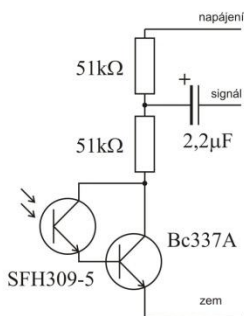
2. Pilinové siločáry

Článek [5] předvádí sadu pro demonstraci magnetického pole pomocí magnetických siločar. Po mnoha letech problémů při výuce mi tyto jednoduché pomůcky neuvěřitelně zjednodušily práci – magnety jsou upevněny do

požadovaného rozmístění, na ně se položí „stolíček“ z plastové destičky. Na stolíčku vytvářejí piliny obrazce. Pokud používáte zpětný projektor, vyrobte si sadu z plexiskla.



3. Termistory



Termistor, tj. součástka měnící svůj odpor s teplotou, představuje levnou ale velmi zajímavou součástku. Ve výuce ji lze využít k laboratornímu měření (závislost odporu na teplotě), k demonstraci šíření tepla případně k demonstraci významu chlazení elektronických součástek. Podrobnosti naleznete ve člancích [6] a [7].

4. Laserová závora

Na 15. Veletrhu jsem slíbil, že svá měření času pomocí mikrofونů rozšířím o laserovou závoru. Podařilo se mi sestavit jednoduchý a spolehlivě fungující obvod sestavený z laserového ukazovátka, fototranzistoru, NPN tranzistoru, dvou rezistorů a kondenzátoru.

Závora se připojuje přímo do mikrofonního vstupu zvukové karty PC. Z něj si bere i napájení (laser má dva vlastní monočlánky). Dr. Konečný z MU mi poradil s výsledným řešením – laser je v jedné krabici s detektorem, světlo se vrací

zpět díky odrazce z kola. Při pokusech proto není nutné proti sobě nastavovat laser a detektor – systém spolehlivě funguje i na 10-metrovou vzdálenost.



Měření zaznamenávám pomocí freewaru AUDACITY – [9]. Je potřeba si stáhnout verzi 1.2.6.

Článek [8] kromě podrobností stavby popisuje i základní experimenty se závorou, který si jistě každý z vás snadno rozšíří o další.

Literatura

- [1] <http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz>
- [2] <http://www.neomag.cz>
- [3] *Piskač V.: Základy magnetismu.* Dostupné online
http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/pretazene/zaklady_magnetismu.pdf
- [4] *Piskač V.: U-magnet.* Dostupné online
<http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/pretazene/u-magnet.pdf>
- [5] *Piskač V.: Magnetické siločáry.* Dostupné online
http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/pretazene/magneticke_silocary.pdf
- [6] *Piskač V.: Laboratorní práce – termistor.* Dostupné online
http://skolnipomucky.websnadno.cz/lp/lp_termistor.pdf [Cit. 7. 8. 2011]
- [7] *Piskač V.: Měření s termistory.* Dostupné online
http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/pretazene/mereni_s_termistory.pdf
- [8] ***Piskač V.: Laserová závora.*** Dostupné online
http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/pretazene/laserova_zavora.pdf
- [9] *Audacity: Volně dostupný, multiplatformní zvukový editor.* Dostupný online
<http://audacity.sourceforge.net>

Elektromagnetické vlny v experimentech

ZDENĚK POLÁK

Jiráskovo gymnázium v Náchodě

V článku uvádím jak pomocí radiopřijímače, televizního přijímače a videomagnetofonu můžeme předvést většinu podstatných experimentů k problematice šíření elektromagnetických vln. Jak snadno a jednoduše ukázat principy přenosu zvukového signálu, absorpce, odrazu, polarizace i určení vlnové délky elektromagnetických vln.

S čím budeme provádět experimenty

Existuje celá řada profesionálních souprav pro demonstraci vlastností elektromagnetických vln. S úspěchem na naší škole používáme jak mikrovlnnou soupravu s frekvencí 10 GHz s výkonem několika mW dodávanou někdejšími n.p. Komenium tak i modernizovanou soupravu s Lecherovým vedením na frekvenci 433 MHz s výkonem až 10 W vyráběnou p. Hubeňákem z Hradce Králové. Kromě experimentů na těchto speciálně vyvinutých zařízeních předvádíme řadu doplňkových pokusů s předměty běžného vybavení domácností, které velmi dobře propojují ve škole získané poznatky s každodenní zkušeností. K takovým pokusům budeme potřebovat přenosný rozhlasový přijímač, analogový televizor, videomagnetofon a několik dalších věcí.

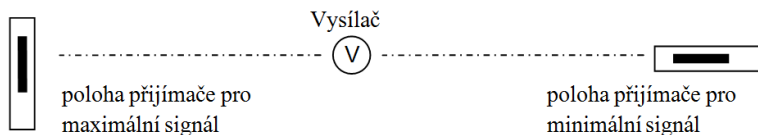
Pokusy s rozhlasovým přijímačem

K experimentům je vhodné malé tranzistorové rádio s příjmem středních vln. Čím jednodušší, tím lepší. Jde o to, že lepší rádia jsou vybavena účinnějšími obvody pro vyrovnávání citlivosti na sílu signálu, což je pro nás nevýhodné. Naopak potřebujeme, aby změna síly signálu se projevila změnou hlasitosti reprodukce. Pro příjem signálu je přijímač vybaven anténou. Liší se podle toho, kterou složku elektromagnetické vlny (dále jen EMV) budeme využívat. Drátová anténa využívá elektrickou složku a feritová anténa magnetickou složku. Feritová anténa je cívka s dlouhým dalece přečnívajícím jádrem z magneticky měkkého feritu. Používá se pro dlouhé a střední vlny, kde by drátová anténa s optimální délkou čtvrtiny vlnové délky musela být velmi dlouhá. Naopak pro krátké a velmi krátké vlny je výhodnější drátová, neboť běžně využívané pásmo VKV pracuje s vlnovou délkou cca 3 m a délka prutové antény pak vychází cca

přijatelných 0,75m. Následující pokusy budeme provádět na rozsahu středních nebo dlouhých vln.

Určení polohy vysílače

Feritová anténa je v přijímačích vždy vodorovně, protože magnetická složka EMV je převážně orientována rovnoběžně se zemí. Přijímač bude získávat nejsilnější signál, jestliže magnetické indukční čáry budou procházet ve směru orientace feritové tyčky. Naopak signál bude nejslabší, pokud podélná osa feritky bude kolmá k indukčním čarám, tedy pokud osa feritky bude směřovat k vysílači respektive ležet v téže rovině jako anténa vysílače. Natáčením přijímače nalezneme směr s nejslabším příjmem. Vysílač leží v podélné ose antény. Zaměřením ze dvou různých míst lze určit přesně jeho polohu. Nebo opačně, zaměřením dvou různých známých vysílačů, určit svou



Silná černá čárka vyznačuje polohu feritové antény v přijímači

Obr. 1 Poloha přijímače vůči vysílači při jeho zaměřování na minimální signál

Pro ověření směru polohy českých vysílačů poslouží následující tabulka:

Frekv. (kHz)	Stanice	Vysílač	Výkon (kW)	Nadmořská výška (m)	Kraj
270	ČRo 1 Radio- žurnál	Uherské Hradiště/ Topolná	650	181	Zlínský
639	ČRo 2 Praha/ ČRo 6	Český Brod/Liblice	1 500	235	Středočeský
639	ČRo 2 Praha/ ČRo 6	Ostrava/Svinov	30	234	Moravsko - slezský
954	ČRo 2 Praha/ ČRo 6	Prostějov /Dobrochov	200	306	Olomoucký
954	ČRo 2 Praha/ ČRo 6	České Budějovice/ Husova kolonie	30	401	Jihočeský
954	ČRo 2 Praha/ ČRo 6	KarlovyVary	20	433	Karlovarský
1 062	Country rádio	Praha/Zbraslav	20/1	335	Praha
1 332	ČRo 2 Praha/ ČRo 6	Moravské Budějovi- ce/ Domamil	50	547	Vysočina

Stanice mají časová omezení vysílání. Více o vysílání a vysílačích, např. v [1].

Rádio ve Faradayově kleci

Malé rádio vložíme do elektricky vodivé krabice, případně přikryjeme kovovým, pletivem nebo alobalem. Příjem se velmi zeslabí, nebo dokonce zanikne. Postačí krabice od nápoje v krabici tetrapack, od džusu nebo od mléka. Variantou tohoto pokusu je volat na mobil zabalený do alobalu. Při dostatečně silné vrstvě bude nedostupný.

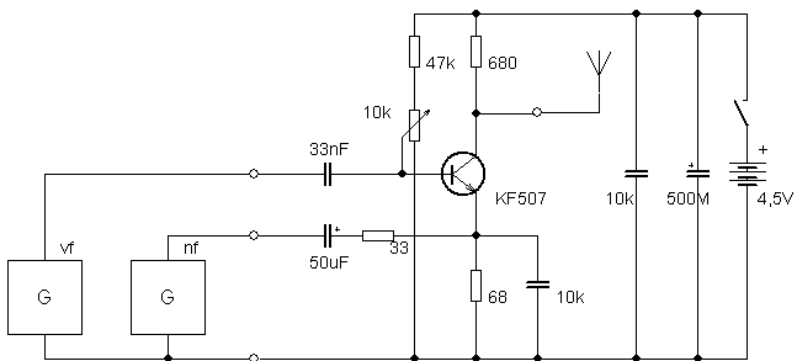
Citlivost rádia na rušení

V blízkosti rádia spusťte levnou nabíječku dobíjecích baterií se spínaným zdrojem. V podstatě každý spínaný zdroj je zdrojem rušení. Čím levnější, tím větší rušení. Kvalitní značkové zdroje jsou tak odrušené, že prakticky nic neslyšíte.

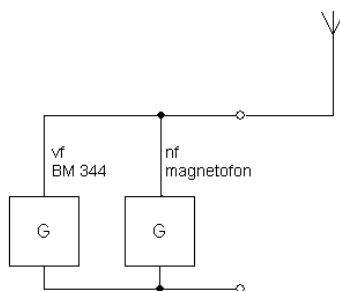
Spusťte v těsné blízkosti přijímače dálkové ovladač TV. Proudové impulsy napájějící IR diodu jsou opět zdrojem silného rušení.

Vlastní rozhlasové vysílání

Budeme potřebovat RC generátor na dostatečně vysoké frekvenci nejméně 200kHz, lépe však okolo 1 MHz. Velmi dobrý je BM344, ale vyhoví i školní BK124, modulátor a zdroj nízkofrekvenčního signálu např. kazetový magnetofon. Modulátor je přípravek, který lze sestavit na prkénku hřebíčkovou konstrukcí. Schema zapojení viz obr. 2.



Obr. 2 Schéma zapojení modulátoru pro pokusné vysílání na středních vlnách

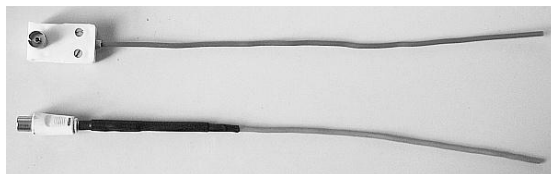


Obr. 3 Schéma propojení generátoru a magnetofonu

V případě použití elektronkového generátoru BM 344 není zapotřebí ani modulátoru a lze generátor spojit přímo s výstupem pro reproduktor z magnetofonu. Viz schéma na obr. 3. Jako anténu použijeme drát dlouhý 3 - 10 m. Vysokofrekvenční generátor nastavíme na frekvenci odpovídající zvolenému vlnovému rozsahu přijímače. Příjem signálu se projeví při naladění na frekvenci generátoru zvýšeným šumem. Pak zapneme magnetofon a hlasitostí výstupu nastavíme vhodně silný signál pro optimální modulaci, aby signál přijímaný rádiem byl silný a nezkreslený.

Pokusy s televizními vlnami

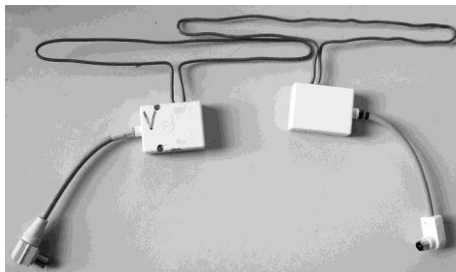
Potřebujeme klasický analogový televizní přijímač a videomagnetofon s vysoko-frekvenčním výstupem. Propojíme videomagnetofon s televizorem dvěma za sebou spojenými koaxiálními kabely. Tak aby bylo možno cestu signálu uprostřed přerušit. Pustíme video a naladíme na televizoru příslušný kanál. Je dobré, pokud televizor zobrazuje i číslo naladěného kanálu a známe tak frekvenci přenášeného signálu. Kabely rozpojíme. Signál okamžitě zmizí. Pak umožníme šíření signálu do prostoru. Ke koncům kabelu připojíme malé prutové antény. Signál se opět objeví.



Obr. 4 Prutové antény vysílače (horní) a přijímače (dolní)



Obr. 5: Detail konektoru vysílací antény (vlevo) a přijímací antény (vpravo)



Obr. 6 Vysílací dipól vlevo a přijímací dipól vpravo připojený přes symetri-zační člen skrytý v bílé krabičce ke koaxiálnímu kablíku s konektorem

Více energie do prostoru i silnější signál do přijímače dostaneme použitím půlvlnného dipólu, kterým zakončíme jak kabel od videa, tak i kabel k anténě televizoru. Dipól má také výrazně směrový příjem, což umožní řadu pokusů.

Vlastní televizní vysílání

Koaxiální kabel od televizního přijímače připojíme k dipólu pomocí symetrizačního členu který umožní připojení a impedanční přizpůsobení dipólu ke koaxiálnímu kabelu. Viz obr. 6. Výstup bývá zakončen přímo konektorem se středovým kolíčkem a není tedy problém jej připojit přímo ke kabelu vstupu televize. Příjem tedy máme. Nyní vysílání. Jako vysílač bude sloužit videomagnetofon. Jeho výstup zakončíme anténou a tím dostaneme signál do prostoru. I zde je nutný symetrizační člen mezi koaxiálním kabelem a dipólem. Přívod ke tomuto členu je nutno zakončit souosým konektorem s centrální dutinkou. Viz obr. 5. Máme-li zakončen kabel od výstupu videa dipólem, můžeme začít vysílat. Při všech pokusech je třeba mít dostatek prostoru, protože vlny odražené od předmětů kolem nás mohou výsledek pokusu zcela změnit.

Směrovost vysílání a příjmu dipólů

Dipóly namíříme proti sobě a vzdálíme asi na dva metry. Pozorujeme, že přenos pokračuje. Jeden z dipólů namíříme mimo. Přenos se výrazně zhorší, nebo zanikne.

Absorpce

Nastavíme antény na dobrý přenos signálu. Pak mezi ně vkládáme různé materiály, případně se mezi ně postavíme sami. Dielektrikem signál prochází, vodičem ne, člověkem špatně.

Odraz

Antény namíříme šikmo do prostoru. Přenos je nekvalitní nebo žádný. Do vhodného místa umístíme odraznou desku. Přenos se výrazně zlepší.

Polarizace vlnění

Jeden z dipólů otočíme do svislé polohy. Přenos se výrazně zhorší, nebo zcela zanikne. Budou-li oba dipóly ve svislé poloze, přenos se obnoví.

Interference a měření vlnové délky

Antény dáme asi 1,5 m od sebe tak, aby kvalita přenosu byla ještě dostatečná. Těsně za vysílací anténu umístíme vodivou odraznou desku. Příjem se výrazně zhorší. Přímá a odražená vlna jsou v protifázi. Posuneme-li odraznou desku od vysílací antény o polovinu vlnové délky, signál se opět výrazně zhorší. Tuto vzdálenost změříme a určíme tak vlnovou délku. Jestliže víme na kterém kanálu přijímáme videesignál, pak známe jeho frekvenci. Tabulka frekvencí je třeba na [2]. Známe-li frekvenci a vlnovou délku, snadno určíme rychlost šíření EMV.

Poznámka

Veškeré vysílání podléhá zákonu o provozování těchto zařízení a nelze vysílat bez povolení. Proto důrazně doporučuji co časově omezit pokusy jen na předvedení daného jevu a rozhodně nezvyšovat vyzářovaný výkon nějakými dalšími úpravami.

Literatura

[1] <http://www.radiokomunikace.cz/>

[2] <http://www.dx.cz/modules.php?name=News&file=article&sid=188>

Využití systému firmy Vernier při řešení úloh

JAROSLAV REICHL¹⁾, PŘEMYSL ČERNÝ²⁾

Střední průmyslová škola sdělovací techniky Panská, Praha¹⁾, 2)

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha¹⁾

Příspěvek vznikl za podpory grantu GAUK č. 374711.

V rámci studia fyziky je nutné také provádět kvantitativní měření fyzikálních veličin. Toto měření může v řadě případů žákům (resp. studentům) nebo učitelům usnadnit použití dataloggeru LabQuest od firmy Vernier a sada čidel různých fyzikálních veličin. V příspěvku budou popsány některé možnosti použití tohoto systému.

Úvod

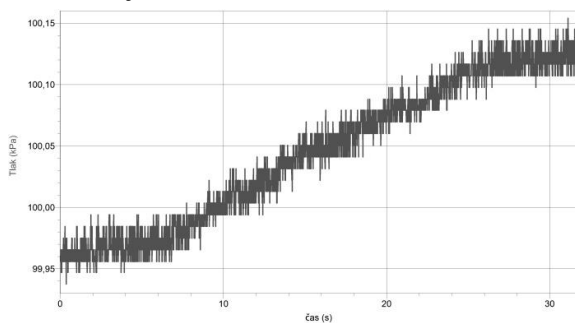
Jak jsem již zmínil v příspěvku [1], pomůcky od firmy Vernier mají tu výhodu, že práce s nimi je velmi snadná a žáci (resp. studenti) se s nimi velmi brzy naučí pracovat. Navíc čidla určená pro měření řady fyzikálních veličin umožňují v řadě případů proměřit závislosti, jejichž proměřování by bylo ve školní praxi nevhodné (zdlouhavá práce, pracnější vyhodnocování získaných dat, ...). Proto práci s těmito čidly do výuky zařazuji v těch částech fyziky, v nichž jsem přesvědčen, že mohou přinést žákům nový pohled na zkoumanou problematiku či přesné hodnoty fyzikálních veličin vhodné pro ověření resp. potvrzení studovaného jevu.

Úlohy vhodné pro použití systému Vernier

Ne pro všechny experimenty nebo úlohy, které se žáky řešíme, je použití čidel a dataloggeru firmy Vernier vhodné. Jsou ale úlohy, které s využitím tohoto systému mohou donutit žáky zopakovat si probíranou látku tak, aby byli schopní vymyslet, jaká čidla budou potřebovat a jak měření sestavit, a dát si do souvislosti znalosti probírané separátně. Navíc, jsou-li čidla dostupná v kabinetu fyziky, lze je použít i aktuálně bez předchozí přípravy na práci s nimi (např. při referátech žáků, dotazech k probírané látce, ...).

Torricelliho experiment

Při probírání atmosférického tlaku vzduchu většinou žákům za jejich vydatné pomoci ukazují Torricelliho experiment (viz např. [4]), kterým byla prokázána existence atmosférického tlaku (resp. atmosférické síly) vzduchu. Žáci na vlastní oči vidí, že atmosférická síla udrží ve svislé hadici přibližně 10 metrů vysoký sloupec vody (ve skutečnosti je to vlivem vnitřního tření vody, její viskozity, ... méně). Tomuto vodnímu sloupci odpovídá normální atmosférický tlak, tj. přibližně 100 kPa. Je ale rozdíl atmosférického tlaku mezi dolním a horním koncem svislé 10timetrové hadice 100 kPa? Není! Jednak je možné velmi jednoduchou argumentací doložit, že tato úvaha je nesmyslná, a pak je možné se s využitím sondy barometr a LabQuestu přesvědčit, že uvažovaný rozdíl tlaků činí přibližně 200 Pa. Sonda spolu s LabQuestem byla zavěšena na dolním konci hadice, který byl opatrně spouštěn z okna ve výšce necelých 10 m nad okolním terénem. Závislost atmosférického tlaku na čase během popsání spouštění hadice z okna je zobrazena na obrázku 1.



Obr. 1 Graf závislosti tlaku na čase při poklesu hadice s vodou z okna

Tuhost pružiny

Tuhost pružiny je pro praktické využití pružin důležitá veličina a je proto nutné, aby žáci měli představu o její hodnotě pro konkrétní typ pružiny. S využitím čidla polohy, siloměru a LabQuestu firmy Vernier a délkového měřidla je možné tuto fyzikální veličinu naměřit. A dokonce si tak mohou žáci ujasnit důležité fyzikální veličiny popisující mechanické kmitání.

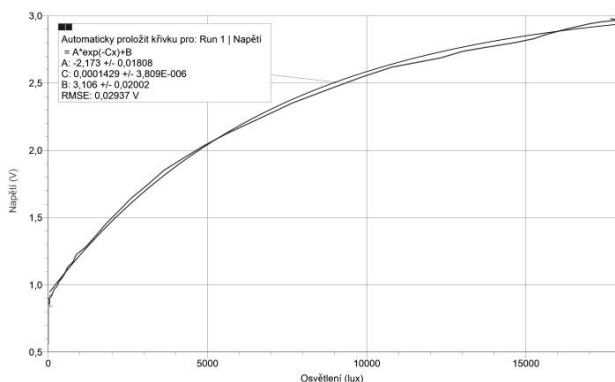
Na pružinu zavěsíme těleso takové hmotnosti, aby toto těleso na dané pružině dobře kmitalo. Pomocí čidla polohy, které umístíme pod kmitající těleso, naměříme závislost okamžité polohy na čase. Na základě této závislosti lze buď

přímo v LabQuestu nebo v programu LoggerPro odečíst periodu kmitání tělesa. Ze známé hmotnosti (určené např. pomocí čidla siloměr) již můžeme na základě hmotnosti tělesa a periody jeho kmitání určit tuhost pružiny. Detailně je tento experiment popsán v [1].

Takto získanou hodnotu tuhosti pružiny je pak možné ověřit druhou metodou, která vyplývá z rozboru sil působících na těleso zavěšené na pružině. Stačí změřit prodloužení pružiny vlivem zavěšeného tělesa a uvědomit si, že toto prodloužení způsobila tíhová síla tělesa. A z úvahy, že síla způsobující prodloužení pružiny je přímo úměrná prodloužení pružiny a její tuhosti, lze určit tuhost pružiny. Obě metody přitom dávají srovnatelné výsledky a žáci si při tomto experimentu zopakují důležité souvislosti fyzikálního popisu mechanického kmitání.

Vlastnosti polovodičů

Dalším tématem, ve kterém lze velmi dobře využít soupravu firmy Vernier, je zkoumání vlastností polovodičů. S čidly ampérmetr a voltmetr lze pohodlně proměřit voltampérové charakteristiky běžně používaných polovodičových součástek (dioda, termistor, ...), s využitím luxmetru a teploměru pak lze proměřit např. závislost napětí solárního panelu na jeho osvětlení (obr. 2), závislost odporu termistoru na teplotě a další závislosti. Podrobně jsou metody měření těchto závislostí popsány v příspěvcích [3].



Obr. 2 Graf závislosti napětí solárního panelu na jeho osvětlení

S využitím těchto závislostí lze snáze objasnit princip činnosti daných součástí i společně se žáky domyslet jejich možná použití v praxi.

Dlouhodobé měření

Někdy je nutné, především pro vědecké účely (nebo studentské referáty), data měřit dlouhodobě, nestačí pouhé aktuální krátkodobé měření ve třídě. Pro tyto účely jsme vytvořili intuitivní program Flower Safeguard. Nabízí řadu pro tyto účely užitečných funkcí. Samotný program se skládá ze dvou částí – klientská část, která je nainstalovaná na pevném počítači uživatele programu, a serverová část, která je umístěna na zvoleném serveru (v našem případě na serveru [6]). Jakmile uživatel zahájí v klientské části na počítači měření hodnot z připojených zařízení, data se asynchronně (pomocí vytvoření nového programového vlákna) odešlou na zvolený server pomocí jeho API. Na serveru se pak data dále ověřují a podle potřeby zpracovávají.

Data se ukládají do databáze typu MySQL. Celá serverová část je postavena na jazyku PHP a frameworku .Nette s využitím notace JSON pro odezvu klientské části. Tato druhá část programu je napsána v jazyce C++ s využitím Windows API (program je tedy určen pro operační systém Windows), vlastních programových knihoven od firmy Vernier (SDK - viz [5]). Data se s využitím internetu odesílají na server pomocí knihoven CURL a funkce pro šifrování MD5. Program zajišťuje také podporu znakové sady UTF-8.

Teplotní rozdíly

Jedním z mnoha využití právě popsaného programu je měření teploty. Dlouhodobě lze například sledovat změnu teploty v pokoji během dne, ve kterém je umístěný přístroj náchylný právě na teplotní změny. Program během měření automaticky posílá data na server, kde se vyhodnocují. Pokud by nastaly určité předem nadefinované změny, může být uživatel o těchto změnách upozorněn např. pomocí jeho e-mailové adresy, takže ani nemusí být během měření přítomen. Data se na serveru ukládají, lze pak tedy sledovat změny hodnot měřené veličiny během celého dne, a to přehledně v grafu.

Mechanické kmitání

Pro dlouhodobé měření je také vhodný pokus s kmitajícím tělesem. Pomocí čidla polohy lze sledovat pozici kmitajícího tělesa do té doby, než přestane

kmitat. Pak bude uživatel upozorněn určitým způsobem (podle definice na serveru). Naměřená data lze poté využít např. pro zkoumání odporu vzduchu během kmitání.

Závěr

Systém Vernier je tedy pro své snadné ovládání, množství dostupných čidel a kvalitní úroveň výstupu velmi vhodným nástrojem pro měření fyzikálních veličin. Pro příznivce klasických pomůcek (běžné multimetry, teploměry, ...) se může tento systém zdát až příliš přívětivý (řadu výpočtů zvládne datalogger nebo program LoggerPro provést za uživatele) a tím tedy pro žáky nevhodný (žáci nemusí zdánlivě víc pracovat ani přemýšlet). Ovšem opak je pravdou: chtějí-li žáci naměřit správné hodnoty zkoumaných fyzikálních veličin, musejí si dobře promyslet, co a jak budou měřit (např. při měření okamžité velikosti síly, kterou působí těleso kmitající na pružině zavěšené na siloměru systému Vernier na toto čidlo, je velmi nutné provést správně rozbor sil, neboť jinak budou žáci pracovat s chybně interpretovanými výsledky). Skutečnosti, že se jedná o digitální přístroj, se není nutné obávat, neboť jak učitelé, tak žáci s ním práci zvládnou velmi rychle.

S možností vzdáleného měření, které v rámci ročníkové práce navrhl Přemysl Černý, se nabízejí další možnosti využití tohoto systému. A to nejen na ukázky „školních“ měření, ale i pro praktické využití.

Literatura a zdroje

- [1] Reichl J.: *Experimenty se systémem firmy Vernier*. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 15. Ed.: Drozd Z. Prometheus Praha 2010, s. 191 - 197.
- [2] <http://www.vernier.cz/>
- [3] <http://www.jreichl.com/fyzika/vernier/vernier.htm>
- [4] http://jreichl.com/fyzika/studenti/09m/atmosfericky_tlak.htm
- [5] <http://www.vernier.com/diy/programming.html>
- [6] <http://lore.injectionsoft.com/sign/in>

Silozpyt na šikmé ploše

MIROSLAV STANĚK

Pedagogická fakulta JČU, České Budějovice

Anotace

Autor se zamýšlí nad možnými přístupy výuky problematiky silového působení na těleso umístěné na nakloněnou rovinu. Coby nejefektivnější, shledává metodu počátečního experimentu s následným zasazením do teoretického rámce.

Dovolte mi, abych hned v úvodu předeslal, že tento příspěvek nebude referovat o žalostném stavu vědomostí a přístupu dnešních žáků k fyzice a přírodním vědám vůbec. Ačkoli s touto otázkou můj referát, svým způsobem také souvisí. Předmětem následujícího příspěvku budou původní významy slov jeho provokativního názvu. Pokusíme se tedy demonstrovat silové působení na těleso umístěné na nakloněné rovině a zamyslíme se, jaké metody výuky k této problematice vedou.

Inspirací ke vzniku této úvahy, byla mi věta, kterou pronesl pan profesor filosofie (Zdeněk Řehoř) ve filmu Dobří holubi se vracejí (režie Dušan Klein, 1988): „Jednou jsem fyziku suploval v osmičce, brali nakloněnou rovinu. Dodnes si pamatuju, že na nakloněné rovině se těleso udrží v klidu tolikrát menší silou, než je jeho tíha, kolikrát menší je výška nakloněné roviny, nežli její délka. Hm! Říká Vám to něco? Pořád tomu nerozumím... četl jsem tu definici snad dvacetkrát... Nic mi neříkala... Znáte ten pocit, že teď se zblázníte?“

Pocit náhlé psychické nestability zná zajisté každý, kdo někdy předstoupil před třídu dětí se snahou poodhalit jim něco z tajů přírody. Ještě horší je ale pocit, kdy VÍTE, že Vaše snaha zaujmout marně naráží na zeď lhostejnosti, když vidíte, že děti látkou prostě nezaujmete, a to i kdybyste se (nakonec doopravdy) zbláznili! Na druhou stranu, pravdou zůstává, že suchopárným teoretickým výkladem, jehož ukázkou jsem citoval výše, by bylo lze uspat i většinu těch, kteří se o fyzikální vlastnosti světa kolem sebe zajímají, a rádi by se něco nového dozvěděli!

Je několik způsobů, kterak děti s problematikou tělesa na nakloněné rovině seznámit. Hrubě je rozdělíme do třech základních metodologických skupin.

První – naučte se výše uvedenou definici z paměti. Tato metoda, původem nejstarší, má šanci, že si látku děti zapamatují, nikdy ji však opravdu nepochopí a tudíž NEPOZNAJÍ. (Všichni si ze školních tříd jistě pamatujeme nějakou tu „fyzikální“ či „chemickou“ „básničku“, jejíž podstatu jsme – zda vůbec – pochopili až v mnohem pozdějším věku. Od dob tereziánských školních reforem do dnešních dnů tato osvědčená metoda výuky doznala vlastně jen té změny (stran její účinnosti a pochopení), že definice je možné citovat česky, nikoli v latině, jak bývalo zvykem v piaristických gymnáziích.

Druhá metoda již více pracuje s pojmem pochopení. Učitel žákům teoreticky odvodí vzájemné silové vztahy tělesa působící na nakloněnou rovinu (a nakloněné roviny působící na těleso). Nástroji jsou mu povětšinou tradiční křída a tabule. Pomocí nich učitel sestojí obrázek nakloněné roviny, vektorově vyznačí jednotlivé síly a z podobnosti trojúhelníků (navazujíc na žákovi nabyté základní znalosti z oblasti goniometrie: „...ale pane učiteli, to jsme v matice ještě nebrali ...“) odvodí ono zaklínadlo, že „Ef rovná se emgé sinus alfa“... (obr. 1.) V lepším případě učitel nelení (v horším na to opravdu už čas nezbuďte) a pomocí nakloněné roviny (lavice) a tělesa (učebnice) pokus demonstruje. Knížka se po lavici rozpohybuje tím snáze, čím větší sklon lavice má ... Takovýto ověřovací „pokusem“ je pak platnost dříve odvozené – teoretické zákonitosti potvrzena a svět si může oddychnout, že fyzika i pro dnešek svou platnost uhájila. Je zřejmé, že oproti prvnímu příkladu je zde podstatně navýšen prvek názornosti. Žáci mají nakloněnou rovinu před sebou, byť „pouze“ nakreslenou. Otázkou zůstává, kolik z nich geometrickou podstatu problému pochopilo, tj. kolik žáků je schopno odvozovací postup učitele zopakovat v tomto ryze teoretickém pojmovém rámci. (Nad hodnotou „ex post“ verifikačního experimentu se zamyslíme jinde.)

Třetí možností, jak žákovi danou problematiku nastínit, je způsob apriorního experimentu s následujícím induktivním způsobem vystavení dalšího poznání. Prostě: začít nějakým jednoduchým pokusem a vhodnou volbou motivačních otázek se pokusit přimět žáka k tomu, aby zákonitost, kterou se zabýváme, opravdu sám odvodil, vymyslel, vynalezl. V daném případě nakloněné roviny bychom na to mohli jít např. takto:

- 1) Sestavte lavici dle obrázku.
- 2) Na jeden konec dráhy připevněte senzory síly a senzor rotace.
- 3) Na siloměr uvažte voziček.
- 4) Na senzor rotace připevněte kyvadlo – závaží a zajistěte, aby mohlo vždy mířit svisle k zemi.

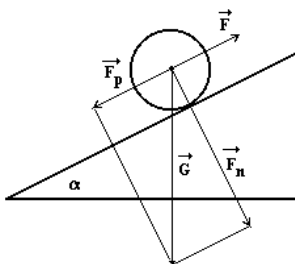
- 5) Nastavte vzorkovací frekvenci na 5 Hz.
- 6) Zvyšujte úhel nakloněné roviny, sledujte, jak se mění síla, kterou působí vozíček na siloměr.

Pokud se vám podaří dráhu zvedat natolik pomalu, že Vám kyvadélko úhloměru divoce nerozkmitá a nerozptýlí tak data nad únosnou mez, dostanete následující grafickou závislost tahové síly na úhlu nakloněné roviny: obrázky 4. a 5. (po změně měřítka).

Takováto naměřená závislost, nám nyní může posloužit jako základ dalšího poznávacího procesu. Poté, co proložíme naměřené body goniometrickou funkcí sinus, můžeme dětem zopakovat, cože vlastně znamená ona matematická poučka „sinus je poměr protilehlé odvěsny ku přeponě“... Zde teprve nastává skutečné propojení žáky již nabytých vědomostí. Děti sinusovku fyzicky zkonstruovaly a z grafu a čísel dobře sami vidí, že čím výše se s nakloněnou rovinou dostanou (odvěsna roste, přepona zůstává táž), tím větší silou vozíček působí! Funkce sinus tak v tomto případě dostává skutečně „hmatatelný“ rozměr a podstatu. Pomocí několika jednoduchých „hejblátek“ si sinusovku reálně sami zkonstruuje, podívejme se, jak nám ji tahová síla na siloměru sama krásně vykresluje! Nyní přichází čas křídý a tabule, čas pro nakreslení pravoúhlého trojúhelníku a odvozovací vztahy. Teoretický rámec se zasnoubí s čerstvě nabytým fyzikálním (a fyzickým) poznatkem, a v lepším případě spolu zplodí poznání, jež se uhnízdí v mysli dětí. Možná ne natrvalo, ale jistě déle, nežli výsledky dvou předchozích uvedených metod!

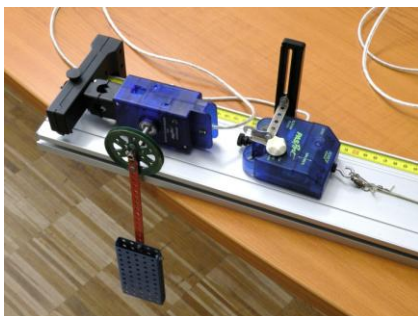
Úskalí: Modifikace – jistě jste si všimli, že výše uvedená konfigurace pokusu dovoluje proměřit pouze čtvrt periody očekávané funkce sinus. Na tomto místě je třeba přiznat, že i zde je zapotřebí žákovy dobré vůle k tomu, aby uvěřil, že se jedná skutečně o sinus (a nikoli např. o „nahore ohnutou přímku“). Teoreticky nic nebrání konstrukci celé periody dané funkce. V případě, že bychom místo lanka a vozíčku na dráze použili nějaký pevný závěs (tyčku) a těleso umístěné např. v dutém hranolu, mohli bychom proměřit celých 360 stupňů. Otázkou však zůstává, nakolik by byl experiment touto další přidanou technikou ovlivněn. (Hmotnost závěsu, tření mezi dráhou a tělesem – vozíček s kolečkama na obou stranách? apod.) Co se týče vlivu hmotnosti tělesa na amplitudu funkce sinus, modifikace dosáhneme celkem snadno – přidáním závažíčka a dalším proměřením síly napříč všemi úhly v rozmezí $0 - 90^\circ$).

Pozn. Pokus byl realizován pomocí systému PASCO a to za pomoci následujících senzorů: Senzor rotace PS-2120, senzor síly PS-2104, připojených ve dvouvstupém rozhraní SPARKlink PS-2009. V programu DataStudio, ve kte-



rém byla úloha vytvořena, je možno nastavit, že úhloměr bude s každým novým měřením počítat posun od nuly (0°). Siloměr se nuluje pomocí tlačítka TARA, které je umístěno na jeho povrchu. Pokus je možno stáhnout z webových stránek www.pasco.cz.

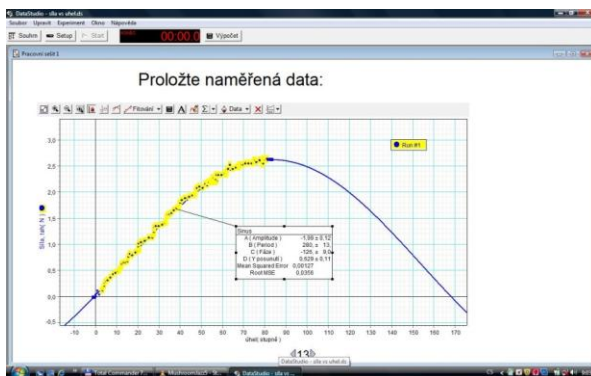
Obr. 1 F_p – Síla pohybová, G – síla gravitační, F – tahová síla, F_n – normálová síla



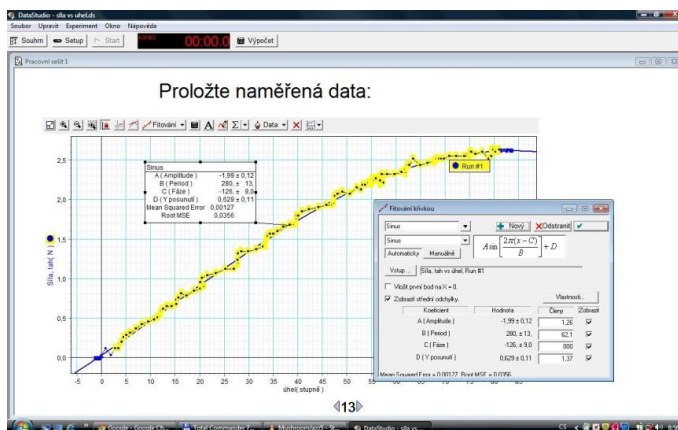
Obr. 2 Sensor rotace (zde jako úhloměr) a sensor síly, umístěné na dráze simulující nakloněnou rovinu



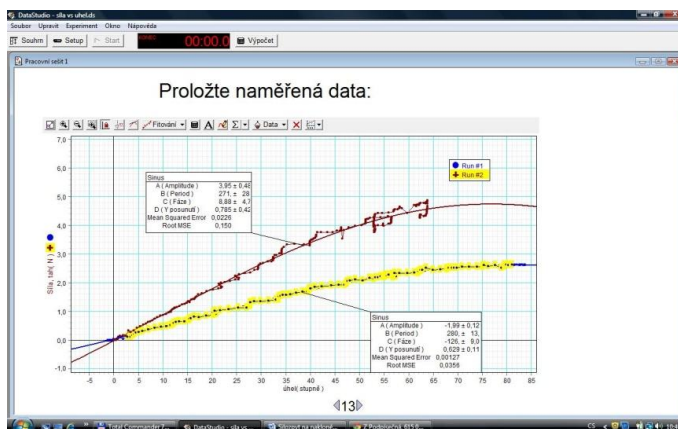
Obr. 3 Pomocí lanka je na siloměr připevněn voziček. Kyvadlo na senzoru rotace míří vždy ve směru gravitační síly.



Obr. 4 Naměřená data, proložena fitovací funkcí sinus



Obr. 5 Čtvrt perioda goniometrické fce sinus. Program DataStudio umožňuje určení všech parametrů goniometrické funkce, vč. Jejich zasazení do matematického předpisu funkce



Obr. 6 Projev změny hmotnosti. Na vozíček jsme přidali závaží

Demonstrační pokusy z elektřiny a magnetismu

ZDENĚK ŠABATKA

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

Tento článek se zabývá demonstračními pokusy z elektřiny a magnetismu z hlediska (budoucí/ho) učitelky/učitele fyziky. Jsou zde shrnuty poznatky, které vyšly najevo při drobném dotazníkovém šetření mezi pedagogickou veřejností v rámci inovace vysokoškolského kurzu „Praktikum školních pokusů 2“¹ na MFF UK v Praze. Tento seminář je určen právě studentům učitelství fyziky a jeho cílem je především seznámit se základními pokusy, které je vhodné použít při výuce výše zmíněného tématu. V článku je tento předmět krátce popsán. Text rovněž popisuje nově vytvářené materiály, které pokusy doplňují a které budou dostupné nejen studentům MFF, ale i dalším budoucím a současným vyučujícím.

Praktikum školních pokusů 2

Stejně jako na každé vysoké škole, kde se připravují budoucí učitelé fyziky, i na MFF existuje seminář, který připravuje studenty na experimentální část jejich budoucí profese. Na MFF za tímto účelem funguje série cvičení „Praktikum školních pokusů 1 - 4“², přičemž první dvě jsou povinná a studenti je absolvují postupně v první a druhém semestru navazujícího magisterského studia. PŠP 1 je zaměřeno na pokusy z mechaniky, termiky, kmitání, vlnění, optiky a je zde část věnována pokusům podporovaných počítačem. Naproti tomu PŠP 2 je zaměřeno pouze na pokusy z elektřiny a magnetismu.

Na příkladu PŠP 2 popíšeme fungování těchto seminářů. Studenti jsou děleni do skupinek (nejčastěji do dvojic) v nichž každý týden pracují na pokusech z vybrané kapitoly. PŠP 2 je členěno do osmi oblastí: (1) Elektrostatické pole; (2) Vedení proudu v kovech, kapalinách a plynech; (3) Vedení elektrického proudu v polovodičích; (4) Magnetické pole; (5) Elektromagnetická indukce; (6) Střídavé proudy; (7) Netočivé a točivé elektrické stroje; (8) Elektromagnetické kmity a vlny, sdělovací technika.

¹ Dále zkráceně PŠP 2.

² Anotace jednotlivých předmětů lze najít ve studijním informačním systému MFF [1-4].

V každé z těchto oblastí studenti pracují na množství pokusů. Vždy jsou stanoveny povinné úlohy (v průměru 15) a pro rychlejší studenty i několik volitelných. Jedna vyučovací jednotka trvá čtyři klasické vyučovací hodiny a na jejím konci vždy jeden student/ka vystoupí před ostatními se svou prezentací vybraného pokusu.

Náměty na experimenty studenti čerpají ze skript [5-7], která k daným předmětům přísluší. Avšak díky množství pokusů obsažených ve skriptech není vždy možné, aby popis pokusů byl co nejdetailnější. Navíc se s postupem času ve výuce fyziky na školách stále více využívá ICT a nejrůznějších dataloggerů. Varianty pokusů používající těchto moderních technologií tak ve skriptech stále více chybí. Rozhodli jsme se proto některé používané pokusy revidovat, případně přidat jiné, které více odpovídají dnešnímu vybavení učitelů fyziky. Všechny nové materiály navíc zpracováváme v digitální formě a publikujeme na nových internetových stránkách semináře [8], viz níže.

Dotazník k demonstračním pokusům z elektřiny a magnetismu

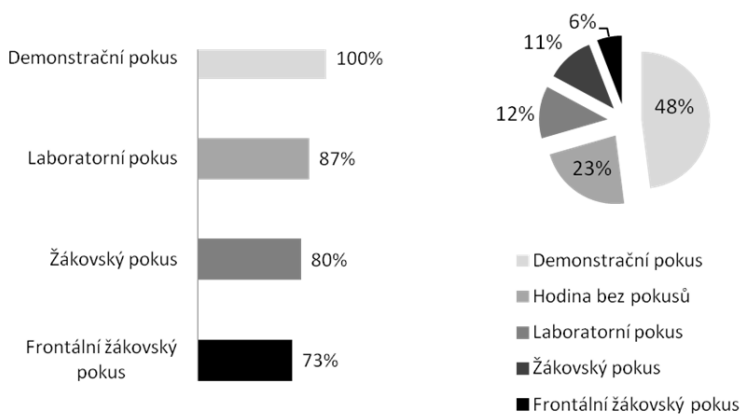
Před samotnou prací na pokusech jsme se rozhodli vytvořit jednoduchý dotazník [9] pro absolventy semináře a učitele/učitelky fyziky v praxi. Jak se později ukázalo, studenti se této akce nezúčastnili (vyplnil jej pouze jeden student letošního kurzu) a z dotazníku se tak stal spíše drobný průzkum mezi učiteli. Dotazník vyplnilo celkem 16 učitelů s průměrnou dobou praxe 16 let, přičemž 12 z tohoto počtu byli absolventi MFF. I při tomto nevelkém množství jsme získali zajímavé informace.

Formulář je samozřejmě stále aktivní a sbírá informace, takže pokud budete chtít i Vy přispět se svými názory a zkušenostmi, budeme velmi rádi. Výsledky dotazníku budou trvale umístěny³ na stránkách předmětu PŠP 2 a budou tak dostupné studentům učitelství.

Zastoupení demonstračních pokusů v hodinách fyziky

V rámci dotazníku jsme se ptali na to, které typy experimentů ve svých hodinách provádí (graf 1) a v kolika procentech hodin se studenti s daným typem pokusu setkají (graf 2).

³ V případě přibývajících údajů budou samozřejmě aktualizovány.

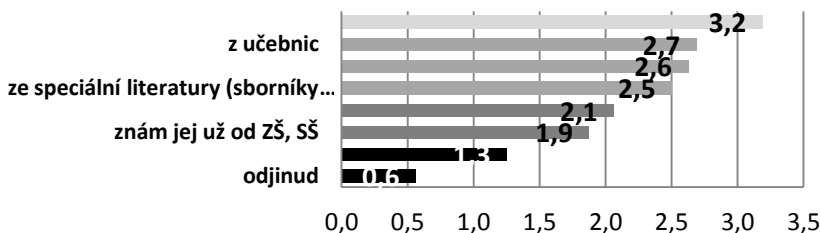


Graf 1 Relativní množství učitelů, kteří používají daný pokus

Graf 2 Relativní množství hodin obsahující daný typ aktivity

Zdroje informací, které učitelé používají při přípravě pokusů

Užitečnou informací je rovněž, které zdroje považují učitelé za dobré a které používají. Zeptali jsme se proto, jak je daný zdroj informací pro ně důležitý – úkolem bylo ohodnotit zdroje z nabídky body 0-5, kde 5 je nejlepší hodnocení. Zprůměrováním jsme dostali následující graf.



Graf 3 Hodnocení zdrojů demonstračních pokusů z elektřiny a magnetismu

Mimo obecné otázky jsme se ptali i na zcela konkrétní zdroje – hledali jsme vítěze pomyslné soutěže o nejpoužívanější zdroj demonstračních experimentů. Učitelé mohli vybrat čtyři zdroje pokusů, které využívají. Ty častější zdroje shrnuje následující výčet. Číslo v závorce vždy určuje počet hlasů.

- (6) Veletrhy nápadů učitelů fyziky + příslušné sborníky
- (6) Svoboda E., Pokusy z fyziky na střední škole 3, Prometheus
- (3) Lepil O., Šedivý P., Fyzika pro gymnázia (Elektřina a magnetismus), Prometheus
- (3) Svoboda M. a kol., Praktikum školních pokusů (skripta MFF)
- (3) Semináře Heuréky (<http://kdf.mff.cuni.cz/heureka>) + související materiály
- (2) <http://www.fyzweb.cz>
- (2) <http://fyzika.jreichl.com/>

Základní pokusy v jednotlivých tématech

Další zajímavou otázkou, kterou si dle našeho názoru musí položit každý učitel je, co v probírané látce a v informacích a dovednostech, které se snaží studentům předat, je důležité. Obrátili jsme se proto na učitele s otázkou „který pokus by v daném tematickém celku neměl být nikdy vynechán“. Získali jsme odpovědi, které shrnuje tabulka 1.

V některých případech jsme navíc dostali krásné detailní popisy pokusů. Zde uvádím neupravené verze alespoň tří:

- *Princip kondenzátoru - dvě varianty: nabíjení plechového koše na odpadky a následné vybití přes zářivku nabíjení kondenzátoru (zakoupená součástka) přes LED a následné vybití přes druhou LED (LED jsou spojené antiparalelně k sobě); vhodné i pro samostatnou práci žáků*

[k tématu „Elektrostatika“]

- *Vznik el. napětí přiklapanutím uzavřeného jádra s plochým magnetem na cívku o vysokém počtu závitů - na vývodech zabrní do rukou.*

[k tématu „Elektromagnetická indukce“]

- *Zde mi připadá strašně důležité využívat analogie mezi elmag. kmitáním a mechanickým kmitáním (pružinový oscilátor), pro vlnění např. struna na kytarě (stojaté vlnění) ve srovnání s kmitnami a uzly na Lecherově vedení => buď jednoduchý pokus na kmitání (pružinový oscilátor), nebo Lecherovo vedení (mám k dispozici, takže není problém), pro ty co nemají k dispozici, bych doporučil mikrovlnku. Jeden pokus pro mne - Lecherovo vedení (kmitny, uzly)*
- [k tématu „Elektromagnetické kmitý a vlny, sdělovací technika“]

Elektrostatické pole		Elektromagnetické děje	
Vlastnosti elektrického náboje	8	Elektromagnetická indukce – vzájemný pohyb magnet a cívka	12
Elektrostatická indukce	5	Elektromagnetická indukce pomocí změny proudu v primární cívce	3
Elektrický proud v kapalinách a plynech		Střídavý proud	
Ohmův zákon	8	Model generátoru střídavého napětí	4
Elektrický proud v kapalině závisí na množství volných nosičů náboje (voda vs. osolená voda)	6	Sériový RLC obvod	2
Vedení elektrického proudu v polovodičích		Netočivé a točivé elektrické stroje	
Diodový jev (propustný a závěrný směr)	7	Elektromotor	5
VA charakteristika diody	6		
Magnetické pole		Elektromagnetické kmity a vlny, sdělovací technika	
Oerstedův pokus	10	Pokusy s Lecherovými dráty	3
Zobrazení magnetických indukčních čar	3	Pokusy s mikrovlnou aparaturou	3

Tabulka 1 Pokus, který bych v daném tematickém celku nikdy nevynechal/a. Každé téma obsahuje dvě nejčastější odpovědi s počtem hlasů.

Materiály (nejen) pro budoucí učitele, aneb zpět k PŠP 2

Ke všem revidovaným pokusům jsou postupně doplňovány metodické materiály pro učitele – krátká motivace, textový návod na provedení pokusu, většinou dvě krátká videa (příprava a provedení pokusu), vysvětlení pozorovaného jevu doplněné obrázky, případně pracovní list pro studenty a odkazy na další související materiály.

Všechny tyto materiály jsou publikovány v rámci již zavedené „Sbírký řešených úloh z fyziky“ [10], která vzniká na naší katedře a ve které je do budoucna plánována nová sekce věnovaná právě pokusům. Z rozhraní sbírký tak pokusy

zatím nenalezneme, odkazy na ně jsou však zveřejňovány na stránkách PŠP 2 [8].

Z důvodu úspory místa nepřikládám ukázky návodů, ty je možné snadno dohledat v plné verzi na internetu.

Závěr

Věřím, že výše zmíněné výsledky dotazníku mohou být poučné nejen pro začínající učitele fyziky, ale i pro ty zkušenější. Jistě je důležité si stále uvědomovat co, jak a proč učím.

Naším dalším cílem je především vytvářet a ve výsledku doplnit všechny materiály pro PŠP 2, stejně jako zřídit samostatnou sekci pokusů v rámci „Sbírký řešených úloh z fyziky“.

Vznik tohoto příspěvku byl podpořen grantem FRVŠ 1120/2011: Experimenty pro seminář "Praktikum školních pokusů II".

Literatura

- [1] Anotace - Praktikum školních pokusů I
<https://is.cuni.cz/studium/predmety/index.php?do=predmet&kod=NDFY045>
- [2] Anotace - Praktikum školních pokusů II
<https://is.cuni.cz/studium/predmety/index.php?do=predmet&kod=NDFY046>
- [3] Anotace - Praktikum školních pokusů III
<https://is.cuni.cz/studium/predmety/index.php?do=predmet&kod=NDFY047>
- [4] Anotace - Praktikum školních pokusů IV
<https://is.cuni.cz/studium/predmety/index.php?do=predmet&kod=NDFY048>
- [5] Svoboda M. a kol.: *Praktikum školních pokusů I*. Karolinum, Praha, 1996.
- [6] Svoboda M. a kol.: *Praktikum školních pokusů II*. Karolinum, Praha, 1996.
- [7] Svoboda M. a kol.: *Praktikum školních pokusů III*. Karolinum, Praha, 1995.
- [8] <http://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/psp2>
- [9] http://kdf.mff.cuni.cz/~sabatka/dotaznik_demo_pokusy/
- [10] <http://www.fyzikalniulohy.cz>

Všechny odkazy citovány 4. 9. 2011.

Na Fyziku v Týmu (NAFTA)

VLASTA ŠTĚPÁNOVÁ A KOL.

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

Abstrakt

Celoroční týmová badatelská aktivita, probíhající kombinovanou formou (online kurz a prezenční soustředění) je určena pro studenty středních škol z celé ČR. Hlavní náplní je řešení otevřených fyzikálních úloh, experimentování a odborné diskuze nad problémy za podpory instruktorů a poradců. Vyvrcholením kurzu je účast týmu na mezinárodní soutěži Turnaj mladých fyziků. Tento kurz je součástí nabídky aktivit pro žáky vzdělávacího projektu Talnet - online k přírodním vědám realizovaného Matematicko-fyzikální fakultou UK (www.talnet.cz).

Jak aktivita probíhá? Kdo se jí může zúčastnit?

Jedná se o týmovou badatelskou aktivitu, která probíhá po celý školní rok. Do kurzu se mohou přihlásit studenti středních škol z různých míst České republiky. Výhodou tohoto kurzu je, že probíhá z větší části online formou, takže místo bydliště nehraje roli. Náplní kurzu je řešení otevřených fyzikálních problémů aktuálního ročníku Turnaje mladých fyziků, kterých je vždy 17. Kurz umožňuje studentům rozvíjet fyzikální znalosti nad rámec školní výuky.

On-line forma probíhá v prostředí kurzu na internetu, kde účastníci debatují o fyzikálních problémech s instruktory kurzu. Několikrát do měsíce probíhají tzv. online session, při kterých studenti konzultují svůj postup s garanty a diskutují o dalších možnostech řešení problémů. Nedílnou součástí kurzu je experimentování, měření a jeho následná analýza. Do kurzu jsou zapojeni odborníci z Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy a Fyzikálního ústavu Akademie věd, jejichž konzultací mohou studenti využít.

Kurz je také doplněn o několik prezenčních soustředění, jejich program se skládá z diskuzí nad problémy s odbornými poradci, experimentování, prezentování dosavadních výsledků fyzikálního bádání a činnosti na zlepšení prezentačních dovedností, nejen v češtině, ale také v angličtině. Ano, čtete dobře, angličtina je nedílnou součástí kurzu, protože prezentování úloh na Turnaji mladých fyziků probíhá právě v angličtině. Studenti dostanou podporu nejen ve

formě online nebo prezenčních setkání, ale mají možnost využívat ke svým výpočtům licenci softwaru Mathematica.

Vyvrcholením kurzu je účast na Turnaji mladých fyziků. Soutěž probíhá v rámci tzv. fyzbojů. Fyzboj je několikahodinové klání tří týmů. Jeden z týmu zastává roli reportéra, který prezentuje svoje řešení úlohy. Svoji prezentaci může doplnit provedením experimentu přímo na místě nebo ho ilustruje s pomocí videa a fotografií. Člen druhého týmu má roli oponenta, to je osoba, která se snaží upozornit na chyby a nedostatky v řešení reportéra, může reportérovi také klást otázky. A člen třetího týmu představuje reviewera, který shrnuje výsledky debaty obou předchozích.

Informace o právě proběhnuvším ročníku

Výběr účastníků kurzu *Na fyziku v týmu* se zúčastnil Turnaje mladých fyziků. Po odeslání písemných řešení úloh přišla na řadu jednotlivá kola soutěže a tzv. fyzboje (fyzikální souboje). Nejprve se tým Talnetu zúčastnil regionálního kola v Opavě, ve kterém porazil domácí opavský tým a tým z Brna. Díky tomu postoupil do celostátního kola v Kadani, kde obsadil 3. místo.

Již tradičně jsme se zapojili (spolu se studenty Gymnázia Christiana Dopplera z Prahy) do národního kola soutěže na Slovensku. Účastníci si tak mohli vyzkoušet prezentování svých prací před nezávislou fyzikální porotou, která je nejen ohodnotila, ale i dala případné další podněty ke zlepšování úloh a námětů k proniknutí do ještě větší fyzikální hloubky problémů.

Na začátku května jsme se zúčastnili středoevropského kola soutěže v rakouském Leobenu. Tohoto turnaje se účastnilo 12 týmů, byly zde týmy z Turecka, Íránu, Ruska, Běloruska, Slovenska a Rakouska. Umístili jsme se na pěkném 6. místě. Tento turnaj byl pro studenty velkou zkušeností, mohli srovnat síly se zahraničními kolegy, úroveň fyzbojů byla nesrovnatelná s republikovým kolem. Turnaj byl perfektně zvládnutý po organizační stránce a studenti získali motivaci do dalších let.

Letos měla premiéru akce Prátelský fyzboj – uskutečnila se začátkem června v Praze. Jejím cílem bylo představit aktivitu pozvaným učitelům fyziky, žákům školy ověřit si možnosti širší úlohy poroty. Výrazným rysem neformálního turnaje byla velmi aktivní šestičlenná odborná porota. Porotci nejen pokládali mnoho dotazů v části k tomu určené, byli také ochotni se studenty diskutovat o důvodech svého bodového hodnocení a navrhnout jim, jak by mohli úlohy lépe fyzikálně uchopit. Právě v tom se turnaj nejvíce lišil od soutěžních kol Turnaje

mladých fyziků. Akci pořádal Talnet ve spolupráci s Gymnáziem Christiana Dopplera a zúčastnili se jí 3 týmy. Konkrétně tým Talnetu, tým GCHD a slovenský tým, složený ze zástupců Fyzikálního korespondenčního semináře a Gymnázia J. Hronca. Akce byla účastníky hodnocena velmi kladně a doufáme, že se jí podaří uskutečnit i v příštím roce.



Přátelský fyzboj

NAFTA je pilotním projektem Talnetu

Talnet je projekt pro nadané mladé lidi (od 13 do 19 let) z celé České republiky, kteří mají zájem o přírodní a technické vědy. Projekt je určen také pro jejich učitele, pomáhá pedagogům v péči o nadané studenty. Hlavními typy aktivit v Talnetu jsou online kurzy (T-kurzy), práce na vlastních projektech, exkurze na odborná pracoviště s online přípravou (T-exkurze), společná soustředění, mezinárodní aktivity a strukturované hry pro jednotlivce i týmy.

Týmová badatelská aktivita Na fyziku v týmu je pilotní aktivitou, která nabízí příležitost vyzkoušet si svoje schopnosti zkoumat, experimentovat, vysvětlovat, prezentovat a obhajovat svá zjištění, modely, či tvrzení ve spolupráci mimořádně zvědavých žáků z různých škol celé ČR. Ačkoli spolupráce na dálku přináší určité komplikace, uplynulé čtyři roky ukázaly, že takto sestavené týmy podávají v soutěži Turnaj mladých fyziků výkony na špičce národní soutěže. Účast v Turnaji není jedinými cílem NAFTY, ale dává to celému kurzu vysokou dynamiku.

Získané zkušenosti s prací „distribuovaných“ týmů slouží k inovacím ostatních aktivit Talnetu, který je realizován Laboratoří distančního vzdělávání Katedry didaktiky fyziky Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze pod vedením S. Zelendy nepřetržitě od roku 2003.



Tým Talnetu na středoevropském kole v rakouském Leobenu

Přihlášení – není nic jednoduššího

Stačí vyplnit přihlášku na internetu a doplnit ji krátkou referencí, nejčastěji od učitele. Ale co je nejdůležitější, studenti se musí o této aktivitě nejprve dozvědět. Rozšiřte proto prosím povědomí o kurzu Na fyziku v týmu. Byla by škoda, kdyby se studenti, které zajímá fyzika, nezúčastnili Turnaje mladých fyziků jen kvůli tomu, že na své škole nenajdou dostatek podobně zaměřených kolegů. Najdou je ale určitě v kurzu NAFTA. Účast v tomto kurzu jim přinese celou řadu zkušeností, které mohou uplatnit i v praktickém životě.

Bližší informace zde

obecně o kurzu <http://www.talnet.cz/nft>

ukázky z kurzu <http://www.talnet.cz/ukazky-nafta>

přihláška do kurzu <http://talnet.cz/prihlaseni>

(termín podání přihlášek je do **24. září 2011**, ale do kurzu se lze zapojit i v průběhu roku)

Využití IBSE ve výuce fyziky

JOSEF TRNA

Pedagogická fakulta MU, Brno

Přírodovědný experiment je nutné organicky zařadit do vhodné výukové metody. Jednou z těchto metod je badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání (angl. Inquiry-Based Science Education = IBSE), jež má silný motivační efekt. Experimenty a praktické činnosti hrají klíčovou roli ve všech čtyřech úrovních IBSE: potvrzující, strukturované, nasměrované a otevřené bádání. Na konkrétních příkladech z výuky fyziky s využitím experimentů je prezentována podstata metody IBSE. Příprava přírodovědných učitelů v aplikaci IBSE je hlavním cílem evropského projektu PROFILES.

1. Úvod

Některé evropské univerzity uvádějí, že počet studentů hlásících se ke studiu fyziky poklesl od roku 1995 na polovinu [2]. Jedním z faktorů, který k tomuto stavu vede, může být způsob výuky fyziky a přírodních věd vůbec. Proto je třeba hledat inovace metod výuky, které povedou k zefektivnění výuky a ke zvýšení motivace žáků základních škol a studentů středních škol pro přírodní vědy. Pedagogické výzkumy ukazují, že jednou z vhodných inovačních výukových metod je **badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání** (angl. IBSE = Inquiry-Based Science Education). Výsledky výzkumů [8] potvrzují, že tato metoda je účinná, zvyšuje zájem žáků a studentů o studium přírodních věd a zároveň stimuluje i motivaci učitelů. IBSE je efektivní pro všechny typy žáků a studentů: od nejslabších po nejschopnější (včetně nadaných), chlapce i dívky a také všechny věkové kategorie.

2. Otevřené učení

Důležitým aspektem IBSE je použití otevřeného učení. Otevřené učení je popisováno jako výuková metoda bez striktně předepsaných vzdělávacích cílů, kterých musí žáci a studenti dosáhnout. Žáci a studenti by si neměli jen pamětně osvojovat fakta, ale měli by učivo chápat a být schopni vysvětlit, co a proč se učí. Otevřené učení se projevuje i při experimentech. Žáci a studenti nemají při provádění experimentů jen pasivně postupovat podle návodu a bezmyšlenkovitě provádět experimenty jako když „vaří podle receptů“, ale měli by chápat, co a jak dělají a proč to dělají.

3. IBSE ve výuce fyziky

IBSE jako badatelská výuková metoda v přírodovědném vzdělávání je inovační přístup k učení se a vyučování, který je založen na pochopení toho, jak se studenti učí přírodním vědám, a zaměřuje se na základní učivo, které má být osvojeno [6]. Jednotlivé aplikace IBSE ve výuce můžeme rozdělit na žákovské a studentské aktivity a činnosti učitele. Proto je možné se setkat v literatuře s termíny IBSL (angl. Inquire-Based Science Learning), kde jde o žákovské a studentské aktivity, a IBST (angl. Inquire-Based Science Teaching), kde jsou centrem pozornosti aktivity učitele. Činnosti učitelů, žáků a studentů jsou ale úzce propojeny, a proto je zřejmě vhodné používat IBSE jako širší pojem, který spojuje obě činnosti a zahrnuje celý vzdělávací proces.

Podstatou IBSE je zapojení žáků a studentů do objevování přírodovědných zákonitostí, propojování informací do smysluplného kontextu, rozvíjení kritického myšlení a podpora pozitivního postoje k přírodním vědám ([5], [7]). Důraz je kladen na výuku jako bádání (inquiry), ne jako memorování faktů. Tato badatelská výuková metoda znamená odklon od systému výuky, který je založen pouze na osvojování faktů, k systému výuky, který klade důraz na konceptní porozumění a logický proces osvojování dovedností.

4. Úrovně IBSE ve výuce fyziky

Bylo by ale mylné předpokládat, že žáci a studenti budou dělat vědecké výzkumy stejně jako skuteční vědci od začátku a zcela nezávisle. H. Banchi a R. Bell [1] definovali podle podílu vedení ze strany učitele (pomoc při postupu, kladení návodných otázek a formulace očekávaných výsledků) čtyři úrovně IBSE (viz tab. 1). Těmto úrovním se budeme dále podrobněji věnovat. Využíváme českou terminologii [9].

Tabulka 1: Čtyři úrovně IBSE

Úroveň IBSE	Otázky (stanovené učitelem)	Postup (stanovený učitelem)	Řešení (stanovené učitelem)
1. Potvrzující (confirmation)	ano	ano	ano
2. Strukturované (structured)	ano	ano	ne
3. Nasměrované (guided)	ano	ne	ne
4. Otevřené (open)	ne	ne	ne

5. Role experimentů v IBSE

Experimenty a další praktické činnosti hrají ve všech čtyřech úrovních IBSE zásadní roli. Jejich realizace je totiž základem bádání. Experimenty však musí být do výuky vhodně zařazeny, což je významný úkol pro učitele. Není snadné didakticky transformovat učivo do podoby IBSE. Stejně jako žáci a studenti nemohou okamžitě přejít od tradičních metod výuky do badatelského způsobu, musí se i učitelé připravit na vhodnou aplikaci IBSE ve výuce. Je důležité používat adekvátní experimenty a praktické činnosti pro příslušnou úroveň bádání. V následujícím textu uvádíme charakteristiky jednotlivých úrovní bádání a příklady realizace vhodných experimentů a praktických činností.

5.1 Potvrzující bádání

Při potvrzujícím bádání IBSE jde o potvrzení nebo ověření zákonitostí a teorií. Potvrzující bádání je vhodné zařazovat na začátku aplikace IBSE, když si učitel klade za cíl rozvinout pozorovací, experimentální a analytické dovednosti žáků. Je nezbytné, aby žáci získali praxi experimentování a osvojili si konkrétní badatelské dovednosti, jako je např. sestavování aparatur, sběr a zaznamenávání dat. Předpokládané výsledky prováděných experimentů jsou předem známy. Žáci a studenti postupují při experimentování podle detailního učitelova návodu a pod jeho přímým vedením.

Příklad experimentu 1: Plování, vznášení a potápění těles v kapalinách

Jde o deduktivní potvrzující experiment, který je zařazen po expozici zákonitosti chování tělesa v kapalině, kde je toto chování závislé na poměru hustoty kapaliny a průměrné hustoty tělesa. Žáci při experimentu postupují podrobně podle návodu (pracovního listu), ve kterém jsou uvedeny pomůcky i jednotlivé kroky experimentu. Učitel zřetelně uvede výzkumnou otázku (úkol) v podobě: „Potvrď experimentem, že chování tělesa v kapalině závisí na jeho hustotě!“ Žáci provádějí frontálně experiment se sklenicí s vodou. Do vody postupně vkládají rukou jednotlivé homogenní předměty bez dutin (kostky, kuličky apod.), které jsou vyrobené z látek o známé hustotě (viz obr. 1). Návod obsahuje tabulku s uvedenými konkrétními předměty, názvem příslušné látky a tabulku hustot těchto látek. Je uvedena i referenční hustota kapaliny (vody), se kterou žák nejprve srovná hustotu používaného tělesa, a pak si ověří ponořením do vody ve sklenici chování tělesa: plování (hustota tělesa je menší než hustota vody – polystyrénová kulička); vznášení se (hustota tělesa je rovna hustotě vody – plastová kulička); potápění (hustota tělesa je menší než hustota vody – železná

kulička). Tělesa mohou mít pro zjednodušení experimentu stejný objem. Žáci pozorují průběh experimentu. Svá pozorování zaznamenají do předepsané tabulky a analyzují výsledky. Na tomto základě experimentálně potvrzují příslušnou teorii.



Obr. 1 Sklenice s vodou; polystyrenová, plastová a železná kulička

5.2 Strukturované bádání

Také na této úrovni učitel výrazně ovlivňuje bádání a pomáhá žákům a studentům zejména tím, že klade návodné otázky a stanovuje cestu bádání. Žáci a studenti následně hledají řešení (odpovědi) pomocí svého bádání a vytvářejí vysvětlení na základě důkazů, které shromáždili. Postup experimentů je učitelem relativně podrobně stanoven, ale řešení není předem známo. Žáci a studenti projevují svoji tvořivost při objevování zákonitostí. Jsou však při svém bádání regulováni učitelovými instrukcemi. Tato úroveň bádání je velmi důležitá pro rozvoj schopností žáků a studentů provádět vyšší úroveň bádání.

Příklad experimentu 2: Plování, vznášení a potápění těles v kapalinách

Jde o induktivní objevný experiment, který je zařazen před expozicí podmínky chování tělesa v kapalině, kde je toto chování závislé na poměru hustoty kapaliny a průměrné hustoty tělesa. Žáci provádějí experiment frontálně nebo skupinově (dvojice). Dostanou k dispozici sadu učitelem vybraných pomůcek a návod (pracovní list). Je zde uvedena výzkumná otázka (úkol) v podobě: „Zjisti, jak závisí chování tělesa v kapalině na jeho hustotě!“ Součástí návodu je seznam pomůcek, stručný postup experimentu a tabulka hustot různých látek, včetně látek, ze kterých jsou vyrobena zkušební tělesa (viz obr. 2). Učitel individuálně a také hromadně žákům pomáhá návodnými otázkami a pomocnými

instrukcemi k realizaci správného postupu experimentu. Žáci vkládají do vody ve sklenici rukou jednotlivé homogenní předměty bez dutin, které jsou vyrobené z látek o známé hustotě. Do tabulky uvádějí název látky předmětu (polystyrén, dřevo, plast, sklo, kov atd.) a její hustotu. Zapisují chování tělesa v kapalině (plove, vznáší se, potápí se). Závěrečnou analýzou hodnot hustot těles dospějí k závěru, že chování těles závisí právě na jejich hustotě ve srovnání s hustotou kapaliny. Cílem tohoto experimentování je, aby žáci sami objevili příslušnou zákonitost.



Obr. 2 Tělesa s odlišnou hustotou

5.3 Nasměrované bádání

Ve třetí úrovni IBSE se mění výrazně úloha učitele, který se stává průvodcem žákovského a studentského bádání. Stanovuje ve spolupráci s žáky a studenty výzkumné otázky (problémy) a poskytuje rady při plánování postupu i vlastní realizaci bádání. Žáci a studenti sami navrhnou postupy pro ověření výzkumných otázek a pro jejich následné řešení. Žáci a studenti jsou učitelem podporováni výrazně méně než v předchozích dvou úrovních, zásadně se tak zvyšuje míra jejich samostatnosti. Žáci a studenti by měli mít zkušenosti z předchozích nižších úrovní bádání, aby byli schopni takto samostatně experimentovat (pracovat) [4].

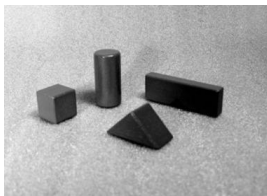
Příklad experimentu 3: Plování, vznášení a potápění těles v kapalinách

Jde o induktivní objevný experiment, který je zařazen před expozicí podmínky chování tělesa v kapalině. Studenti provádějí experiment většinou skupinově či zcela individuálně v domácí přípravě. Studenti dostanou od učitele pouze výzkumnou otázku (problém), nemají stanoveny pomůcky, ani schéma postupu experimentu. Základní obecná výzkumná otázka (úkol) může mít podobu: „Zjisti, na čem závisí chování tělesa v kapalině!“ Studenti sami hledají vhodný po-

stup experimentu i pomůcky. Učitel vystupuje ve funkci usměrňujícího moderátora a poradce. Na této úrovni jsou vhodné návodné doplňující výzkumné otázky typu: „Které vlastnosti těles mohou rozhodovat o jejich chování v kapalině (tvar, objem, hustota aj.)?“ (obr. 3, 4 a 5)



Obr. 3 Tělesa odlišná jen tvarem

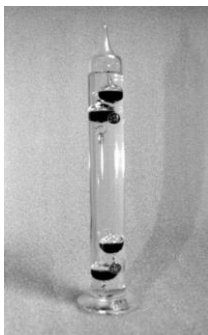


Obr. 4 Tělesa odlišná jen objemem



Obr. 5 Tělesa odlišná jen hustotou

Nasměrované bádání je velmi efektivní také ve fixační a aplikační fázi výuky. Zde se uplatní návodné (směrovací) otázky učitele jako: „Může ve vodě plovat těleso, vyrobené z látky o velké hustotě? Může těleso plovat v kapalině menšího objemu, než má samo těleso? Mění se chování těles v kapalině při změně její teploty? Vysvětli funkci Galileova teploměru a karteziánského potápěče!“ Studenti sami vytvářejí a ověřují hypotézy vedoucí k řešení problému stanoveného na počátku učitelem. Provádějí pomocné experimenty a měření (obr. 6 a 7). V závěru syntetizují svá bádání a objevují svou cestou řešení problému.



Obr. 6 Galileův teploměr



Obr. 7 Plovoucí dutá kovová koule

5.4 Otevřené bádání

Tato nejvyšší úroveň IBSE navazuje na předchozí úrovně bádání a je nejbližší skutečnému vědeckému výzkumu. Žáci a studenti by měli být schopni sestavit výzkumné otázky, způsob a postup bádání, zaznamenávat a analyzovat data a vyvozovat závěry z důkazů, které shromáždili [3]. To vyžaduje vysokou úroveň vědeckého myšlení a klade vysoké kognitivní požadavky na žáky a studenty, proto je použitelné pro nejvyšší věkové kategorie a nadané žáky a studenty.

Příklad experimentu 4: Plování, vznášení a potápění těles v kapalinách

Jde o induktivní objevný experiment, který je zařazen před expozicí podmínky chování tělesa v kapalině nebo v aplikační fázi výuky. Studenti jsou téměř zcela samostatní, provádějí experiment většinou skupinově či zcela individuálně (práce s nadanými). Učitel vystupuje ve funkci partnera-poradce. Studenti nemají explicitně stanovenou výzkumnou otázku (problém), pomůcky a experimenty. Je zřejmé, že jádrem metody je motivace studentů k řešení problémů, které vycházejí z jejich zájmu či dalších potřeb. Učitel může využít k motivaci problematiky: aplikace fyziky v denním životě (fyzikální zákonitosti plavání a potápění, vodní sporty); technické aplikace (vodní a letecká doprava, vodní stavby, vodní živočichové); historie objevů (Archimédes) apod. Základem je tvorba vlastních či upravených experimentů. K rozvoji fyzikálního myšlení mohou přispět více-jevové experimenty, ve kterých se projevuje sada jevů. Patří sem např. plování tající kostky ledu v nádobě s teplou vodou (viz obr. 8). Stu-



denti mohou sestavovat varianty tohoto experimentu se zdůrazněním jednotlivých jevů: teplotní roztažnost ledu, vody a nádoby, odpařování vody atd. Studenti sami vytvářejí a ověřují hypotézy vedoucí k řešení problému, který si stanoví v diskusi s učitelem. Závěrečná syntéza výsledků samostatného bádání vede k řešení problému.

Obr. 8 Sklenice s vodou a tajícím ledem

6. Projekt PROFILES jako podpora přírodovědných učitelů v IBSE

Projekt PROFILES (Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science) je evropský projekt, jehož cílem je podpora přírodovědných učitelů při aplikaci IBSE v přírodovědné výuce, aby se

tato badatelská metoda stala běžnou součástí výuky. Projekt PROFILES obsahuje sadu konkrétních výukových modulů, upravených pro IBSE [10]. Autor tohoto příspěvku je spoluřešitelem tohoto projektu, jehož výstupy budou prezentovány v pregraduální a postgraduální přípravě přírodovědných učitelů.

7. Závěr

Fyzikální experiment využitý v badatelsky orientovaném přírodovědném vzdělávání (IBSE) je jednou z nadějných inovačních výukových metod. Je však nutné tuto metodu rozšířit mezi přírodovědné učitele a vytvořit v souladu s IBSE výukové materiály, tedy učebnice, cvičebnice, sbírky úloh, soubory experimentů atd.

Literatura

- [1] Banchi H., Bell R. The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, 2008, 46(2), 26-29.
- [2] Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies – Policy Report; Global Science Forum, OECD, (2006). [online] 2006 [cit. 2010-08-20] Dostupné na WWW: <http://www.oecd.org/dataoecd/16/30/36645825.pdf>
- [3] Hofstein A., Navon O., Kipnis M., Mamlok-Naaman R. Developing Students Ability to Ask More and Better Questions Resulting from Inquiry-Type Chem. Laboratories. *J. of Res. in Sc. Teach.*, 2005, 42, 791-806.
- [4] Kirschner P. A., Sweller J., Clark R. E. Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 2006, 41 (2), 75–86.
- [5] Kyle W. C. What research says: Science through discovery: Students love it. *Science and Children*, 1985, 23(2), 39–41.
- [6] Narode R. Teaching Thinking Skills: Science. Washington, DC, National Education Association, 1987.
- [7] Rakow S. J. Teaching Science as Inquiry. Fastback 246. Bloomington, Phi Delta Kappa Educ. Found., 1986.

- [8] Science education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. European Commission, (2007). [online] 2007 [cit. 2010–08–20] Dostupné na WWW:
http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library_pdf_06/report-rocand-on-science-education_en.pdf
- [9] Stuchlíková, I. O badatelsky orientovaném vyučování. In PAPÁČEK, M. (ed.). Didaktika biologie v ČR 2010 a badatelsky orientované vyučování. Sborník příspěvků semináře, PdF JČU v Českých Budějovicích, s. 129–135. [online] 2010 [cit. 2010–10–05] Dostupné na WWW:
<http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf>
- [10] http://www.profiles-project.eu/cms_profiles/

Poděkování

Studie vznikla v rámci projektu PROFILES: Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science (FP7-SCIENCE-IN-SOCIETY-2010-1, 266589).

Jak znázornit 2D kmity a Lissajousovy obrazce pomocí 3D projekce

JAN VÁLEK, PETR SLÁDEK

Pedagogická fakulta MU, Brno

Abstrakt

Příspěvek prezentuje možnosti dynamického modelování vyvinuté pomocí PHP pro skládání navzájem kolmých souměřitelných kmitů v rovině, které je doplněné o skutečný 3D model realizovatelný na průhledné folii, jehož projekcí do 2D lze výsledky se studenty ověřit.

Úvodem

Není třeba opakovat, že výpočetní technika se stala již běžně používanou didaktickou technikou a ve výuce se s ní setkáváme bez ohledu na stupeň školy. Méně často však její možnosti využíváme ve školách pro přípravu podkladů pro konstrukci reálných učebních pomůcek.

Zaměříme-li se dynamické modelování ve fyzice, zejména v základním kurzu fyziky, můžeme s výhodou využít nejenom speciální programy, ale můžeme si připravit vlastní modely, založené na volně přístupných platformách.

Při vytváření dynamických modelů se nejčastěji setkáváme s těmi, ve kterých nastává změna některé veličiny v čase. Ty jsou také jedny z nejvhodnějších pro nahrazení obvykle používaného hotového výsledku analytického řešení, když samotné řešení a postup výpočtu je nad rámec časových možností výuky, eventuálně schopností studentů jak jsme již uvedli v předchozím článku [5].

Skládání navzájem kolmých kmitů

Grafickým výsledkem skládání dvou navzájem kolmých kmitů v rovině jsou Lissajousovy obrazce, které se používají k porovnání dvou frekvencí a jejich fází. Je-li vzájemný poměr frekvencí celočíselný (1:2, 2:3, 5:7, ...) jsou obrazce zřetelně pozorovatelné. Navíc, pokud je poměr frekvencí racionální číslo, jsou křivky uzavřené.

Pro jednotlivé kmity pak v osách X a Y platí:

$$x = X_0 \sin(\omega_x t + \varphi_x) \quad (1)$$

$$y = Y_0 \sin(\omega_y t + \varphi_y) \quad (2)$$

Pro zjištění fázového posuvu odečteme jednotlivé fázové posuvy od sebe:

$$\varphi = \varphi_x - \varphi_y \quad (3)$$

Pokud je fázový posun roven nule, získáváme základní tvar křivky. Výsledný pohyb reálného tělesa či bodu při skládání dvou vzájemně kolmých kmitů souměřitelných frekvencí, amplitud a počátečních fází bude periodický. Ten se bude uskutečňovat po již zmíněných Lissajousových křivkách. Proces výše uvedeného výpočtu by byl manuálně velmi zdoluhavý, a proto můžeme nechat tyto křivky na obr. 1 a obr. 2 vygenerovat počítač.

Při konstrukci Lissajousových obrazců si můžeme položit následující otázku:

„Pro dané frekvence kmitů v jednotlivých osách f_x , f_y , změníme fázi. Jsou potom vykreslené obrazce stejné nebo různé?“

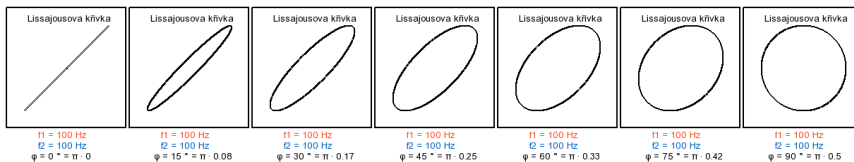
Odpověď nám pomůže najít právě dynamické modelování.

Při praktických cvičeních s osciloskopem, kdy provádíme skládání dvou kolmých kmitů a snažíme se vytvořit Lissajousův obrazec, můžeme pozorovat následující jev: Při špatně nastavené časové základně (volt/bod) se začne obrazec „pohybovat“ po obrazovce osciloskopu, jakoby rotoval. Po pečlivějším prozkoumání zjistíme, že to, jak si interpretujeme Lissajousovy obrazce pouze ve 2D není v podstatě úplné. Samotný obrazec si můžeme představit, jako by byl nakreslený na průhledném válcovém tělese po celém jeho obvodu, a my se pouze pohybovali dokola, kolem tohoto tělesa a měnil se jenom náš pozorovací úhel. Protože je válec průhledný, vidíme obrazec na bližší i na vzdálenější stěně od nás. Obrazec, který je vytvořený současně „přední“ i „zadní“ projekcí, není tak vždy nový, ale je pouze viděný z jiného místa.

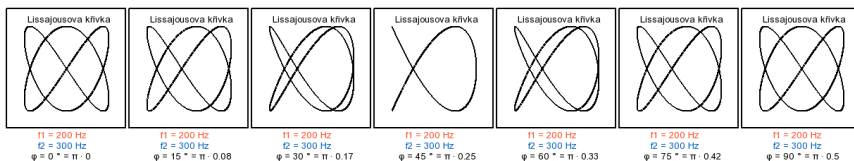
Je nutno poznamenat, že tento pohyb místa pozorování kolem válce nemusí být na první pohled zřejmý, protože vzdálenější křivka není menší, chybí nám tak perspektiva, a to nás přirozeně mate.

Výsledky modelování skládání navzájem kolmých kmitů v PHP

Na obr. 1 a 2 jsou znázorněny výsledky modelování v PHP skládání navzájem kolmých kmitů pro vzájemný poměr frekvencí 1:1 a 2:3 pro jednotlivé fázové rozdíly (bližší v [4]).



Obr. 1 Lissajousovy obrazce v poměru frekvencí 1:1, a změnou fáze po 15°



Obr. 2 Lissajousovy obrazce v poměru frekvencí 2:3, a změnou fáze po 15°

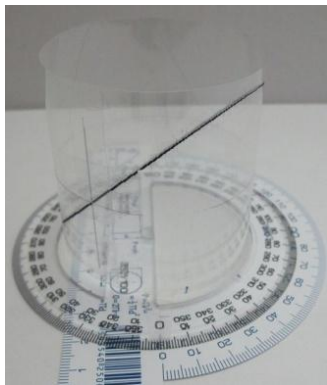
3D-pomůcka pro vytvoření Lissajousových obrazců

Demonstrovat Lissajousovy křivky tak lze pomocí Blackburnova kyvadla nebo pomocí stočených fólií. Pomocí fólií je demonstrace jednodušší a také časově méně náročná na přípravu. Pro demonstrování křivek frekvencí v poměru 1:1, 2:1, 2:3 jsme na průhlednou fólii natiskli obrazce na obr. 3. Fólii jsme poté stočili a slepili.

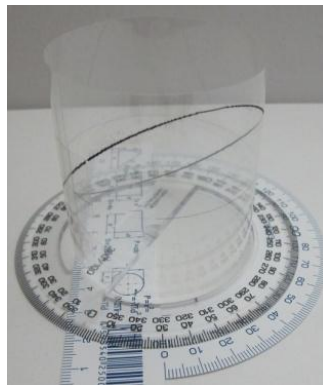


Obr. 3 Obrazec pro demonstrování Lissajousovy křivky v poměru frekvencí 1:1, 2:1, 2:3

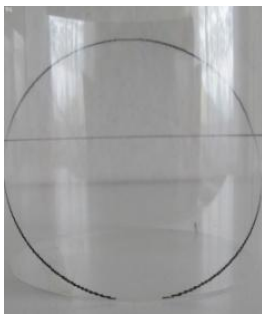
Na přiložených fotografiích (obr. 4 - 8) jsou vyobrazeny Lissajousovy křivky pro různé poměry frekvencí.



Obr. 4 Lissajousova křivka poměr frekvencí 1:1 pro fázový posun 0°



Obr. 5 Lissajousova křivka poměr frekvencí 1:1 pro fázový posun 30°



Obr. 6 Lissajousova křivka poměr frekvencí 1:1 pro fázový posun 90°



Obr. 7 Lissajousova křivka poměr frekvencí 2:1



Obr. 8 Lissajousova křivka poměr frekvencí 2:3

Závěr

Dynamické modelování, nejen v PHP, pomáhá vytvořit, využít a prohloubit mezipředmětové vztahy a projít celým procesem objevování a poznávání zákonitostí přírody. Předpokladem je vhodná koordinace výuky a učiva v předmětech, kde tyto mezipředmětové vazby vytváříme. Pro vykreslení průběhů závislostí veličin je zpravidla použito vykreslování „bod po bodu“.

Na příkladu skládání kmitů jsme ukázali, že další vhodnou platformou pro dynamické modelování je PHP. Velmi vhodné je, když matematický model můžeme doplnit reálně existujícím modelem, který výrazně pomůže k vytvoření představy o zkoumaném ději.

Doplňkem modelování v PHP by mohla být aplikace od Google.com (Google Chart Tools), což je nástroj pro vytváření grafů, rovnic a dalších grafických výstupů.

Všechny výše uvedené postupy byly ověřeny v praktické výuce a při srovnání s kontrolní skupinou byly zaznamenány přínosy v lepším pochopení „fungování“ světa.

Do budoucna připravujeme alespoň částečné zavedení interaktivity v modelech, které postupně představujeme na <http://www.ped.muni.cz/modely>, alternativně na <http://www.valek.pro/kmity>.

Literatura

- [1] BUREL, D. *Úvod do práce s knihovnou GD v PHP* [online]. 2008 [cit. 2009-11-23]. Dostupný na Internetu:
<<http://programujte.com/?akce=clanek&cl=2008010402-uvod-do-prace-s-knihovnou-gd-v-php>>. ISSN 1801-1586.
- [2] LEPIL, O., RICHTEREC, L. *Dynamické modelování*. Olomouc : Repronis, 2007. 160 s. ISBN 978-80-7329-156-3.
- [3] ŠEDIVÝ, P. *Modelování pohybů numerickými metodami* : Studijní text pro řešitele FO č. 38. Hradec Králové. 1999. 38 s.
- [4] VÁLEK, J., SLÁDEK, P.: *Dynamické modelování kmitů* [online]. 2010 [cit. 2011-08-08]. Dostupný na Internetu: <<http://www.ped.muni.cz/modely>>.
- [5] VÁLEK, J. *Dynamické modelování v PHP*. Veletrh nápadů učitelů fyziky 15. Praha : Prometheus, 2010. od s. 239-243, 5 s. ISBN 978-80-7196-417-9.

Fyzikální jevy v oběhové soustavě člověka

MARIE VOLNÁ

Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc

Úvod

Nový školní systém prosazuje výuku přírodovědných předmětů v takovém smyslu, aby žáci byli schopni své poznatky integrovat a dále je uplatňovat v praxi. I ve vědách vznikly disciplíny, které jsou spojením dvou či více disciplín (např. biofyzika, biochemie, fyzikální chemie, aj.), proto bychom měli žáky seznamovat se styčnými plochami vyučovacích předmětů. V tomto příspěvku je představena oběhová soustava z pohledu fyzikálních jevů, které lze pozorovat na našem těle. Zde lze ukázat i fyzikální jevy a využití fyziky v praxi, v diagnostice srdce.

Uplatnění mezipředmětových vazeb ve výuce

V učivu středních škol a gymnázií se objevují témata, na která lze pohlédnout očima z různých předmětů. Vazby mezi předměty jsou ve školách stále v pozadí, ale právě mezipředmětové vazby jsou prostředkem k motivaci žáků a jejich větší aktivitě a zájmu. Téma oběhové soustavy můžeme zařadit do vzdělávacích oblastí Člověk a příroda, Člověk a zdraví.

Již na základních školách v předmětu výchova ke zdraví se žáci seznamují s návyky, jak chránit své zdraví a základy biologie člověka. Toto téma rozšiřuje učivo středních škol a přidává, podrobnější biologický popis oběhové soustavy a její funkce. Navíc můžeme připojit vazbu s fyzikou a podat vysvětlení mechanismu z hlediska fyzikálních jevů, se kterými se žáci seznamují na středních školách ve fyzice. Lze ukázat, že elektrické veličiny, které jsou většinou spojovány jen s technickými přístroji, jsou pozorovatelné a měřitelné na našem těle.

Projevy srdeční činnosti

Oběhová soustava se skládá ze srdce, tepen, žil, vlásečnic atd. Centrum oběhové soustavy tvoří srdce. Srdce je pumpa, která rozvádí krev do celého těla a tím zajišťuje kyslík a živiny pro život buněk. Na povrchu těla můžeme měřit projevy srdeční činnosti, a to, tepovou frekvenci, krevní tlak, srdeční ozvy, EKG křivka. Článek bude zaměřen jen na dvě z nich, krevní tlak a elektrokardiogram.

Krevní tlak

Krevním tlakem nazýváme tlak krve ve velkých tepnách krevního oběhu. Vyšetření krevního tlaku patří mezi rutinní vyšetření u lékaře. V hodinách fyziky můžeme téma krevního tlaku a principu jeho měření zařadit do kapitoly proudění reálné kapaliny. Krev bereme jako reálnou kapalinu s vnitřním třením. Zavedeme pojem *viskozita* jako veličinu, která charakterizuje vnitřní tření a dva typy proudění, laminární a turbulentní. *Laminární proudění* je proudění, kde při malých rychlostech proudící kapaliny jsou vektory rychlostí v průřezu rovno-
běžné. Naopak při vyšších rychlostech se v proudící kapalině vytvářejí víry a vzniká *proudění turbulentní*, které je doprovázeno zvukovými efekty.[1] Jako rozšíření látky je pojem *Reynoldsovo číslo* R_e , které udává přechod laminárního proudění na turbulentní. Vztah pro výpočet Reynoldsova čísla je následující

$$R_e = \frac{v\rho r}{\eta}, \quad (1)$$

kde v je rychlost proudění kapaliny, ρ hustota kapaliny, r průměr trubice, η dynamická viskozita.[2] Typ proudění závisí na poloměru trubice, kterou kapalina proudí a rychlosti proudění. Krev můžeme charakterizovat hustotou a viskozitou ($\rho \approx 1\,060\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ při 20°C , $\eta = 3 - 3,6\text{ mPa} \cdot \text{s}$ při 37°C).

K měření tlaku se používá tonometr a fonendoskop, které jsou běžnými lékařskými přístroji. Klasický tonometr se skládá z nafukovací manžety nafukovacího balónku a měřiče tlaku. Při měření tlaku nejprve nasuneme na paži nafukovací manžetu ve výšce srdce pacienta, jak je na obr. 1



Obr. 1 Měření tlaku [3]

Fonendoskop přiložíme pod manžetu a po celý proces měření sledujeme srdeční ozvy. Nafoukneme manžetu nad hodnotu systolického tlaku a tím zaškrtneme průtok krve, ve fonendoskopu neuslyšíme žádné zvuky. Poté začneme pomalu tlak v manžetě upouštět a pomalu se obnovuje proudění tepnou. Vznikající

proudění je turbulentního charakteru. Vznikající víry v tepně na konci manžety jsou doprovázeny šelesty (tzv. Korotkovovy zvuky). Při první registraci šelestů odečítáme systolický tlak, poté až šelesty utichnou (proudění se stane opět laminárním), odečteme z tonometru hodnotu diastolického tlaku. Měření tlaku touto metodou je zatíženo chybou vnímání zvuku lékařem. Dnes se používají moderní elektronické tonometry.

Při měření určíme dvě hodnoty tlaku. Systolický tlak je maximální tlak v aortě při vypuzení krve a diastolický tlak je minimální tlak během napínací fáze. Krevní tlak zdravého jedince je 100-140/60-90 mmHg (systolický/ diastolický). Krevní tlak se měří v jednotkách milimetru rtuťového sloupce (mm Hg). Tato jednotka je specifická pro medicínu. Po přepočtu tlaku do základních jednotek platí vztah $1 \text{ mm Hg} = 133 \text{ Pa}$. Systolický tlak je kolem 13 300 Pa, což odpovídá tlaku v hloubce 1,3 m pod hladinou vody.

Vliv na hodnotu krevního tlaku má i hydrostatický tlak. V nohách je tlak vyšší než v hlavě, proto také otékají nohy. Dalším projevem hydrostatického tlaku je zmírnění tepenného krvácení zvednutím postiženého místa nad srdce.

Elektrokardiograf

Elektrická aktivita srdce

Srdce je složeno z buněk srdeční svaloviny a nervových buněk, které aktivují srdeční svalovinu. Přenos vzruchu na buňky pracovního myokardu zajišťuje tzv. převodní systém (nervové buňky-sinusový uzel, AV uzel, Hisův svazek, Tawarova raménka a Purkyňovy buňky), který přenáší elektrický impuls. Podíváme-li se na svalové buňky z elektrického hlediska. Buňka je tvořena disociovanými ionty, kladné ionty se nacházejí na vnější straně membrány a záporné ionty na vnitřní straně membrány. Každá buňka má tedy svůj elektrický potenciál a tím i elektrickou potenciální energii. Elektrický potenciál je vektorová veličina a je určena nejen velikostí, ale i směrem. Směr elektrického potenciálu je ven z buňky nebo do buňky a mění se v průběhu srdečního cyklu. Elektrický potenciál směrem do buňky mají buňky v klidovém stavu. Říkáme, že buňka je v polarizovaném stavu. Elektrický potenciál má opačný směr, pokud je buňka depolarizovaná, tzn. do buňky se přesunuly kladné ionty (buňkou protékal elektrický proud) a poté dochází ke kontrakci, poté buňka přechází do klidového stavu. Tento proces nazýváme repolarizací. Tyto výkyvy vytváří v mezibuněčném prostoru elektrické proudy. Protože je tělo tvořeno ze 70 % vodou a v mezibuněčném prostoru jsou vodivé kationty, vede tělo dobře elektrický proud. Elektrické proudy se dostanou až k povrchu těla a my je můžeme měřit.

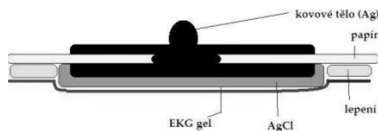
Elektrody

Na povrchu těla jsou přichyceny elektrody, které registrují elektrické proudy. Na obr. 2 můžeme vidět příklady elektrod používané při diagnostice srdce elektrokardiografem.



Obr. 2 EKG elektrody (zleva jednorázová lepicí, hrudní, končetinové) [4]

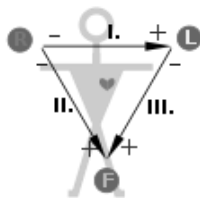
Pro snímání biopotenciálů jsou určeny elektrody II. druhu. Podrobné schéma jednorázové elektrody je vyobrazeno na obrázku 3. Tělo elektrody je tvořeno kovem, většinou stříbrem, který je pokryt špatně rozpustnou solí (AgCl) nebo jejím hydroxidem. Elektrody se přikládají pacientovi na kůži, která je pokryta vrstvou EKG gelu. Tato vrstva gelu zlepšuje vodivost na rozhraní kůže elektroda. EKG gel obsahuje chlorid sodný nebo chlorid draselný a tvoří elektrolyt elektrody.



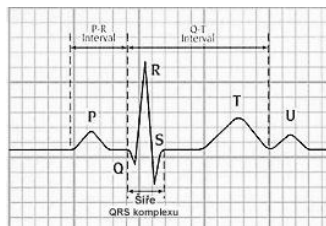
Obr. 3 Schéma elektrody

Přenos elektrického proudu mezi elektrolytem (vodivostní gel- elektrický proud je zprostředkován pohybem iontů) a kovem (elektrický proud je zprostředkován pohybem elektronů) se zprostředkovává pomocí elektrochemické reakce, kdy se kov mění na ionty, podle směru proudu. Elektrody se umísťují na standardní místa, pravé a levé předloktí a levý bérce a tvoří tři svody (Einthovenovy svody), které registrují rozdíly potenciálů (obr. 4).

Elektrokardiograf vytvoří EKG křivku, který se zobrazí na monitor nebo vytiskne na papír. Ideální EKG křivka zdravého člověka má tvar jako na obrázku 5. Zde jsou zaznačeny všechny důležité body P, Q, R, S, T, U. Vlna P zachycuje aktivitu síní. Komplex kmitů QRS ukazuje průběh depolarizace komor. Vlna T ukazuje repolarizaci komor. Vlna U je detekována jen u některých jedinců. [5], [6]



Obr. 4 Einthovenovy svody



Obr. 5 EKG křivka zdravého člověka[8]

Právě vlna T může mít mnoho podob, může se měnit z různých příčin, např. pití ledové vody, polykání jídla, horečka, cvičení, alkohol, drogy, hladovění, infekční onemocnění. Zatím nejasný původ má vlna U, která se objevuje jen u některých jedinců.[5], [6]

Měření elektrické aktivity srdce

Ke Snímání EKG ve třídě můžeme použít EKG čidlo firmy Vernier, jejichž snadné na ovládání umožňuje použití ať už přímo v hodinách fyziky nebo při laboratorních cvičeních. EKG senzor je schopen zaznamenávat elektrické signály, které vznikají při stahu srdeční svaloviny. Protože při jakémkoli pohybu a svalové aktivitě registrujeme změnu elektrického potenciálu, musí být člověk, kterému měříme EKG křivku v klidu. V rámci výuky můžeme porovnat frekvenci srdeční frekvenci naměřenou EKG sondou Vernier a frekvenci naměřenou pomocí hodinek na zápěstí nebo krku. Měřit EKG před a po zátěži, nebo zkoumat změnu vlny T (po pití ledové vody, polykání jídla atd.)

Literatura

- [1] Bednařík M, Šíroká M. *Mechanika*. Prometheus, Praha 2000
- [2] HÁLEK, Jan. *Biofyzika pro bakaláře*. Olomouc: UP 2002, s. 83,84
- [3] <http://www.mineralfit.cz/domaci-lekar-clanek/vysoky-versus-nizky-krevni-tlak-794>
- [4] <http://www.inset.cz/INSHOP/scripts/set.asp?level=1837>
- [5] Sovová E. a kol. *EKG pro sestry*. Grada Publishing, Praha 2006.
- [6] Khan M. G. *EKG a jeho hodnocení*. Grada Publishing, Praha 2005.
- [7] <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ECG-Einthoven-triangle.svg>
- [8] <http://www.ikem.cz/www?docid=1003983>

Rohová lišta ve výuce fyziky

KATEŘINA VONDŘEJCOVÁ, PAVEL KABRHEL

Přírodovědecká fakulta UHK, Hradec Králové

Abstrakt

Příspěvek se věnuje experimentům využívajících rohovou lištu. Inspirace k jednotlivým částem pochází z dějin fyziky, např. od Galileo Galilei a Jana Marka Marci.

Rohovou lištu lze zakoupit v prodejnách se stavebními potřebami a s potřebami pro kutily. K uvedeným experimentům byly použity lišty s šířkou 30 mm. Cena jedné lišty délky 2 m je přibližně 100 – 150 Kč, cena kratších lišt je úměrná jejich délce. Lze ale použít i lištu s šířkou menší, například 20 mm, která je levnější.

Padostroj Galileo Galilei poprvé

Pomůcku podobnou rohové liště používal Galileo Galilei a nazýváme ji padostroj. Na jednom konci podložil dlouhou desku se žlábkem, ve kterém byl hladký povrch. Žlábkem nechal kutálet kuličku, aniž by jí udělal počáteční rychlost, a snažil se změřit, jak dlouhé jsou jednotlivé úseky, které urazí kulička za stejné doby.

Pomůcky

ocelová kulička, stopky, metr, rohová lišta délky 2 m, fix

Postup

Ke zjištění závislosti dráhy na čase tělesa pohybujícího se rovnoměrně zrychleně se může ve školních podmínkách použít stejná metoda, kterou použil Galileo Galilei. Lišta se na jednom místě podloží tak, aby s vodorovnou rovinou svírala co nejmenší úhel, při kterém se míček po umístění do lišty začne pohybovat. Kulička by měla být dostatečně těžká. Optimální je kulička z ložiska. Připraví se stopky a umístí se kulička na začátek lišty. Současně se začne měřit čas a uvolní se kulička. Po uplynutí jedné sekundy se rychle fixem označí místo, kde se nalézá míček. Stejně tak se označí fixem místa, kde se míček nalézá ve 2., 3. a 4. sekundě. Poté se změří vzdálenost mezi počáteční polohou míčku a polohou míčku po jedné, dvou, třech a čtyřech sekundách. Z naměřených hodnot se může vytvořit graf závislosti dráhy na čase. V případě zpracování

grafu v programu Microsoft Excel je možné zjistit rovnici regrese, ve které veličina y odpovídá dráze s a veličina x času t .

Padostroj Galileo Galilea podruhé

Při zvětšování náklonu roviny se podmínky pohybu přibližovaly podmínkám volného pádu. Tento způsob měření byl vhodnější, než přímé pozorování při volném pádu. Experimenty bylo možno opakovat a každý si je mohl ověřit.

Pomůcky

ocelová kulička, stopky, metr, rohová lišta délky 2 m, polystyrenová deska, hřebíky

Postup

Na desku vyznačíme úhly sklonu (např. 20°, 40°, 60°, 80°). Na kraj desky připevníme hřebíky tak, abychom o ně mohli lištu opřít. Desku postavíme ke zdi, stolu apod. Lištu opřeme podle požadovaného úhlu sklonu o daný hřebík a zajistíme její stabilitu několika dalšími hřebíky, jejichž hlavičky přichytí okraj lišty k polystyrenové desce. Dolní konec lišty zatěsníme např. kouskem polystyrenu, abychom zabránili úniku kuličky.

Změříme dobu pohybu kuličky po nakloněné rovině postupně pro každý úhel sklonu. Naměřené hodnoty zapíšeme a vypočítáme v jednotlivých případech zrychlení kuličky ze vztahu pro rovnoměrně zrychlený pohyb:

$$s = \frac{1}{2} at^2 \rightarrow a = \frac{2s}{t^2}$$

Začneme od nejmenšího zvoleného úhlu k největšímu. Zvětšováním úhlu sklonu lišty se plynule dostaneme až k pravému úhlu. V tomto případě již nepotřebujeme lištu. Kulička vykonává speciální případ rovnoměrně zrychleného pohybu - volný pád. Vypočítáme velikost zrychlení při volném pádu.



Obr. 1 Nakloněná rovina



Obr. 2 Vlevo: zakončení levého konce lišty, vpravo: zakončení pravého konce lišty

Padostroj Galileiho Galilea potřetí

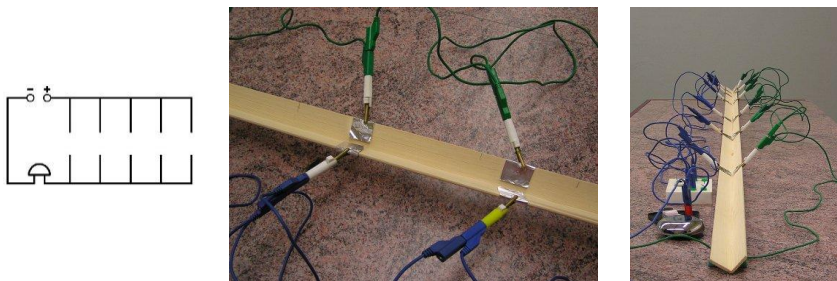
V Galileově době neexistovaly kvalitní přístroje pro měření času. Galileo proto používal vodní hodiny, svůj tep a někdy i svůj smysl pro rytmus, jenž měl výborný díky otci, který se věnoval hudbě.

Pomůcky

ocelové kuličky, stopky, metr, rohové lišty délky 2 m, alobal, vodiče, zvonek, zdroj napětí

Postup

Při měření závislosti dráhy padajícího tělesa na čase je možné zdokonalit padostroj tak, aby se po uražení určité vzdálenosti ozval zvuk. Cílem je, aby se zvuk ozýval rytmicky, třeba po jedné sekundě. První možností je připevnit do lišty rozstříhnutý alobal (obr. 3). Při kutálení přes alobal vodičová kulička uzavře obvod a zvonek zazvoní. Je-li dostatek času a chuť experimentovat, dá se dojít k velmi dobrému výsledku.



Obr. 3 Umístění alobalu do lišty a celkový pohled na padostroj



Druhou možností je použít více lišt a umístit do nich zarážky, které po nárazu kuličky zazní. Stačí například vzít 4 lišty, do každé přidělat modelinou kovovou kuličku a poté všemi čtyřmi lištami najednou nechat valit další kovové kuličky. Úkolem opět je, aby nárazy do zarážek se opakovaly za stejné doby, např. opět po jedné sekundě. Problémem při tomto experimentu je více lišt. I přesto, že se koupí v obchodě stejné lišty, jejich vnitřní povrchová úprava se liší. Jedna a ta samá kulička se v jednotlivých lištách pohybuje s jiným zrychlením. Rozdíl sice není veliký, ale měření není natolik přesné, jako v předchozím případě.

Experimentální úlohy s padostrojí jsou náročnější na čas a na šikovnost. Vhodné jsou pro výuku na středních školách. Na základní škole jsou tyto experimenty vhodné jako

demonstrační při výkladu nerovnoměrného pohybu, který je součástí látky pohyb těles, většinou zařazené do 7. ročníku. Nerovnoměrný pohyb se probírá jen lehce a bez vzorců, popřípadě se výpočty provádějí za pomoci grafů. K pochopení závislosti dráhy a rychlosti na čase je padostroj velmi vhodný.

Jan Marek Marci zkoumal rázy koulí

Jan Marek Marci se podrobněji zabýval pružnými srážkami. Jako první si správně uvědomil, na jakých fyzikálních veličinách při srážce závisí. Objevte tyto veličiny také!

Pomůcky

rohová lišta, různé typy kuliček (ocelové, hopík, pinpongový míček atd.)

Postup

V tomto experimentu lišta zajišťuje pouze přímé srážky koulí, což přináší zjednodušení. Lištu upevníme vodorovně na stůl pomocí papírových krabiček od čaje tak, že do nich vyřízneme prohlubně shodného tvaru s průřezem lišty. Pokud je k dispozici dostatek lišt, provádí žáci a žákyně experiment v lavicích a samostatně objevují.

Při výběru kuliček je důležité, aby jejich rozměry a hmotnosti byly porovnatelné pomocí smyslů.

Nejprve jednu z kuliček zvolíme za pevnou a ostatní kuličky po jedné kutálíme a sledujeme srážky s kuličkou v klidu. Poté kutálíme stále jednou kuličkou ale různými rychlostmi a sledujeme srážky s kuličkou v klidu. Při všech srážkách sledujeme, zda výsledek srážky ovlivní velikost kuličky, její hmotnost, nebo rychlost, kterou se kulička pohybuje. Z výsledků (při srážce závisí na hmotnosti a rychlosti kuliček, nezáleží na rozměru kuliček) lze navázat na vysvětlení pomocí zákona zachování hybnosti.



Obr. 4 Podepření lišty pomocí krabiček od čaje

2 v 1 – úlohy experimentální i teoretické

VOJTĚCH ŽÁK

Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

Abstrakt

V tomto příspěvku jsou uvedeny tři úlohy, které je možné v rámci středoškolské fyziky řešit jak experimentálně, tak teoreticky. Tyto úlohy byly prověřeny ve vyučovací praxi. Teoretické a experimentální metody jsou pro fyziku jako vědu typické a z hlediska poznávacích procesů mohou být pro žáky velmi přínosné.

Úvod

Ve výuce fyziky mají své místo jak experimentální, tak teoretické metody řešení problémů. Dost často jsou tyto přístupy chápány – zejména žáky – odděleně. Přitom síla a krása experimentů a teorií je v tom, že se vzájemně doplňují a podporují. V tomto příspěvku se snažíme na příkladu tří fyzikálních úloh ukázat, že jejich řešení je možné provést „zároveň“ teoreticky a experimentálně. V některých případech je lépe začít pokusem, jindy je přístupnější vydat se na začátku teoretickou cestou.

1 Zrcadlo na válcovém sloupu¹

Zadání

V některých novějších prostorách – v obchodních centrech, modernizovaných nádražních halách nebo v pražském metru (např. stanice „Rajská zahrada“ na trase B) - jsou sloupy tvaru válce, jejichž povrch je z lesklého kovu. Jak se uvidí člověk, který stojí před takovým sloupem?

Experimentální řešení

Pokus můžeme uspořádat tak, že vyrobíme model sloupu s lesklým kovovým povrchem. Použít můžeme v podstatě libovolný válcový předmět, na který navineme hliníkovou fólii používanou v kuchyni („alobal“). Můžeme ji připev-

¹ Úloha je inspirována úlohou C5 ze sbírky [1].

nit třeba izolepou. Pokud k fólii přiblížíme např. prsty nebo obličej, vidíme, že jejich obraz je vzpřímený, stejně velký (vysoký) a užší („hubenější“) než předmět. Pravá a levá strana není zaměněna. Ke stejnému výsledku dospějeme, pokud použijeme k experimentu např. hrnec z lesklé nerezové oceli. Jinou možností je najít zmíněný sloup v terénu, stoupnout si před něj a pozorovat.

Teoretické řešení

Při teoretickém řešení je potřeba si uvědomit, že ve směru, ve kterém není zrcadlo zakřivené (zde svislý) bude zobrazovat jako rovinné zrcadlo, zatímco ve směru, ve kterém je zakřiveno (zde vodorovný), bude zobrazovat jako vypuklé zrcadlo (jedná se totiž o vnější povrch válce). Předmět (člověk) zůstane proto stejně velký a vzpřímený (vlastnosti rovinného zrcadla), ale bude užší („hubenější“), protože vypuklé zrcadlo zmenšuje. Pravá a levá strana nebude zaměněna, protože vypuklé ani rovinné zrcadlo nepřevrací.

Odpověď

Jak experimentálně, tak teoretickým rozбором jsme dospěli k tomu, že v zrcadle, které je na vnějším povrchu válce, se uvidí člověk jako vzpřímený, stejně velký (vysoký) a užší („hubenější“). Nezáleží na vzdálenosti člověka od zrcadla.

Metodické poznámky

V teoretické části se jedná o úlohu jednak na analýzu (na válcové zrcadlo můžeme pohlížet jako na rovinné a vypuklé zrcadlo zároveň), jednak na syntézu (dílčí poznatky o zobrazování těmito zrcadly musí žáci spojit).

2 Vytékání vody z boku láhve

Zadání

V boku püllitrové PET láhve uděláme asi ve třech čtvrtinách její výšky malý kruhový otvor o průměru asi 1 mm. Láhev naplníme vodou. Hrdlo láhve zůstane otevřené. Voda vytéká malým otvorem. Jak pokus po několika minutách skončí?

Experimentální řešení

Otvor do plastové láhve uděláme např. špendlíkem, který zahřejeme v kleštích nad plamenem čajové svíčky. Naplníme-li láhev vodou, pozorujeme nejprve, že se voda vytékající z láhve pohybuje obdobně jako při vodorovném vrhu. Při dostatečném poklesu hladiny v láhvi začne voda stékat po jejím povrchu. Pře-

kvapením může být, že voda přestane vytékat, když je hladina přibližně 8 mm nad otvorem (obr. 1), což nastane po necelých 10 minutách.



Obr. 1 Hladina se ustálí téměř 1 cm nad otvorem (zvýrazněn uprostřed)²

Teoretické řešení

Díky tomu, že je otvor malý, projeví se zde pružnost povrchu vody. Při poklesu hladiny klesá hydrostatický tlak v místě otvoru a při určité (dostatečně malé) hloubce otvoru pod volnou hladinou nastane rovnováha mezi hydrostatickou tlakovou silou a povrchovou silou (obě působí v otvoru).³

Odpověď

Experiment dopadl překvapivě; nevytekla všechna voda nad otvorem, ale hladina se ustálila téměř 1 cm nad ním. Teoreticky to můžeme vysvětlit tím, že se povrch kapaliny chová jako pružná blána.

Metodické poznámky

Pokus je vhodné několikrát zopakovat. Je možné experimentovat s otvory různých průměrů (při dostatečně velkých už ke zmíněnému jevu nedojde). Úloha je vhodná k integraci učiva mechaniky tekutin a molekulové fyziky.

² Za pomoc při zhotovení fotografií děkuji Petru Lukešovi.

³ Z rovnosti velikostí povrchové a hydrostatické tlakové síly dostáváme při daném průměru otvoru a hloubce řádově správnou hodnotu povrchového napětí vody (desítky $\text{mN} \cdot \text{m}^{-1}$).

3 Plachetnicí proti větru⁴

Zadání

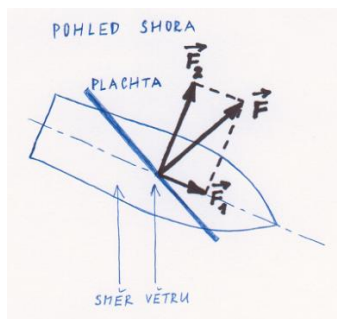
Demonstrujte a vysvětlete, jak může plachetnice plout částečně proti větru.

Experimentální řešení

Model plachetnice můžeme sestavit z běžně dostupného materiálu, zejména kancelářských potřeb. Použít můžeme pouzdro na mýdlo, plastové desky, brčko, špejli, kancelářské svorky, papír a izolepu (obr. 2). Podstatné je, aby se mohla plachta při experimentu nastavit do vhodného úhlu, a dále je potřeba udělat velký kýl (je z plastových desek a bude pod hladinou). Když budeme do papírové plachty loďky foukat ústy přibližně podle obr. 3 (na což bychom měli experimentálně přijít), rozjede se (ve vaně nebo v jiné hlubší nádobě s vodou) ve směru své podélné osy. Plachetnice se tak částečně pohybuje proti směru, kterým „fouká vítr“.



Obr. 2 Jeden z možných modelů plachetnice



Obr. 3 Náčrtek plachetnice s působícími silami

Teoretické řešení

Působící síly si znázorníme do obrázku (obr. 3). Vítr působí na plachtu tlakovou silou \vec{F} kolmo k ní (její rovině). Tato síla se rozkládá do složky \vec{F}_1 , která míří ve směru podélné osy plachetnice, a složky \vec{F}_2 ve směru kolmém

⁴ Námět této úlohy najdeme ve [2] na str. 81 a ve [3] na str. 18.

k podélné ose. Síla \vec{F}_1 způsobuje pohyb plachetnice dopředu a síla \vec{F}_2 se ruší odporovou silou vody, který je kladen rozlehlému (u skutečných plachetnic hlubokému) kýlu.

Odpověď

Experimentálně i teoreticky jsme ukázali, že plachetnice se může pohybovat částečně proti směru větru. Model naší plachetnice měl relativně velký kýl, ale díky tomu byl výsledek pokusu jednoznačný.

Metodické poznámky

Z hlediska fyzikálního tématu se jedná o pohyb tělesa v prostředí, které mu klade odpor, a o rozkládání sil. Někdy je třeba žákům napovědět, že mají rozkládat sílu, která je kolmá k plachtě, příp. můžeme žákům v rámci zadání poskytnout obr. 3 bez vyznačených sil. Popsaný jev se v praxi využívá při tzv. křížování plachetnice proti větru. Více informací nalezneme v angličtině ve [4].

Závěr

V tomto článku jsme uvedli a diskutovali tři úlohy, k jejichž řešení je možné v rámci středoškolské výuky fyziky přistupovat jak teoreticky, tak také experimentálně. Při zařazování obdobně zaměřených úloh do výuky je potřeba pečlivě vybírat témata; ne vždy totiž mají středoškoláci k vysvětlení určitého experimentu potřebné teoretické znalosti. Při hledání souladu mezi teoretickým a experimentálním řešením je třeba mít na paměti, že teorie vysvětlí experiment mnohdy pouze přibližně.

Literatura

- [1] Žák V. : *Fyzikální úlohy pro střední školy*. Prometheus, Praha, 2011.
- [2] Kružík M.: *Sbírka úloh z fyziky pro žáky středních škol*. SPN, Praha, 1984.
- [3] Nahodil J.: *Fyzika v běžném životě*. Prometheus, Praha, 1996.
- [4] <http://en.wikipedia.org/wiki/Keel>

Seznam účastníků konference

Bronislav Balek, BALMED, Ivančice
Věra Bdínková, Základní škola, Novolíšeňská 10, Brno
Renáta Bednárová, Pedagogická fakulta MU, Brno
Miroslava Bělochová, Základní škola Jungmannovy sady, Mělník
Pavel Böhm, KDF MFF UK – PORG – EDUFOR, Praha
Zdeněk Bochníček, Přírodovědecká fakulta MU, Brno
Miroslav Buchar, Podještědské gymnázium, Liberec
Oldřich Burda, Základní škola, Jungmannova 660, Roudnice n. Labem
Hana Burešová, Základní škola, Ratibořická 1700, Praha - Horní Počernice
Alena Bušáková, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha
Přemysl Černý, SPŠST Panská, Praha 1
Jana Česáková, Přírodovědecká fakulta UHK, Hradec Králové
Gerben De Jong, Marnix College, Ede, Netherlands
Jan Dirlbeck, Gymnázium, Cheb
Jaroslava Dirlbecková, Gymnázium, Cheb
Tomek Durr, Velké Losiny
Leoš Dvořák, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha
Petr Dvořák, Sobriety s. r. o., Kuřim
Irena Dvořáková, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha
Anna Hajdusianek, Wrocław University of Technology/ Institute of Physics,
Wrocław, Polsko
Monika Halšková, Společnost pro kvalitu školy, o. s., Zeyerova 12, Ostrava
Eva Hejnová, Přírodovědecká fakulta UJEP, Ústí nad Labem
Renata Holubová, Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc
Peter Horváth, FMFI UK Bratislava, Bratislava, Slovensko
Jan Hrdý, Evropský polytechnický institut, s.r.o., Kunovice
Josef Hubeňák, Přírodovědecká fakulta UHK, Hradec Králové
Margita Hubeňáková, Gymnázium J. K. Tyla, Hradec Králové

Radmila Hýblová, Česká Třebová
Marcela Chuchlíková, Církevní gymnázium, Mikulášské nám. 15, Plzeň
Martin Jacko, Biskupské gymnázium B. Balbína a Základní škola a mateřská škola Jana Pavla II., Hradec Králové
Jarmila Jacková, SOŠ a SOU Hradební, Hradec Králové
Otto Janda, Radioklub lázeňského města Karlovy Vary, Karlovy Vary
Jakub Jermář, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha
Pavel Kabrhel, ZŠ Habrmanova, Pedagogická fakulta UHK, Hradec Králové
Zdeňka Kamarádová, Základní škola a Mateřská škola, Ústavní, Praha
Denisa Kawuloková, Pedagogická fakulta MU, Brno
Ota Kéhar, Fakulta pedagogická ZČU, Plzeň
Zdeňka Kielbusová, Fakulta pedagogická ZČU, Plzeň
Karel Kolář, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha
Růžena Kolářová, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha
Jana Končelová, Přírodovědecká fakulta UJEP, Ústí nad Labem
Pavel Konečný, Přírodovědecká fakulta MU, Brno
Václava Kopecká, KDF MFF UK; ZŠ a MŠ, Praha - Nebužice, Praha
Věra Koudelková, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha
Jan Koupil, Gymnázium Pardubice, Dašická, Pardubice
Jiří Krásný, Základní škola, Komenského nám. 440, Kroměříž
Erik Krejčí, Techmania Science Center o.p.s., Plzeň
Miroslav Kubera, Gymnázium Matyáše Lercha, Brno
Hana Kunzová, Gymnázium, Trhové Sviny
Radim Kusák, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha
Jiří Kvapil, Gymnázium Olomouc-Hejčín
František Látal, Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc
Oldřich Lepil, Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc
Kateřina Lipertová, Církevní gymnázium, Mikulášské nám. 15, Plzeň
František Lustig, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha
Dana Mandíková, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

Milada Marková, Letohradské soukromé gymnázium, Letohrad
Lenka Matějčková, SPŠST Panská, Praha
Tomáš Meiser, Techmania Science Center o. p. s., Plzeň
Tomáš Milěš, Pedagogická fakulta MU, Brno
Iva Mohylová, Gymnázium, Volgogradská 6a, Ostrava - Zábřeh,
Eva Nešverová, Prometheus, spol. s r. o., Čestmírova 10, 140 00 Praha 4
Petr Novák, Pedagogická fakulta MU, Brno
Jana Nushartová, Gymnázium prof. Jana Patočky, Praha
Ludmila Onderová, Přírodovědecká fakulta UPJŠ, Košice, Slovensko
Milena Osobová, Prometheus, spol. s r. o., Čestmírova 10, 140 00 Praha 4
Břetislav Patč, Brandýs nad Labem
Jan Pavelka, Přírodovědecká fakulta MU, Brno
Lukáš Pawera, Pedagogická fakulta MU, Brno
Václav Pazdera, Gymnázium, Čajkovského 9, Olomouc
Pieter J Pikaar, Marnix College, Ede (Gld.), Holland
Alena Pinková, Základní škola, Mutějovice
Václav Piskač, Gymnázium, tř. Kpt. Jaroše, Brno
Jitka Piskačová, Biskupské gymnázium, Brno
Lenka Plachtová, Gymnázium, Volgogradská 6a, Ostrava-Zábřeh
Zdeněk Polák, Jiráskovo gymnázium v Náchodě, Náchod
Lenka Prusíková, Fakulta pedagogická ZČU, Plzeň
Ondřej Příbyla, Masarykova univerzita, Brno
Jindřich Pulíček, Gymnázium Dr. Randy, Jablonec nad Nisou
Miroslav Randa, Fakulta pedagogická ZČU, Plzeň
Jaroslav Reichl, SPŠST Panská, Praha
Ed Renes, Marnix College, Ede, Netherlands
Lukáš Richterek, Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc
Lucie Růžicková, Základní škola Edvarda Beneše, Lysice
Karel Ryška, Gymnázium, Jihlava
Jan Říha, Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc

Lenka Sekaninová, I. NZG Mendlovo náměstí 3/4, Brno
Marie Snětinová, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha
Miroslav Staněk, Pedagogická fakulta JČU, České Budějovice
Jindřiška Svobodová, Pedagogická fakulta MU, Brno
Zdeněk Šabatka, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha
Přemysl Šedivý, Gymnázium J. K. Tyla, Hradec Králové
David Ševčík, Sobriety s.r.o., Kuřim
Hana Šťastná, Základní škola a MŠ, Otnice
Vlasta Štěpánová, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha
Josef Trna, Pedagogická fakulta MU, Brno
Michal Vajdák, Sobriety s.r.o., Kuřim
Jan Válek, Pedagogická fakulta MU, Brno
Jiří Válek, Gymnázium Čakovice, Praha
Vladimír Vícha, Gymnázium, Dašická, Pardubice
Blanka Vodová, Základní škola a MŠ, Větrný Jeníkov
Marie Volná, Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc
Kateřina Vondřejcová, Přírodovědecká fakulta UHK, Hradec Králové
Ariën Vorselman, Marnix College, Ede, The Netherlands
Gabriela Zalubilová, Gymnázium Sokolov, Sokolov
Pavla Ziembová, Základní škola a MŠ Prameny, Karviná-Ráj
Vojtěch Žák, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha
Peter Žilavý, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha

VELETRH NÁPADŮ UČITELŮ FYZIKY XI

sborník z konference

Za odbornou správnost odpovídají autoři.
Příspěvky ve sborníku neprošly jazykovou úpravou.

Editor RNDr. Renata Holubová, CSc.
Odpovědná redaktorka Mgr. Jana Kreiselová
Technický redaktor doc. RNDr. Oldřich Lepil, CSc.

Vydala a vytiskla Univerzita Palackého v Olomouci
Křížkovského 8, 771 47 Olomouc
www.upol.cz/vup
e-mail: vup@upol.cz

Olomouc 2011

1. vydání

ISBN 978-80-244-2894-9

Neprodejné