

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta pedagogická
Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy

JEDNOTA ČESKÝCH
MATEMATIKŮ A FYZIKŮ
Fyzikálně pedagogická sekce

VELETRH NÁPADŮ UČITELŮ FYZIKY 19

Sborník z konference

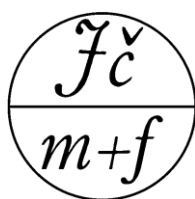


ZÁPADOČESKÁ
UNIVERZITA
V PLZNI



KARLOVARSKÝ
KRAJ

Nadace
Depositum
Bonum
.....



CHEB 2014



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Editoři: Vladimír Vochozka, Vít Bednář, Ota Kéhar, Miroslav Randa

Recenzenti: RNDr. Miroslav Randa, Ph.D., PhDr. Ing. Ota Kéhar, Ph.D.

Vydání bylo podpořeno Jednotou českých matematiků a fyziků.

Editor © Vladimír *Vochozka*, 2014

ISBN 978-80-261-0439-1

Vydala Západočeská univerzita v Plzni 2015.

OBSAH

M. Randa: Úvod	5
B. Balek: Zátěžové testy lidského srdce	6
V. Bednář, V. Vochozka, J. Tesař: Jsou všechny žárovky stejné?	13
M. Bělochová, M. Čáslavová: Pasco a Moodle na základní škole Jungmannovy sady Mělník	19
J. Beňuška: Od popularizácie fyziky k vyučovacej hodine	21
V. Boček: Elektrina vlastníma rukama	26
Z. Bochníček: Metody aktivního učení ve výuce fyziky na Přírodovědecké fakultě MU	31
L. Dvořák: Další nápady z Malé Hraštic 4: tíhové zrychlení stokrát jinak	36
I. Dvořáková, L. Dvořák: Elixír do škol - dosavadní výsledky a budoucí rozvoj	41
J. Hrdý, I. Rohlena: Využití software MAPLE 17 při výuce fyziky na středních a základních školách	45
E. Hejnová: Úlohy s bublinou aneb jak lze rovíjet myšlení a učení žáků	50
J. Hubeňák: Vodivé plasty - zajímavý materiál pro laboratorní práci	55
T. Jerje: Experimenty za všechny prachy, nebo raději jen za dvacku	61
P. Kácovský, J. Reichl, Z. Polák: Několik projektů z tábora, tentokrát na téma „Kdo to za nás pracuje aneb energie kam se podíváš“	66
P. Kácovský: S termokamerou po stopách tepla	69
V. Kerlínová: Fyzika v oborech Gastronomie, Sociální činnost a Provoz a ekonomika dopravy	74
K. Kolář a kol.: Ukázka několika zajímavých úloh z FYKOSu	79
P. Konečný: K čemu se hodí stará dobrá žárovka, aneb fyzikálně nostalgické ohlédnutí za jedním zajímavým technickým zařízením	83
V. Kopecká, V. Žák: Experimenty z Kroužku fyziky MFF UK v médiích	87
V. Koudelková, M. Snětinová, P. Kácovský: Interaktivní show Fyzika všemi smysly	92
A. Kozák: Projektové vyučování ve fyzice (expertní skupiny)	97
P. Kratochvíl: Akustické a kmitavé pokusy	101
M. Krynický: Zrcadlovka s výměnným objektivem jako demonstrace dírkové komory	104
Š. Kubínová, J. Šlégr: PhysDuino - cenově dostupný systém pro školní fyzikální měření	107

L. Ličmanová, L. Koníček: Spektrální charakteristiky světelných zdrojů a světla prošlého a odraženého	110
F. Lustig, P. Kuriščák, J. Dvořák: Vzdálené laboratoře v oblacích	116
D. Martincová: Vzdělávání nadaných žáků ve fyzice	120
T. Nečas: Poloha, rychlost, zrychlení	125
J. Pavlin: Liquid Crystals in the Classroom	129
V. Pazdera: Pár zajímavých nápadů V	136
V. Piskač: Vodorovný a šikmý vrh	141
J. Reichl: Opakovací otázky do výuky fyziky	145
P. Sládek, L. Pawera: Hustota plynů - jak ji změřit?	151
M. Staněk: POGIL na ZŠ Dolní Břežany	156
O. Kéhar, Z. Suková: Trocha inspirace z táborů Astronomické hrátky	163
Z. Šabatka: Experimenty z Interaktivní fyzikální laboratoře - rotující soustavy	168
J. Šestáková: Peer Instruction: Informace přímo z Harvardu	173
M. Šutová, P. Novák, J. Válek: Solární hračky ve výuce fyziky na ZŠ	175
J. Krejčí, M. Šutová, L. Dvořák: Využití mobilních technologií ve výuce fyziky na ZŠ	178
P. Vetiška: Aktivita ESA vhodné pro výuku	183
V. Vícha: Vizualizace radioaktivity pro sekundu s detektorem MX-10	186
V. Vochozka, V. Bednář, J. Tesař: Zvukoměry v mobilu při výuce akustiky	192
Z. Koupilová, D. Mandíková, M. Snětinová: Sbírká řešených úloh z fyziky	197

Úvod

Vážení čtenáři, učitelé a učitelky fyziky, kolegyně a kolegové,

v roce 2014 do mapy míst, kde se Veletrh nápadů učitelů fyziky již konal, přibýlo další, dosud nejzápadnější místo – město Cheb, konkrétně nově vybudované Jazykové a komunikační centrum Gymnázia Cheb.

Když jsme na 18. Veletrhu nápadů učitelů fyziky v Hradci Králové společně přejímali štafetu, věděli jsme, že spolupráce Plzně s Chebem má mnohé výhody, ale byli jsme si vědomi i nevýhod, zejména toho, že se kompletní organizační tým sejde až při vlastní akci. Dnes, s odstupem času, musím konstatovat, že výhody bohatě překonaly všechny komplikace. Jsem společně s ostatními účastníky veletrhu velmi rád, že jsme mohli díky řediteli Gymnázia Cheb Jaroslavu Kočvarovi, profesoru gymnázia Janu Dirlbeckovi i jejich chebské části týmu strávit příjemné dny naplněné jako vždy gejzírem fyzikálních pokusů, nových, ale i již osvědčených nápadů a užít si pohostinnosti chebského gymnázia. Užívali jsme si rádi pocitu, že chebští spoluorganizátoři jsou rádi, že jsme u nich „na návštěvě“, a cítili jsme se zde „doma“.

Role plzeňské části týmu byla výrazná zejména před a po veletrhu, kdy prakticky všichni účastníci komunikovali s Otou Kéharem, s Vladimírem Vochozkou či Vítem Bednářem. Chtěl bych všem členům organizačního týmu poděkovat za to, jak bravurně si s organizováním našeho veletrhu poradili.

Záštitu nad veletrhem převzala rektorka ZČU doc. PaedDr. Ilona Mauritzová, Ph.D. a díky projektu ZČU „Popularizace vědy a badatelsky orientované výuky“ bylo nepražským účastníkům veletrhu hrazeno cestovné a ubytování. To organizátorům, zejména Otovi Kéharovi, přidělalo spoustu starostí, ale podstatné bylo, že účastníkům udělalo radost. Ze stejného projektu byly částečně hrazeny náklady i zahraničním účastníkům, celková částka uvolněná z projektu činila čtvrt milionu korun. Vystoupení všech čtyř zvaných přednášejících, Jozefa Beňušky, Jerzyho Jarosze, Anety Szczygielské i Jerneji Pavlin, byla ozdobou veletrhu. Velmi si cením pomoci členů programového výboru Václava Piskače a Leoše Dvořáka při jejich výběru a při domluvě s nimi.

Veletrh nápadů učitelů fyziky byl významnou akcí pro celý chebský region. Akci podpořilo Město Cheb i Karlovarský kraj; hejtman Karlovarského kraje Josef Novotný nad Veletrhem nápadů učitelů fyziky převzal záštitu.

Velká podpora se dostala veletrhu i ze strany Jednoty českých matematiků a fyziků, a to od Fyzikální pedagogické společnosti a poboček Plzeň a Karlovy Vary. Finanční příspěvek věnovala veletrhu nápadů Nadace Depositum Bonum.

Největší ocenění si však zaslouží všichni účastníci, tedy ti, kteří dávají veletrhu tvář. Ti, kteří během školního roku střádají střípky nápadů a pokusů a pak je dávají nezištně do používání všem ostatním. Ti, kteří chodí pravidelně se svou fyzikální a experimentální kůží na trh. Jako spoluorganizátor prvních ročníků a pravidelný účastník veletrhů mohou srovnávat: experimentátoři se postupně a pomalu mění, klasiky fyzikálních experimentů nahrazují mladí a mladí se stávají novými klasiky. Ve zkratce řečeno, **experimentátoři se mění, ale nápady, které udržují veletrh při životě, zůstávají.**

Miroslav Randa

Zátěžové testy lidského srdce

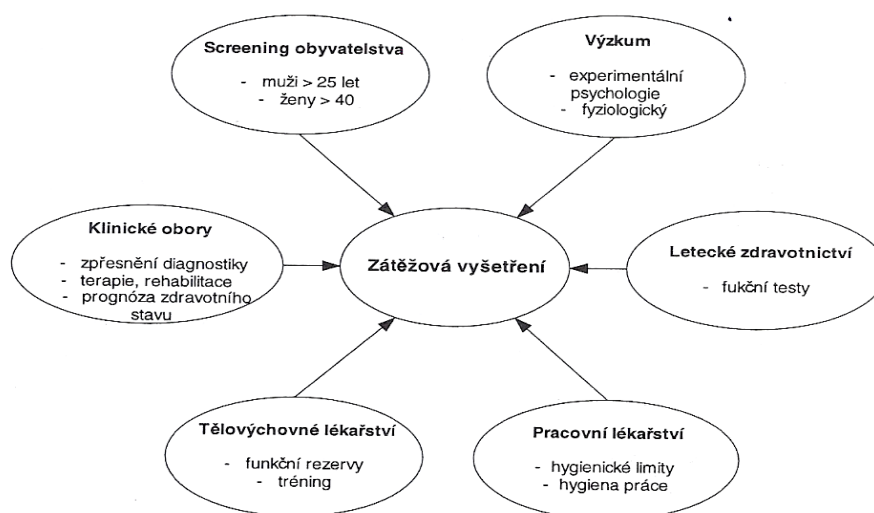
BRONISLAV BALEK

SOŠDOaS, Moravský Krumlov

1) Úvod

Měření pomocí přístrojů se provádějí nejenom ve fyzice, chemii aj., ale také na lidském organismu. Zátěžová funkční vyšetření člověka mohou odhalit patologické reakce organismu a přispět k přesnější diagnóze a tím i k vhodné terapii. Realizují se pomocí profesionálních lékařských přístrojů. Pro srovnání se měření provádí v klidu a při zátěži (tělesné námaze) za standardizovaných podmínek zátěže i měření. Formy zátěže mohou být elektrické, farmakologické, hypoxické, mechanické-svalové (nejfyziologičtější a nejčastější) atd. Mechanické zátěžové testy využívají výstup na schůdky, bicyklový ergometr (nejrozšířenější), pohyblivý pás atd. Při zátěžových vyšetřeních srdce se měří a vyhodnocuje mimo jiné také EKG a srdeční frekvence (HR), nasycení krve kyslíkem (SpO₂), tepenný krevní tlak (NIBP), minutový srdeční objem (CO), dechová křivka a dechová frekvence (RR) atd. Současným hodnocením těchto biosignálů získáme základní informace o adaptačních schopnostech srdce a tím i organismu.

2) Rozdělení typů zátěžových testů [1], (Obr. 1)



Obr. 1 – Rozdělení typů zátěžových testů [1]

Ve vnitřním lékařství výsledky zátěžových testů doplňují základní klinická vyšetření, zpřesňují diagnózu a umožňují rozhodnutí o vhodné léčbě a rehabilitaci. Dále slouží ke kontrole účinnosti léčby a prognóze zdravotního stavu nemocných.

Ve sportovním lékařství se výsledky zátěžových testů používají k hodnocení výkonnosti zdravých probandů.

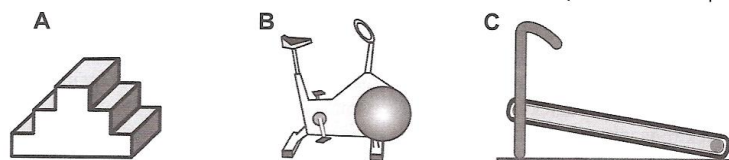
3) Fáze zátěžových testů [2]

- **Přípravná fáze:** připojení probanda k přístrojům, měření klidových hodnot

- **Fáze zahřívací** („warm up“): aplikace nízké zátěže pro zvýšení prokrvení tkání, zásobování kyslíkem a metabolismu, zlepšit pohyblivost kloubů
- **Fáze zátěže**: používají se čtyři druhy zátěží viz. další snímek
- **Fáze zklidnění** („cool down“): zátěž o nízké intenzitě s cílem vrátit oběhové parametry po intenzivní zátěži na hodnoty blízké klidu a zabránit závratím nebo kolapsům z důvodu pozátěžové hypotenze, usnadnit odstranění laktátu (kyseliny mléčné) z krve a vypořádat se s pozátěžovým zvýšením katecholaminů v krvi, které mohou vyvolat komorové arytmie a náhlou srdeční smrt
- **Fáze zotavení**: sledování uklidnění po zátěži

4) Druhy ergometrů s mechanickou zátěží [2], (Obr. 2)

Ergometrie je metoda zabývající se stanovením výkonu a práce testovaného. Test je součástí komplexu zkoušek hodnotících reakce a adaptace organismu na zátěž.



Obr. 2 [2] – Ergometry: (A) Masterovy schůdky, (B) Bicyklový ergometr, (C) Běhátko

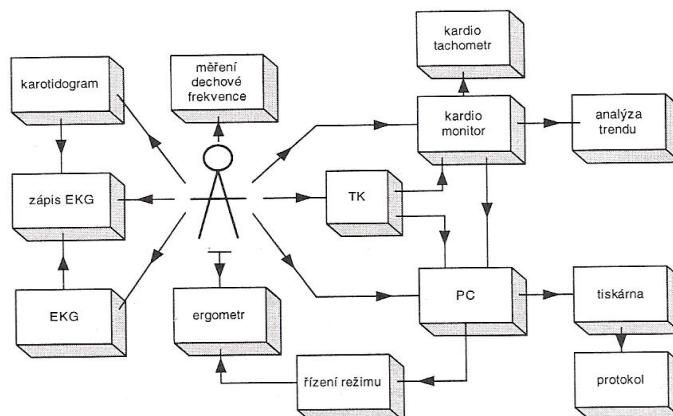
5) Typy zátěží [2], (Obr. 3)



Obr. 3 [2] – Typy zátěží: (A) Jednostupňové zvýšení, (B) stupňované s přestávkami, (C) Stupňované bez přestávek, (D) Kontinuální

6) Blokové schema zátěžového testu srdce [1], (Obr. 4)

Při zátěžovém testu srdce se měří, vyhodnocují a zaznamenávají tyto parametry: EKG, srdeční frekvence, krevní tlak, dechová frekvence, nasycení krve kyslíkem, karotidogram (pulzová vlna krční tepny) atd. Počítač řídí ergometr a zpracovává měřené hodnoty do protokolu, který vytiskne tiskárna (obr. 4).



Obr. 4 [1] – Blokové schema zátěžového testu srdce

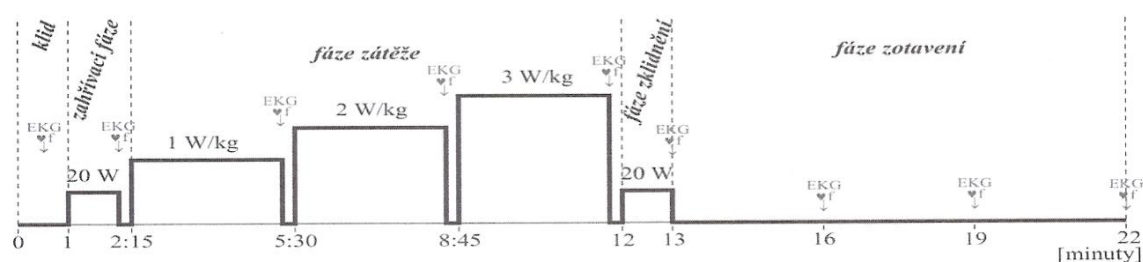
7) Ergometrická laboratoř [3], (Obr. 5)



Obr. 5 [3] – Ergometrická laboratoř: vlevo běhátko, uprostřed vyhodnocení, vpravo bicyklový ergometr

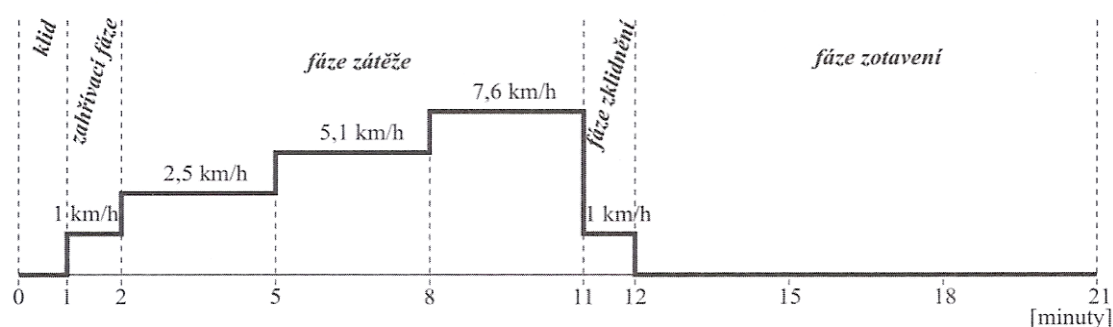
8) Protokoly zátěží [2], (Obr. 6 – 7)

U bicyklového ergometru se zátěž nastavuje ve W/kg dle hmotnosti probanda, obr. 6.



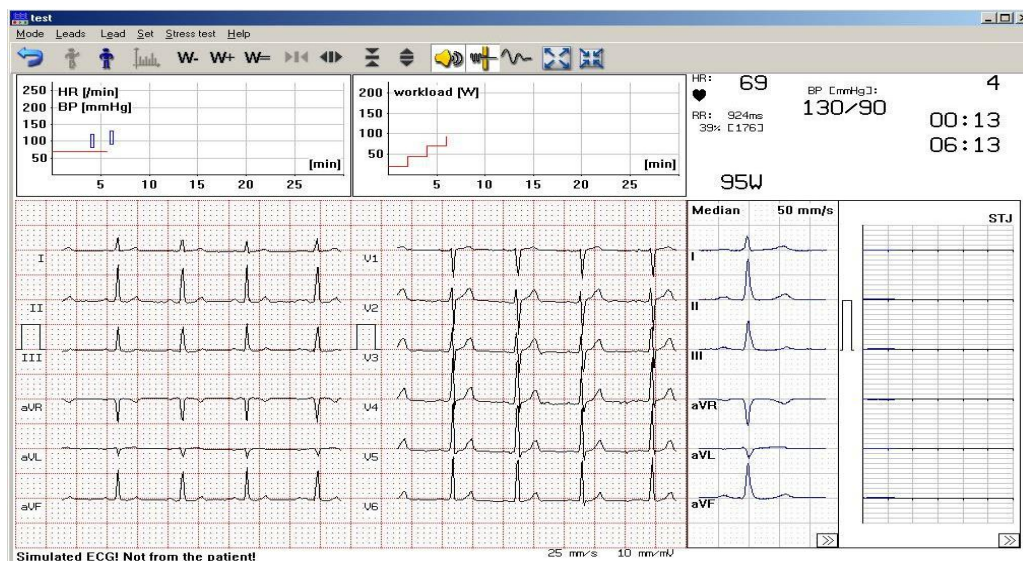
Obr. 6 [2] – Protokol stupňované zátěže s přestávkami s bicyklovým ergometrem

U běhátka se jako zátěž používá rychlost běžeckého pásu v km/hod., obr. 7.



Obr. 7 [2] - Protokol stupňované zátěže bez přestávek s běhátkem

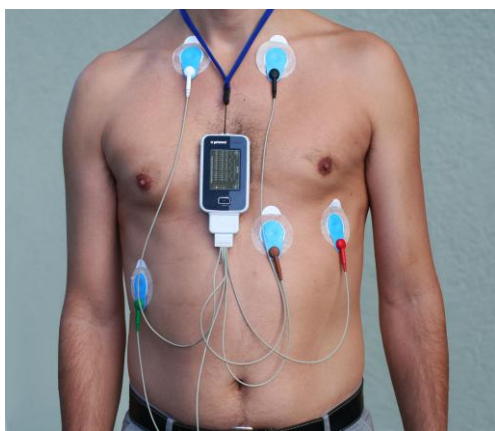
9) Protokol zátěžového měření s bicyklovým ergometrem [5], (Obr. 8)



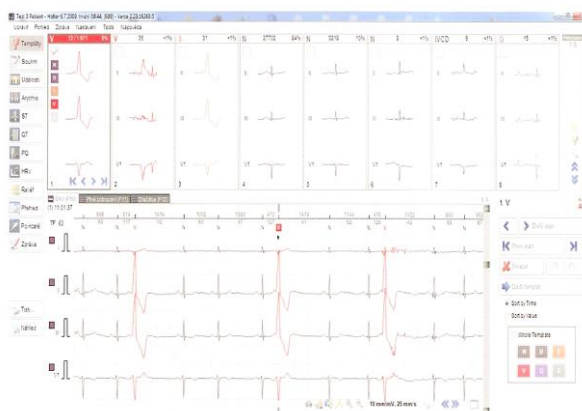
Obr. 8 Výstupní protokol zátěžového měření s bicyklovým ergometrem [5]

10) Holtery EKG a krevního tlaku [4,5], (Obr. 9–14)

Holtery jsou dlouhodobé miniaturní záznamníky zaznamenávající EKG nebo tepenný krevní tlak 24 a více hodin. Holterovské monitorování patří také do zátěžových testů.



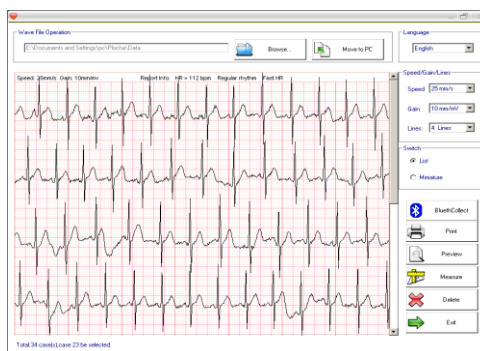
Obr. 9 EKG holter [4]



Obr. 10 Protokol z EKG holteru [3]



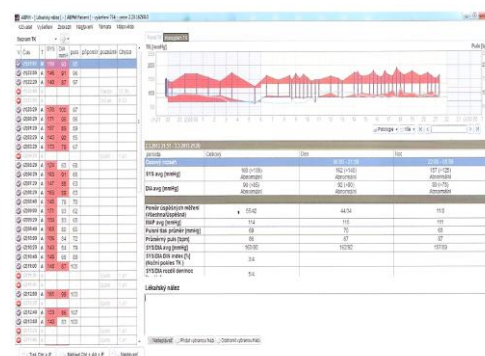
Obr.11 Minikardiomonitor jako Holter [5]



Obr.12 EKG z minikardiomonitoru



Obr. 13 Tlakový holter [5]



Obr. 14 Protokol z tlakového holteru [3]

11) Klidové a zátěžové měření kardiomonitorem (Obr. 15-17)



Obr. 15 Klidové měření: Tep=77, SpO2=99, Tlak=158/83, Dech=12. Zdroj autor



Obr. 16 Po 30 dřepch: Tep=86, SpO2=99, Tlak=195/90, Dech=20. Zdroj autor.



Obr. 17 Po 50 dřepch: Tep=89, SpO2=99, Tlak=211/101, Dech=23. Zdroj autor.

12) Některé parametry v klidu a při maximální zátěži [1]

Parametr	v klidu	při max. zátěži	jednotka
výkon levé komory	1,2	7,7	W
spotřeba O ₂	250	až 5000	ml/min
výdej O ₂	200	až 8000	ml/min
parciální tlak p _{O₂} ve tkáni	10,7 (80)	klesá	kPa (torr)
parciální tlak p _{CO₂} ve tkáni	6,1 (46)	9,3 (70)	kPa (torr)
spotřeba O ₂ myokardem	4	40	ml/g/h
arteriovenózní difference O ₂	70	150	ml/l
systolický tlak krve	14 (105)	28 (210)	kPa (torr)
diastolický tlak krve	8 (60)	12 (90)	kPa (torr)
minutový srdeční výdej	5	18 (40)	L
rychlost toku krve aortou	30	240	cm/s
průtok koronárními tepnami	250	2000	ml/min
pH krve	7,4	7,2	
produkce kyseliny mléčné	1–2	11–13	mmol/l
hematokrit	44	52	–

13) Minutový srdeční výdej v klidu a po zátěži dle empirického vzorce [6]

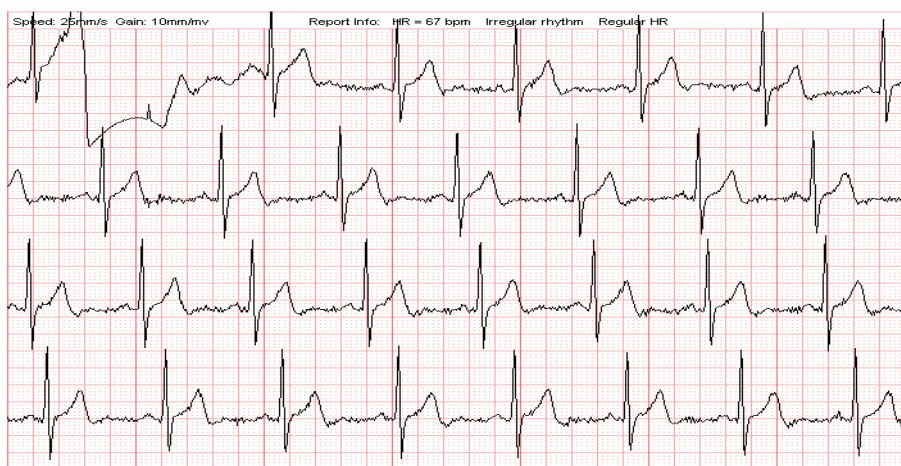
V_m-minutový srdeční výdej, f - tep, tlaky P_s – systolický a P_d - diastolický

	Tep	Systolický tlak	Diastolický tlak	Minutový výdej	Systolický objem	Fyziologická rozmezí	
Režim	f	P _s	P _d	V _m	V _s =V _m /f	V _m	V _s =V _m /f
Dřep	[tepů/min.]	[mmHg]	[mmHg]	[l/min.]	[ml]	[l/min.]	[ml]
Klid	77	158	83	6,9	89	4 - 7	60 - 90
Po 30	86	195	90	7,5	87	4 - 35	60 - 120
Po 50	89	211	101	7,84	88	4 - 35	60 - 120

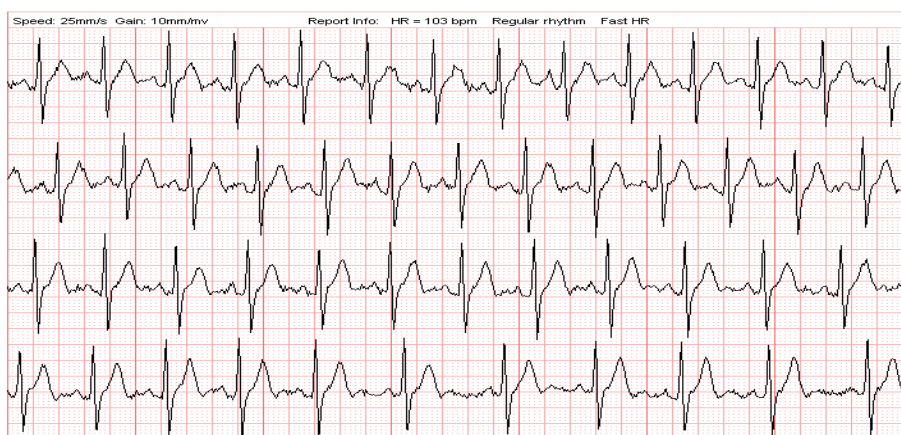
$$V_m = 66,67 \cdot f \cdot (P_s + 2 \cdot P_d) / (P_s + P_d)$$

14) Klidové a zátěžové testy vybraných věkových kategorií (Obr.18-19) [6]

Věk [roků]	Srdeční frekvence (tep) [tepů/min.]		Fyziologické rozmezí srdeční frekvence v klidu	
	V klidu	Po 30 dřepech	Věk	[tepů/min.]
2,5	118	0	předškoláci	80 - 120
7	92	0	mladší školáci	70 - 100
11	107	127	mladší školáci	71 - 100
37	67	103	dospělý	60 - 90
67	64	95	dospělý	60 - 90



Obr. 18 Klidové EKG u probanda 37 roků (tep=67). Zdroj autor



Obr. 19 Zátěžové EKG po 30 dřepch u probanda 37 roků (tep=103). Zdroj autor.

Literatura

- [1] Rozman J. a kol.: *Elektronické přístroje v lékařství*, ACADEMIA, Praha 2006, stran 406, ISBN 80-200-1308-3
- [2] Nováková Z. a Roman R. a kol.: *Praktická cvičení z fyziologie*, skripta MU LF, Brno 2011, 110 stran.
- [3] Katalog firmy BTL Praha
- [4] www.google.cz/obrazky
- [5] Katalog firmy Ekona
- [6] Balek B.: *Biologické experimenty. Návodů pro laboratorní cvičení*, skripta, Ivančice 2012

Jsou všechny žárovky stejné?

VÍT BEDNÁŘ¹, VLADIMÍR VOCHOZKA¹, JIŘÍ TESAŘ²,

¹Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita, Plzeň

²Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita, České Budějovice

Abstrakt

Článek se zabývá základními principy běžných žárovek, které se používají v domácnostech (klasické žárovky, úsporné žárovky a LED žárovky). Prezentuje měření porovnávající jejich směrové fotometrické vyzařovací diagramy a světelné účinnosti daných žárovek. Tato měření lze zařadit do fyzikálního praktika na vyšších stupních škol.

Úvod

Žárovka je jeden z nejběžnějších zařízení přeměňující elektrickou energii na světelnou. Pro život v dnešní době je téměř nepostradatelná, její používání a využití se stalo zcela běžným. V současné době je na trhu nepřehledné množství žárovek. Na každé žárovce lze najít její základní parametry, jakými jsou například příkon, udávaná délka životnosti, či použitá technologie. Podle těchto parametrů se můžeme rozhodovat při výběru dané žárovky.

Tyto parametry ale nejsou jediné, které u žárovky lze najít. Na základě použité technologie můžeme zkoumat i jejich další vlastnosti. Mezi ně lze zařadit směrový fotometrický vyzařovací diagram žárovky a následně i určení světelné účinnosti zdroje. Právě na detailnější popis těchto dvou zmiňovaných vlastností je zaměřen tento článek.

Směrový fotometrický vyzařovací diagram světelného zdroje

Jedno z nejběžnějších měření, které se v oblasti fotometrie provádí, je měření velikosti osvětlení E na fotocitlivý prvek (luxmetr). Z teorie víme, že v případě bodového zdroje o svítivosti I a paprsků dopadajících pod úhlem α k normále plochy, můžeme velikost osvětlení počítat podle vztahu:

$$E = \frac{I}{r^2} \cos \alpha \quad (1)$$

Velikost osvětlení je tedy nepřímo úměrná čtverci vzdálenosti osvětlené plochy od zdroje světla a je tím slabší, čímž šikměji dopadají paprsky na fotocitlivý prvek. Pokud jsou světelný zdroj a luxmetr ve stejné výšce a paprsky tedy dopadají kolmo na luxmetr, pro velikost svítivosti pak platí vztah,

$$I = E \cdot r^2 \quad (2)$$

Svítivost I udává prostorovou hustotu světelného toku bodového světelného zdroje v různých směrech. Pomocí světelného toku Φ pak získáme informaci o celkovém množství světelné energie od světelného zdroje [1].

Svítivost je směrově závislá veličina. Pokud bychom zaznamenávali velikosti osvětlení, resp. směrové svítivosti pro konkrétní úhly, pod kterými měříme dané hodnoty do grafu a tyto hodnoty bychom následně spojili, dostali bychom směrový fotometrický vyzařovací diagram světelného zdroje. Konstrukce takového diagramu by ale musela být prováděna ve sférických souřadnicích a graf by byl trojrozměrný. Vzhledem ke složitosti konstrukce takového grafu tato úloha nenašla větší zastoupení ve fyzikálním praktiku na nižších stupních škol.

U světelných zdrojů, které mají přibližně tvar rotačního tělesa podle jedné osy, je konstrukce vyzařovacího diagramu značně jednodušší. Pokud bychom chtěli získat vyzařovací diagram, postačí, pokud provedeme konstrukci jednoho řezu fotometrickým tělesem v rovině vedené osou rotační symetrie. Již při tomto měření získáme dostatečný přehled o rozdělení svítivosti daného světelného zdroje. Žárovky lze obecně považovat za tělesa, která mají tvar rotačního tělesa podle jedné osy [2].

Světelná účinnost žárovky

Pokud známe hodnoty svítivosti I pro jednotlivé úhly natočení žárovky vzhledem k luxmetru, můžeme vypočítat průměrnou sférickou svítivost I_s z plochy vyzařovacího diagramu podle vztahu:

$$I_s = \sqrt{\frac{P}{\pi}} \quad (3)$$

kde P je plocha vyzařovacího diagramu, která se při úhlu otočení o 30° přibližně rovná součtu ploch všech 12 trojúhelníků vyzařovacího diagramu,

$$P = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^{12} I_i \cdot I_{i+1} \quad (4)$$

Pokud známe průměrnou sférickou svítivost I_s pro daný světelný zdroj, můžeme vypočítat hodnotu světelného toku Φ zdroje podle vztahu,

$$\Phi = 4 \cdot \pi \cdot I_s \quad (5)$$

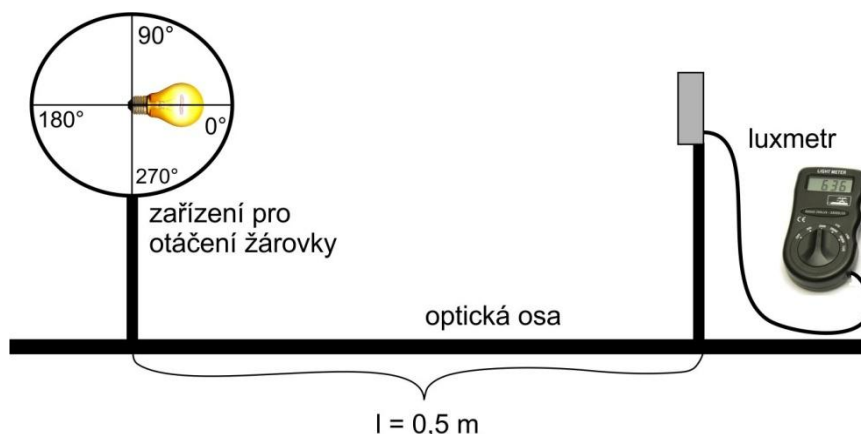
a určit světelnou účinnost zdroje podle vztahu,

$$K = \frac{\Phi}{\Phi_p} \quad (6)$$

kde Φ_p je rovno příkonu žárovky ve wattech. Tento údaj najdeme nejen na každém obalu od žárovky, ale často i na patici žárovky.

Směrový fotometrický vyzařovací diagram žárovky ve fyzikálním praktiku

Pro konstrukci takového diagramu potřebujeme optickou lavici, na kterou do zvolené vzdálenosti, např. $l = 0,5 \text{ m}$ umístíme na opačné strany luxmetr pro zaznamenávání hodnot osvětlení, resp. svítivosti a otáčivé zařízení, pomocí něhož lze žárovku natáčet ve stejné rovině, jako je luxmetr a pod určenými úhly, viz obr. č. 1. Veškeré měření probíhá v prostoru, kde je vyloučeno okolní osvětlení.



Obr. č. 1 Schéma zapojení pro získávání hodnot osvětlení pro příslušný úhel natočení

Postupně otáčíme žárovkou o 30° v rovině optické lavice a odečteme hodnotu osvětlení potřebnou k výpočtu směrové svítivosti k danému úhlu. Výsledkem je pak tabulka naměřených hodnot osvětlení a příslušné směrové svítivosti.

V programu MS Excel zvolíme z nabízených druhů grafů tzv. paprskový graf, pomocí něhož zobrazíme naměřené hodnoty a získáme směrový fotometrický vyzařovací diagram pro příslušnou žárovku.

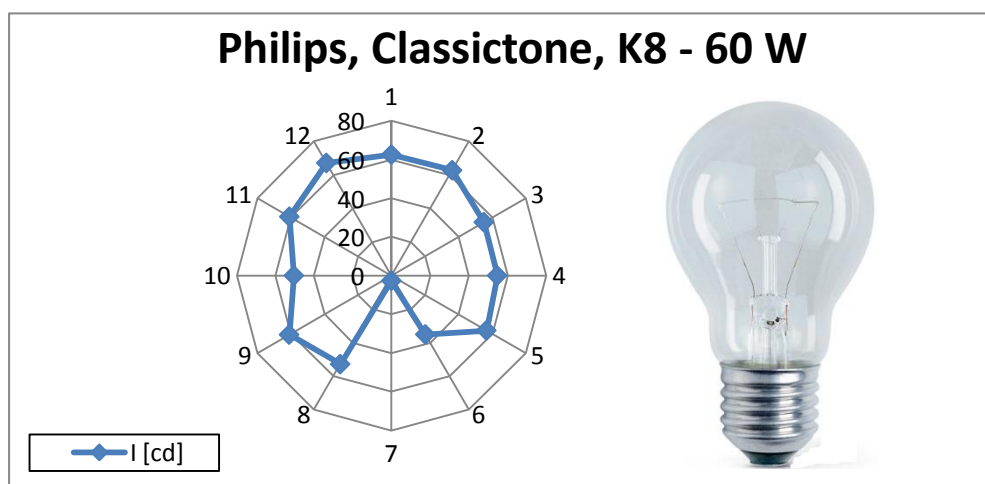
Vyzařovací diagramy, průměrná sférická svítivost, světelný tok a světelná účinnost

Pro měření bylo zvoleno pět žárovek různých druhů a parametrů.

A) Philips – Classicone K8, 60 W

č.m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\alpha [^\circ]$	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
$E_1 [\text{lx}]$	236	233	209	212	238	165	9	209	232	204	241	269
$E_2 [\text{lx}]$	254	259	223	220	215	136	12	214	248	200	240	267
$E_3 [\text{lx}]$	260	262	230	224	227	120	11	211	252	200	249	270
$E [\text{lx}]$	250	251	221	219	227	140	11	211	244	201	243	269
$I [\text{cd}]$	63	63	55	55	57	35	3	53	61	50	61	67
Průměrná sférická svítivost $I_s = 52 \text{ cd}$												
Světelný tok $\Phi = 649 \text{ lm}$												
Světelná účinnost $K = 11 \text{ lm/W}$												

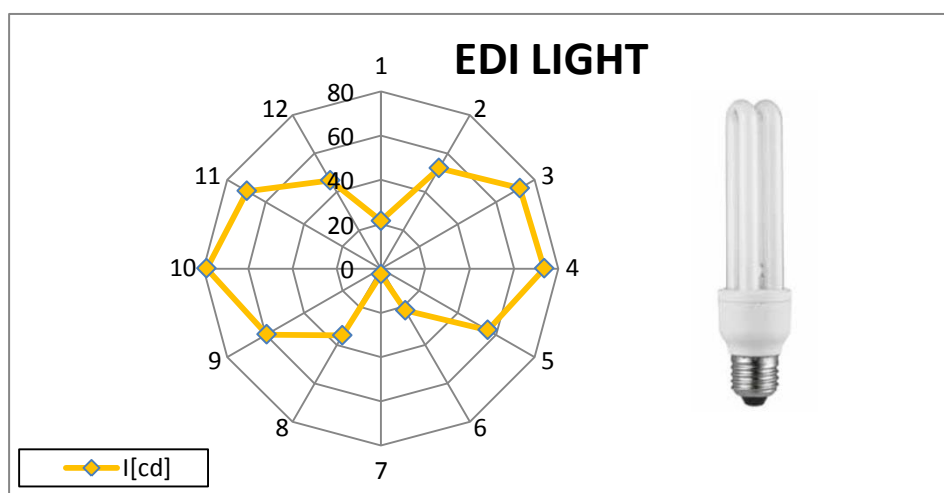
Tabulka č. 1 Získané hodnoty osvětlení a směrové svítivosti



B) EDI LIGHT – úsporná žárovka, 15 W

č.m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
α [°]	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
E_1 [lx]	86	206	288	300	233	90	10	137	279	315	270	183
E_2 [lx]	85	208	291	296	219	97	10	136	272	310	275	175
E_3 [lx]	86	213	289	288	215	76	12	146	164	320	294	192
E [lx]	86	209	289	295	222	88	11	140	238	315	280	183
I [cd]	21	52	72	74	56	22	3	35	60	79	70	46
Průměrná sférická svítivost $I_s = 51$ cd												
Světelný tok $\Phi = 637$ lm												
Světelná účinnost $K = 42$ lm/W												

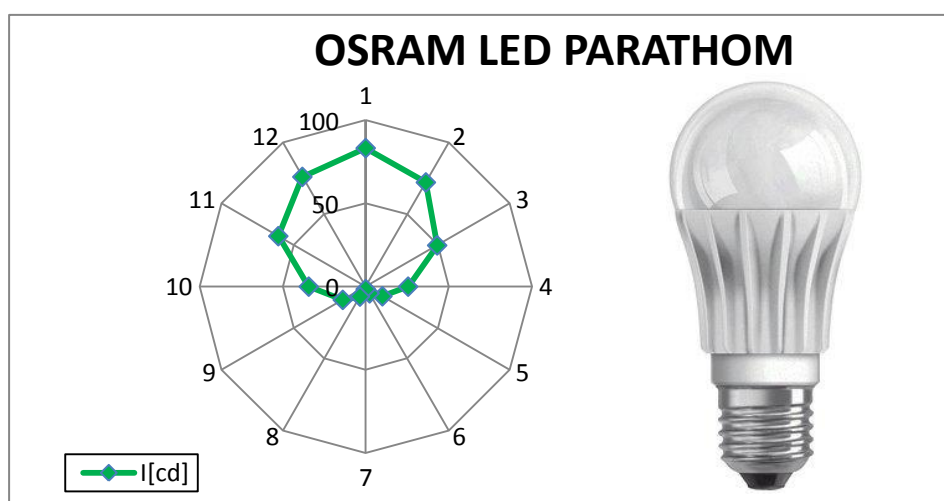
Tabulka č. 2 Získané hodnoty osvětlení a směrové svítivosti



C) OSRAM LED PARATHOM, 7,5 W

č.m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
α [°]	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
E_1 [lx]	338	295	205	108	48	19	5	27	59	128	240	310
E_2 [lx]	335	291	195	109	43	18	6	27	65	145	247	306
E_3 [lx]	326	282	195	89	48	19	7	29	67	138	241	298
E [lx]	333	289	198	102	46	19	6	28	64	137	243	305
I [cd]	83	72	50	26	12	5	2	7	16	34	61	76
Průměrná sférická svítivost $I_s = 45$ cd												
Světelný tok $\Phi = 560$ lm												
Světelná účinnost $K = 75$ lm/W												

Tabulka č. 3 Získané hodnoty osvětlení a směrové svítivosti

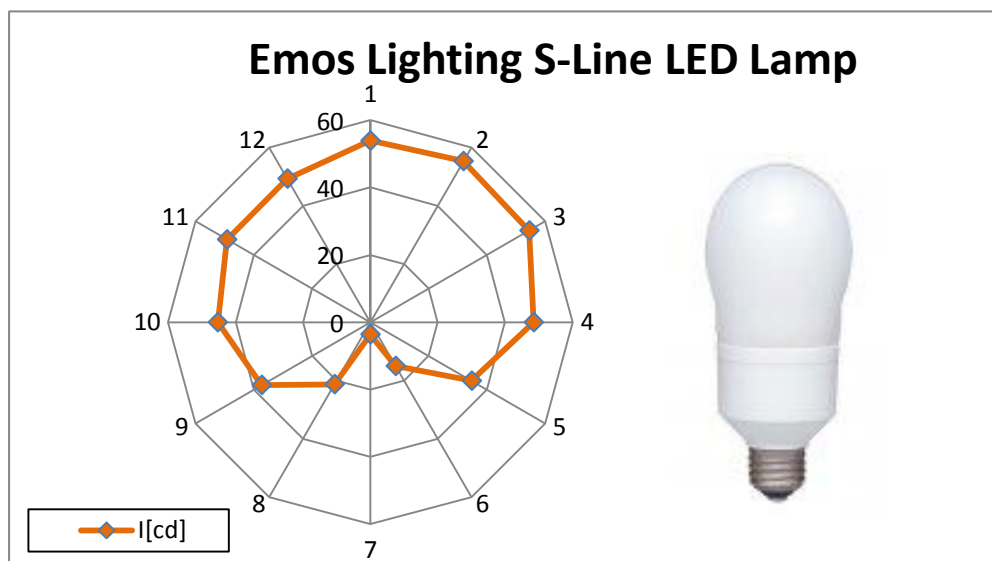


Obr. č. 4 Směrový fotometrický vyzařovací diagram

D) EMOS LIGHTING S-LINE LED LAMP A60, 11 W

č.m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
α [°]	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
E_1 [lx]	224	230	227	203	142	55	11	89	165	204	221	218
E_2 [lx]	218	224	222	195	143	65	17	83	155	183	200	202
E_3 [lx]	205	209	205	184	132	60	15	83	127	157	169	171
E [lx]	216	221	218	194	139	60	14	85	149	181	197	197
I [cd]	54	55	55	49	35	15	4	21	37	45	49	49
Průměrná sférická svítivost $I_s = 41$ cd												
Světelný tok $\Phi = 511$ lm												
Světelná účinnost $K = 46$ lm/W												

Tabulka č. 4 Získané hodnoty osvětlení a směrové svítivosti



Obr. č. 5 Směrový fotometrický vyzařovací diagram

Vyzařovací diagramy proměřovaných žárovek poskytují na základě změřené svítivosti informaci o rozdělení hustoty světelného toku. Podle jednotlivých grafů můžeme říci, že různé druhy žárovek mají rozdělení hustoty světelného toku odlišné. Největší rozdíl je u úsporné žárovky EDI LIGHT, obr. č. 3, o čem svědčí i zcela odlišný tvar této úsporné žárovky. Prostorové rozdělení světelného toku je zde velmi odlišné.

Závěr

Při koupi žárovky nás vždy bude zajímat, kolik množství světla dostaneme ze spotřebované elektřiny, neboli kolik „lumenů dostaneme z jednoho wattu“ příkonu elektrické energie. Klasická žárovka Philips - 60 W měla světelnou účinnost ze všech proměřovaných žárovek nejmenší, žárovka patří mezi nejstarší a v dnešní době již málo používané. Novější modely žárovek mají mnohem vyšší světelnou účinnost. Největší světelnou účinnost pak měla žárovka značky OSRAM.

Uvedená měření je možno brát jako inspiraci především pro rozšíření experimentální činnosti žáku či studentů při výuce fyziky v oblasti fotometrie. Zařízení sloužící k otáčení žárovky je konstrukčně velmi jednoduché a lze ho tak pořídit či sestavit za malý finanční obnos. Studenti se tak mohou blíže seznámit s dalšími vlastnostmi světelných zdrojů, žárovek.

Literatura

- [1] Stach, V., Tesař, J.: *Fyzikální praktikum III (Optika)*. PF JU České Budějovice, 1992.
- [2] Kupka, Z.: *Fyzikální praktikum z kmitů, vlnění a optiky*. Olomouc, 1983.

Pasco a Moodle na základní škole Jungmannovy sady Mělník

MIROSLAVA BĚLOCHOVÁ, MARTINA ČÁSLAVOVÁ

ZŠ Jungmannovy sady, Mělník

Využití měřicích systémů Pasco

Systémy Pasco získala naše škola v rámci projektu „Přírodní vědy moderně a v týmu“. Projekt si klade za cíl přiblížit přírodní vědy co největšímu počtu žáků. Dosud bylo vytvořeno 21 laboratorních úloh z fyziky, chemie a biologie. Pracujeme s 25 – 30 žáky v tříčlenných týmech. Práce jsou určeny většinou na 1 vyučovací hodinu a na laboratorní cvičení z fyziky a chemie. V rámci projektu vznikl předmět mediální výchova, který je v úzkém spojení s přírodními vědami. Podílí se na zvýšení zájmu o přírodní vědy s využitím IT formou filmová dokumentace pokusů. Probíhá spolupráce žáků – laborky a média a společné akce – animování, filmování, exkurze. Ukázka „Měření výšky mělnické věže kostela prostřednictvím senzoru atmosférického tlaku“.

Proč Moodle na naší škole

Na popud školní inspekce, která apelovala na prokazatelnou domácí přípravu pro žáky. Vyzkoušeli jsme různé druhy domácí přípravy – tištěné pracovní listy, weby předmětů, e-mailů. Během minulého školního roku se vyučující naší školy „prokoušali“ úskalím systému Moodle a od října jsme spustili domácí přípravu na Moodle. Kromě přípravy žáků slouží Moodle na podporu nadaných dětí využitím mezipředmětových vztahů a zdokonalení angličtiny metodou CLIL.

Ukázky:

Úloha určená k domácí přípravě žáků

Fyzika 6. ročník, jednotky - hmotnosti

Lidé se během života mění. Jejich hmotnost se mění. Doplňte správné hodnoty a jednotky.

novorozenec	<input type="text"/>
batole (1 rok)	<input type="text"/>
předškolák	<input type="text"/>
žák 6. třídy	<input type="text"/>
dospělý člověk	<input type="text"/>
dědeček	<input type="text"/>

<input type="text" value="0,042 350 t"/>	<input type="text" value="4 800 g"/>	<input type="text" value="68 300 g"/>	<input type="text" value="9,978 kg"/>	<input type="text" value="22 450 000 mg"/>	<input type="text" value="0,82 q"/>
--	--------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	--	-------------------------------------

Úloha využívající mezipředmětových vazeb:

Fyzika nebo dějiny?



K prvním námořním bitvám došlo ve 13. století př. n. l. Skutečné střety se pak odehrávaly v období řecko - perských válek. Základním typem válečné lodě starověku byla veslice, neboť umožňovala pohyb vpřed i vzad podle potřeby. Za nejnámější válečnou loď se považuje řecká triéra s třemi řadami vesel. Její délka dosahovala zhruba 23 m a šířka 5 - 6 m. Vážila až 200 tun. Kromě vesel se u ní využívaly také dvě pomocné plachty, v bitvě ji však poháněli výhradně veslaři. Dosahovala rychlosti až 6 km/h. Vypočítejte její maximální kinetickou energii, výsledek zaokrouhlete na jedno desetinné místo a udejte v MJ.

Odpověď:

Využití metody CLIL - Fyzika nebo angličtina?

Přiřaď k sobě odpovídající český a anglický pojem:

a deformation	<input type="text" value="Vyberte..."/>
The Moon	<input type="text" value="Vyberte..."/>
gravity	<input type="text" value="Vyberte..."/>
The Sun	<input type="text" value="Vyberte..."/>
The Earth	<input type="text" value="Vyberte..."/>
a planet	<div><div>Vyberte...</div><div>gravitace síla planeta deformace směr síly Měsíc gravitační síla směr Slunce Země</div></div>
a direction	
a direction of force	
a force	
gravitational force	<input type="text" value="Vyberte..."/>

Přiřaď k sobě odpovídající český a anglický pojem:

a deformation	<input type="text" value="Vyberte..."/>
The Moon	<input type="text" value="Vyberte..."/>
gravity	<input type="text" value="Vyberte..."/>
The Sun	<input type="text" value="Vyberte..."/>
The Earth	<input type="text" value="Vyberte..."/>
a planet	<div><div>Vyberte...</div><div>gravitace síla planeta deformace směr síly Měsíc gravitační síla směr Slunce Země</div></div>
a direction	
a direction of force	
a force	
gravitational force	<input type="text" value="Vyberte..."/>

Přínos nových metod

- Systematická domácí příprava
- Zvýšení zájmu o přírodní vědy
- Zlepšení výsledků žáků v přírodovědných předmětech
- Podklady pro případné jednání s rodiči
- Cílená podpora nadaných dětí

V případě zájmu se můžete podívat i na další testy:

www.zsjungsady.cz/ moodle

Jméno – konference

Heslo - konference 2014

Od popularizácie fyziky k vyučovacej hodine

JOZEF BEŇUŠKA

Pedagogická fakulta TU v Trnave; Gymnázium Viliama Paulinyho-Tótha v Martine

Na Gymnáziu Viliama Paulinyho-Tótha v Martine bolo v roku 2006 otvorené Centrum popularizácie fyziky. Úlohou centra je popularizovať fyziku prostredníctvom interaktívnych prednášok zameraných na experimentálnu činnosť vo fyzike s podporou jednoduchých ľahko dostupných pomôcok. V tomto príspevku sú stručné informácie o doterajšej činnosti centra a niekoľko nápadov na experimentálnu činnosť.

Centrum popularizácie fyziky pri GVPT v Martine

Cieľom zakladateľov centra je popularizovať fyziku prostredníctvom jednoduchých experimentov. Žiaci základných a stredných škôl, deti predškolského veku, učitelia, ale aj verejnosť majú možnosť prísť do centra na exkurziu a absolvovať interaktívnu prednášku s množstvom experimentov, na ktorých účastníci aktívne participujú. Zameranie stretnutia, či na elektrinu, magnetizmus, optiku, vlastnosti látok a podobne, si zvolia účastníci sami. Veľa experimentov je predvádzaných formou súťaží medzi účastníkmi. Poslucháči si častokrát ani neuvedomujú, že náplňou exkurzie je dozvedieť sa niečo o prírode a jej zákonitostiach.



Obr. 1. Exkurzia v Centre popularizácie fyziky

Za sedem rokov činnosti je návštevnosť viac ako potešujúca – viac ako 17000 návštevníkov nielen zo Slovenska. V rámci projektov Slovanského gymnázia v Olomouci *Učíme fyziku moderne* a *Rozvoj profesných kompetencií učiteľů fyziky základních a středních škol v Olomouckém kraji* centrum opakovane navštívili aj kolegovia učitelia fyziky zo základných a stredných škôl Olomouckého kraja.

V nasledujúcom uvádzame niekoľko experimentov, ktoré v rámci našich prednášok uskutočňujeme.

Experiment č. 1: Mechanická práce a teplo

Úlohou žiakov je experimentálne určiť približnú hodnotu mechanickej práce potrebnej na zohriatie medenej rúrky. Okolo tenkostennej medenej rúrky izbovej teploty obtočíme jedenkrát konopný povraz. Jeho konce pevne chytíme do rúk a striedavo ťaháme tak, aby sa povraz čo najviac trel o medenú tyč (pozri obrázok vpravo). Tento pohyb opakujeme asi 30 sekúnd. Medená rúrka sa zahrieva.

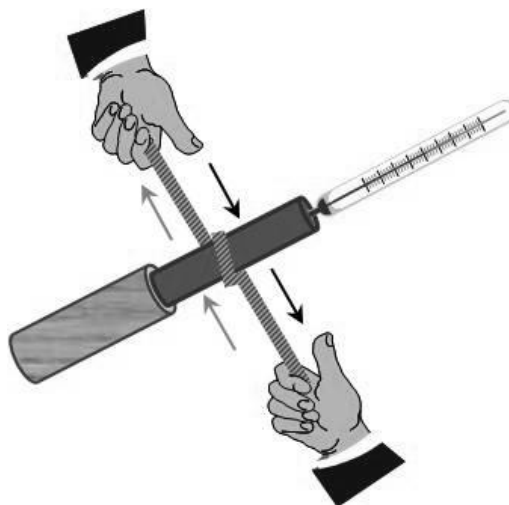
Teplotu medenej rúrky môžeme merať tak, že do jej vnútra zasunieme teplomer, ktorého koniec je obalený v alobale, ktorý vyplňa vnútro medenej tyčky.

Na základe experimentu môžeme pre žiakov formulovať úlohy:

Vysvetlite, prečo sa teplota medenej tyčky pri experimente zvýšila.

Vypočítajte teplo Q potrebné na zohriatie medenej tyčky.

Porovnajte prácu vykonanú pri pohybe špagátu s teplom potrebným na zohriatie tyčky.



Experiment č. 2: Kmitavý pohyb a zotrvačné sily alebo o zrýchlení pri kmitavom pohybe

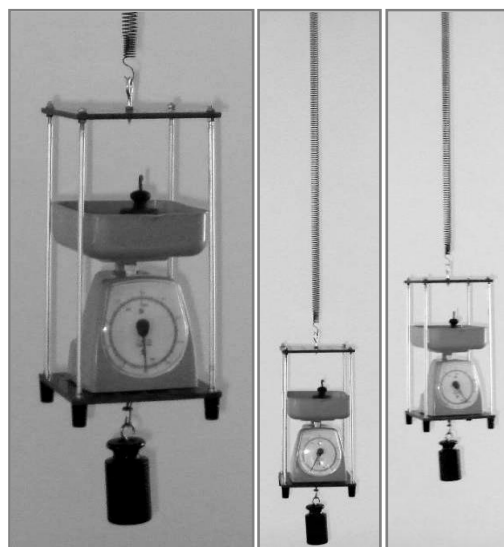
Experimentom modelujeme vplyv zrýchleného pohybu výťahu na výslednú silu, ktorou teleso vo výťahu tlačí na podložku.

Výťah predstavuje klietka, v ktorej sú umiestnené váhy, na ktorých je položené závažie, v našom prípade s hmotnosťou 0,5 kg (pozri obrázok). Celý systém je zavesený na pružine, ktorú rozkmitáme.

Kmitavý pohyb modeluje všetky štyri prípady zrýchleného pohybu výťahu – zrýchlený pohyb smerom nahor, zrýchlený pohyb smerom nadol, spomalený pohyb pri pohybe smerom nahor a spomalený pohyb pri pohybe výťahu smerom nadol.

Váhy umiestnené v kabínke výťahu ukazujú zmeny pôsobiacej sily na závažie pri kmitavom pohybe spôsobené zotrvačnými silami.

Ak rozkmitáme celý systém, tak pohyb kabínky je nerovnomerný a systém má určité nekonštantné zrýchlenie a , ktoré môže mať buď smer tiažového zrýchlenia, alebo práve opačný. Ak zrýchlenia majú rovnaký smer, tak výsledná sila pôsobiaca na zá-



važie sa zväčšuje a váhy ukazujú väčšiu hmotnosť. Ak zrýchlenie a má opačný smer ako tiažové zrýchlenie, potom výsledná sila pôsobiaca na závažie sa znižuje a váhy ukazujú menšiu hmotnosť.

Experiment je možné využiť ako **bádateľský** a zaradiť ho do výučby pred sprostredkovaním poznatkov o zrýchlení kmitavého pohybu. Závěry, ku ktorým sa študenti experimentom dopracujú, môžu byť napríklad:

Kmitavý pohyb je pohyb s nekonštantným zrýchlením.

Zrýchlenie kmitavého pohybu je nulové pri prechode kabínky rovnovážnou polohou.

Zrýchlenie kmitavého pohybu je maximálne pri prechode kabínky amplitúdami.

Zmena smeru vektora zrýchlenia nastáva pri prechode rovnovážnou polohou.

Tieto zistenia sú dobrým východiskom k formulovaniu záverov o zrýchlení harmonického kmitavého pohybu pružinového oscilátora.

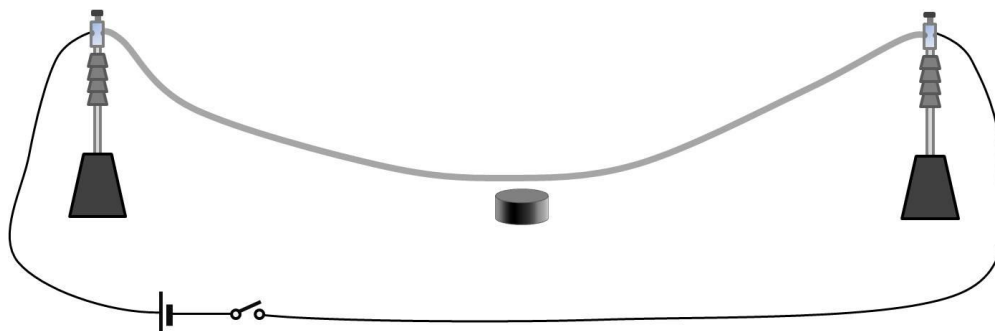
Experiment č. 3: Experimentálne overenie Flemingovho pravidla

Silové pôsobenie medzi permanentným magnetom a vodičom s prúdom je v učebniciach fyziky opísané pre priamy vodič s prúdom, ktorý sa nachádza v homogénnom magnetickom poli. Pre určenie smeru pôsobiacej magnetickej sily na vodič s prúdom sú žiaci oboznámení s Flemingovým pravidlom ľavej ruky.

Nasledujúci experiment je možné využiť ako:

- experiment pre overenie znalosti aplikovania Flemingovho pravidla v reálnej situácii,
- **bádateľský experiment**, pri ktorom sa žiaci samostatne určia, čo všetko ovplyvňuje smer pôsobiacej sily.

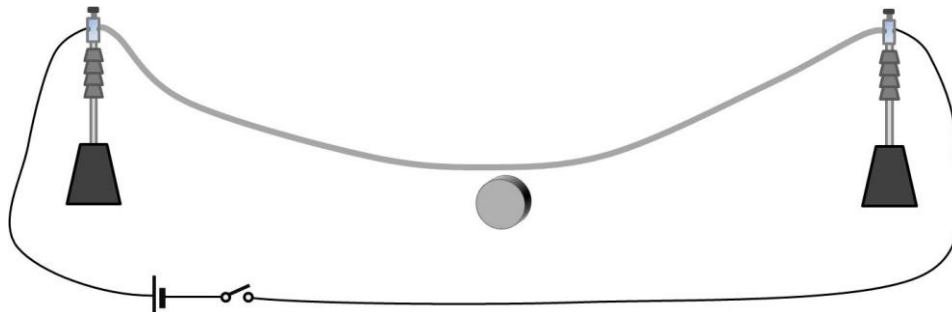
Ako vodič s prúdom použijeme pásik alobalu dĺžky približne 75 cm, ktorý je koncami uchytený napríklad na Holtzových svorkách a vodičmi pripojený do obvodu s jednosmerným zdrojom (stačí 4,5 V plochá batéria) a vypínačom. Pásik alobalu je veľmi ľahký a účinky magnetických síl sa okamžite prejavujú na zmene jeho polohy.



Obr. 1. Magnet v polohe so severným pólom hore a južným pólom dolu

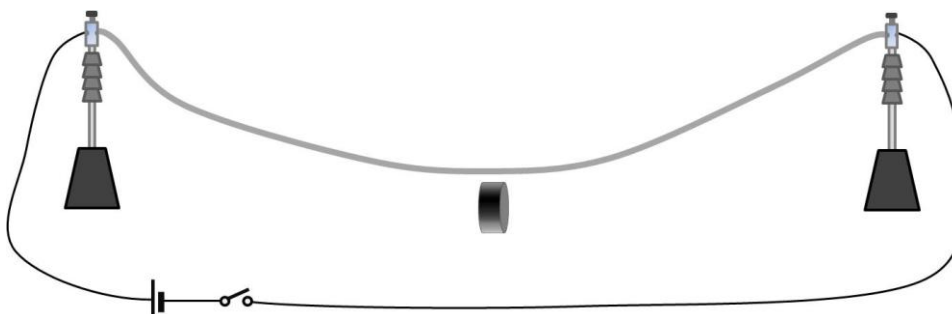
Pod stred previsnutého alobalového pásika umiestnime magnet tvaru disku orientovaný tak, že magnetické póly sú na podstavách (pozri obrázok č.1). Úlohou žiakov je určiť smer pôsobiacej magnetickej sily na vodič po uzavretí obvodu, teda smer pohybu vodiča s prúdom. Pri tejto polohe magnetu obyčajne žiaci nemajú problém s určením smeru pohybu vodiča s prúdom.

Magnet umiestnime do inej polohy (pozri obrázok č.2). Táto situácia preverí predstavivosť žiakov o orientácii magnetického poľa a smere magnetických indukčných čiar voči vodiču s prúdom. V tejto polohe magnetická sila smeruje vo zvislom smere, nahor alebo nadol, o čom sa môžeme presvedčiť podľa smeru, v ktorom sa vodič s prúdom pohne.



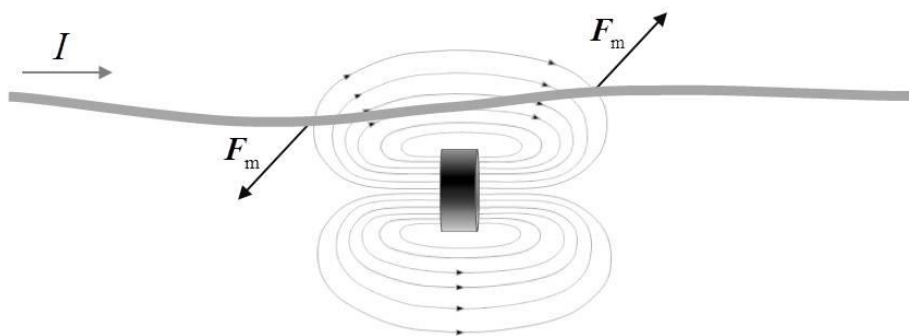
Obr. 2. Magnet v polohe so severným pólom vpredu a južným pólom vzadu

Tretia situácia je z didaktického hľadiska najzaujímavejšia. Magnet umiestnime tak, že jeho os je rovnobežná s vodičom (pozri obrázok č.3). Táto poloha vyvoláva v predstavách pozorovateľa možnosť, že vodič je rovnobežný s indukčnými čiarami a teda silové pôsobenie medzi magnetom a vodičom s prúdom neexistuje. O to viac je prekvapivý výsledkom experimentu. Po uzavretí elektrického obvodu nastane skrútenie vodiča, jeho časť naľavo od magnetu sa pohybuje smerom dopredu a druhá časť napravo od magnetu smerom dozadu.



Obr. 3. Magnet v polohe so severným pólom vpravo a južným pólom

Vysvetlenie: Magnetické pole magnetu nie je homogénne. Pri tejto polohe magnetu voči vodiču s prúdom magnetické indukčné čiary na jednej strane magnetu smerujú voči vodiču nahor a na druhej strane nadol. Na vodič pôsobí dvojica magnetických síl, ktorá spôsobí jeho skrútenie (pozri obrázok č.4).

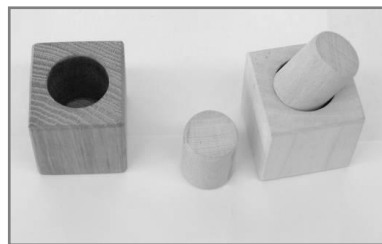


Obr. 4. Magnetické indukčné čiary a smer dvojice magnetických síl

Pri posledne opísanej polohe môže ešte nastať jeden zaujímavý okamih. Ak experiment robíme na hladkom stole, medzi magnetom a stolom je veľmi malé trenie. Dvojica magnetických síl (s opačným momentom) pôsobí aj na magnet a magnet sa súčasne so stočením vodiča otočí okolo zvislej osi. Magnetické silové pôsobenie je vzájomné.

Experiment č.4 : Ako vybrať drevený valček

Veľa hračiek pre deti, suvenírov a hlavolamov v sebe skrýva javy, ktorých vysvetlenie vyžaduje fyzikálne vedomosti. Jeden z hlavolamov je drevená kocka s valcovým otvorom a drevený valček, ktorý sa celý dá ľahko vložiť do otvoru v kocke.



Úloha pre žiaka: vložte drevený valček do otvoru v kocke. Všimnite si, že otvor je hlbší, ako je výška valčeka. Pokúste sa valček z otvoru vybrať tak, aby ste sa valčeka ničím nedotkli a kockou nepohli ani ju neprevrátili.

Podmienka, aby kocku neprevrátili, súvisí s tým, že prvá reakcia riešiteľa je kocku prevrátiť a vplyvom tiažovej sily valček z kocky sám vypadne.

Podmienka nepohnúť kockou súvisí s tým, že pri prudkom pohybe valčeka smerom nadol valček vplyvom zotrvačnosti z kocky vypadne.

Obe podmienky smerujú k situácii, že kocku s valčekom nehybne držíme v ruke a valček musí „sám“ vyskočiť z kocky von.

Riešenie: Pri prudkom fúkaní pod vhodným uhlom ponad valček umiestnený v kocke, valček sám „vyskočí“ z otvoru von mimo kocky.



Podľa zákona zachovania energie zväčšenie pohybovej energie (rýchlosti) prúdiacej tekutiny zapríčini pokles jej tlakovej energie - tlaku. Znížený tlak nad valčekom (podtlak) nadvihne valček a prúdiaci vzduch ho odfúkne.

Silové pôsobenie na valček je možné vysvetliť ako dôsledok rovnice kontinuity a Bernoulliho rovnice.

Literatúra

- [1] Beňuška, Jozef : Fyzika pre gymnáziá, Sila a pohyb, vyd.: Bratislava : KVANT, 2013 - 81 s. : fareb. fotogr., sch., tab. ; ISBN 9788097137861 (brož.)
- [2] Beňuška, Jozef : Fyzika pre gymnáziá, Vlastnosti kvapalín a plynov, vyd.: Bratislava : KVANT, 2013 - 62 s. : fareb. fotogr., sch., tab. ; ISBN 9788097137878 (brož.)
- [3] Beňuška, Jozef : Fyzika pre gymnáziá, Magnetizmus, vyd.: Bratislava : KVANT, 2013 - 49 s. : fareb. fotogr., sch., tab. ; ISBN 9788097137892 (brož.)

Elektřina vlastníma rukama

VÍT BOČEK

Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha

Příspěvek představuje experimenty z elektřiny a magnetismu, které jsou efektní a zároveň jednoduché na konstrukci. Lze je tedy použít např. jako didaktickou pomůcku, nebo jako námět pro práci a bádání studentů v rámci fyzikálních kroužků na základních a středních školách.

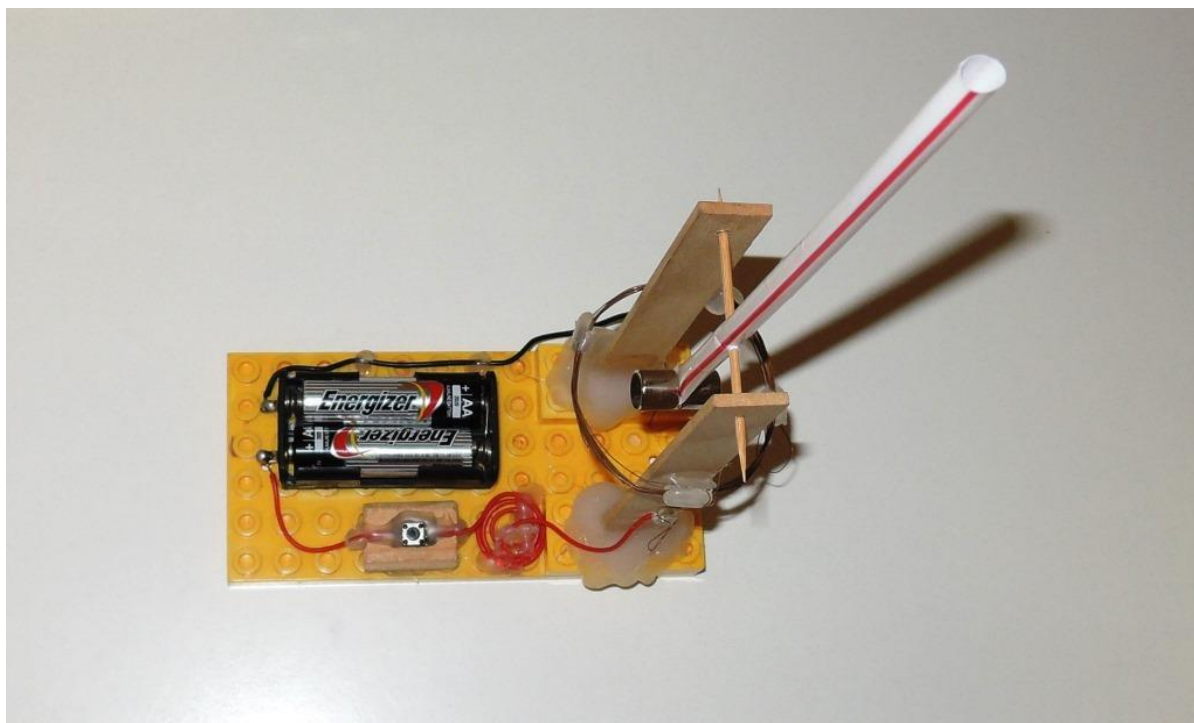
Elektromagnetické kyvadlo

Tento jednoduchý experiment ukazuje souvislost elektřiny a magnetismu.

Skládá se ze zdroje stejnosměrného napětí (2 AA články), spínače, cívky a dvou neodymových magnetů.

Při sepnutí spínače se uzavře elektrický obvod a do cívky začne téct elektrický proud. V jejím okolí se tak objeví elektromagnetické pole, které interaguje s magnetickým polem permanentního magnetu, a ten se začne pohybovat.

Na tomto experimentu lze studentům demonstrovat vztah elektřiny a magnetismu, elektromagnet, princip analogových měřících přístrojů (např. galvanometru), princip elektromotoru, atp.



Obr. č. 1 Elektromagnetické kyvadlo

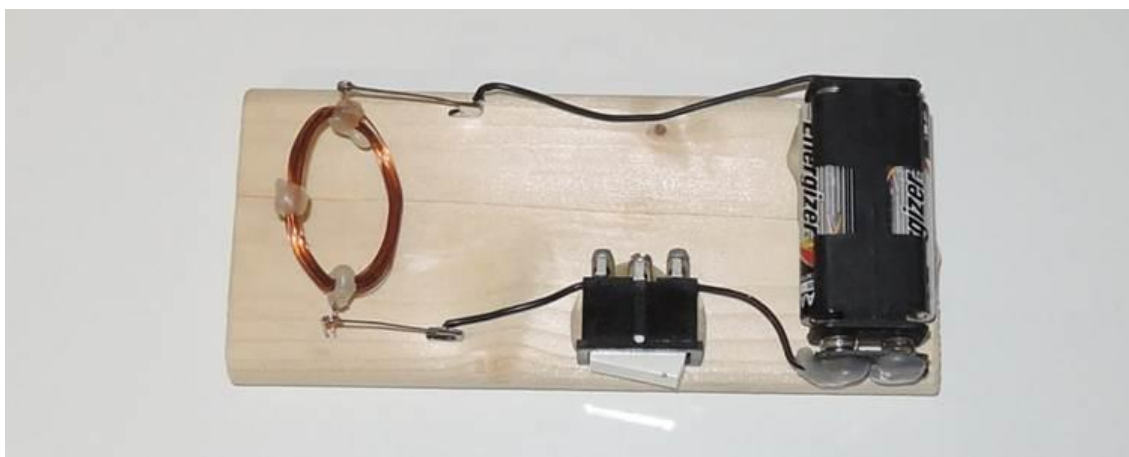
Homopolární motor „bez magnetu“

Cílem experimentu je, aby se studenti zamysleli nad principy fungování elektromotoru a tyto principy si osvojili.

Tento homopolární motor se skládá ze zdroje stejnosměrného napětí (2 AA galvanické články), přepínače a neodymového magnetu.

Při uzavření elektrického obvodu začne do cívky téct elektrický proud. V jejím okolí se tak objeví elektromagnetické pole, které interaguje s magnetickým polem permanentního magnetu. Na rozdíl od *Elektromagnetického kyvadla* je zde však magnet pevně ukotven. Začne se tedy pohybovat – otáčet cívka.

Tento motor je didakticky zajímavý zejména proto, že neodymový magnet je připevněn zespoda desky. Zprvu tedy není vidět a pro vyučujícího se tak otevírá možnost debaty se studenty o tom, zda motor vůbec může fungovat bez magnetu, popř. kde je onen magnet umístěn.



Obr. č. 2 Homopolární elektromotor – na první pohled bez magnetu



Obr. č. 3 Homopolární motor zespod – nyní je již neodymový magnet vidět

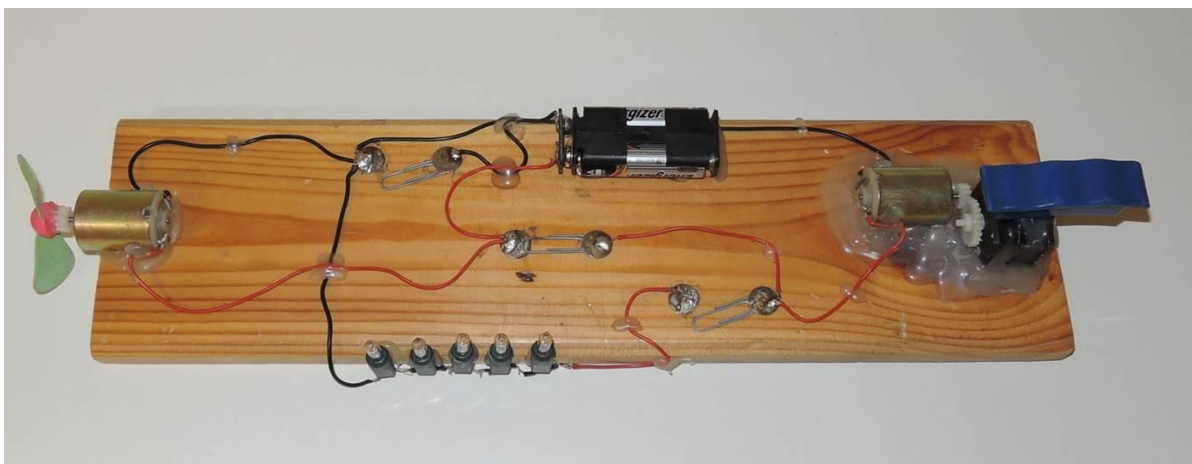
Alternátor vs. motor

Experiment má za cíl demonstrovat, jaký je funkční a konstrukční rozdíl mezi motorem a alternátorem.

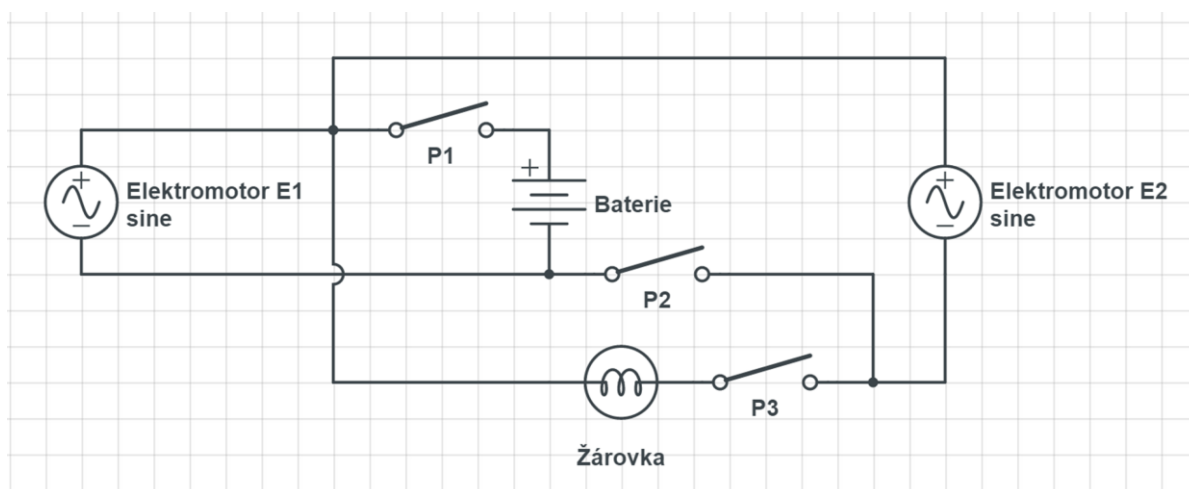
Experiment je sestaven z těchto komponent: 2 motorky (nejlépe shodné), zdroj stejnosměrného napětí (2 AA galvanické články), žárovky, strojek převádějící pohyb vertikálního stlačení na pohyb otáčivý (např. v baterce, která se dobíjí „mačkáním“).

Tento experiment se skládá z několika nezávislých obvodů (viz. schéma – obr. č. 5). Nejprve sepne pouze přepínač P1. Elektromotor E1 tedy bude poháněn baterií. Takto je demonstrován princip elektromotoru (el. energie se transformuje na mechanickou). Nyní přepínač P1 rozepneme a sepne P3. Pozorujeme, že konstrukčně stejné zařízení jako elektromotor E1 (tedy elektromotor E2) funguje jako zdroj napětí. Elektromotor E2 totiž napájí žárovku. Je také možné nechat sepnutý pouze přepínač P2. V tom případě je napájen elektromotor E1 elektromotorem E2. Při tomto zapojení se transformuje mechanická energie na elektrickou a elektrická opět na mechanickou.

Závěr je tedy takový, že v tomto experimentu se elektromotor a alternátor konstrukčně neliší, ale přesto každé z těchto zařízení plní v různých případech jinou funkci.



Obr. č. 4 Alternátor vs. motor



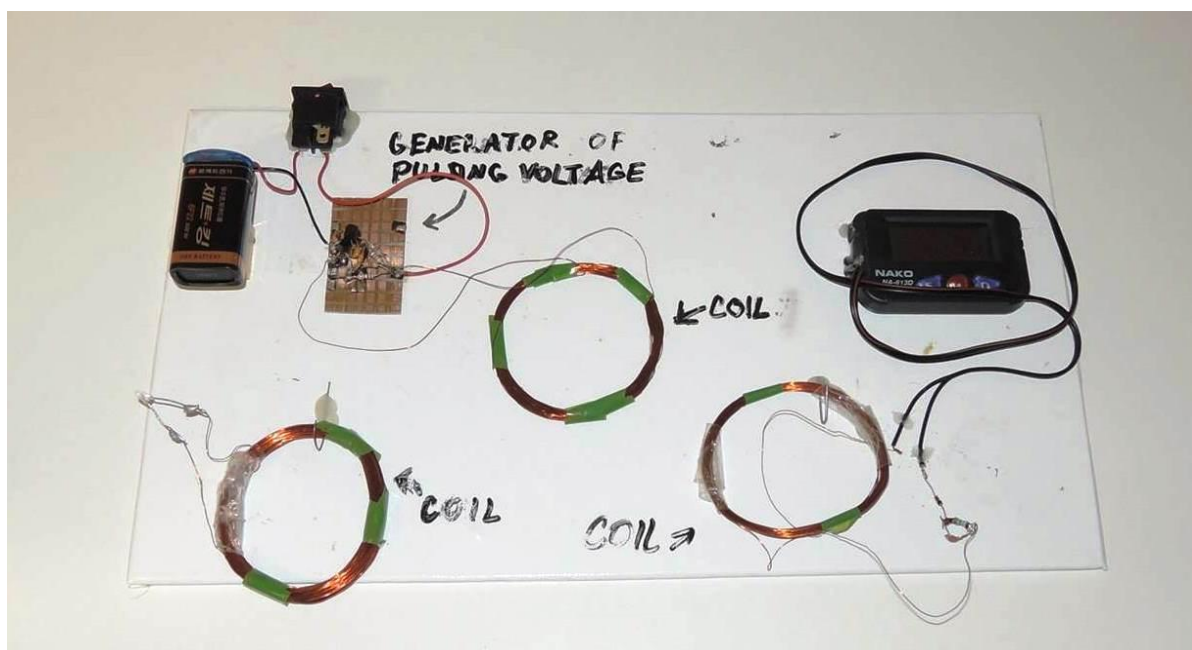
Obr. č. 5 Alternátor vs. motor - schéma

„Bezdrátový přenos elektřiny“

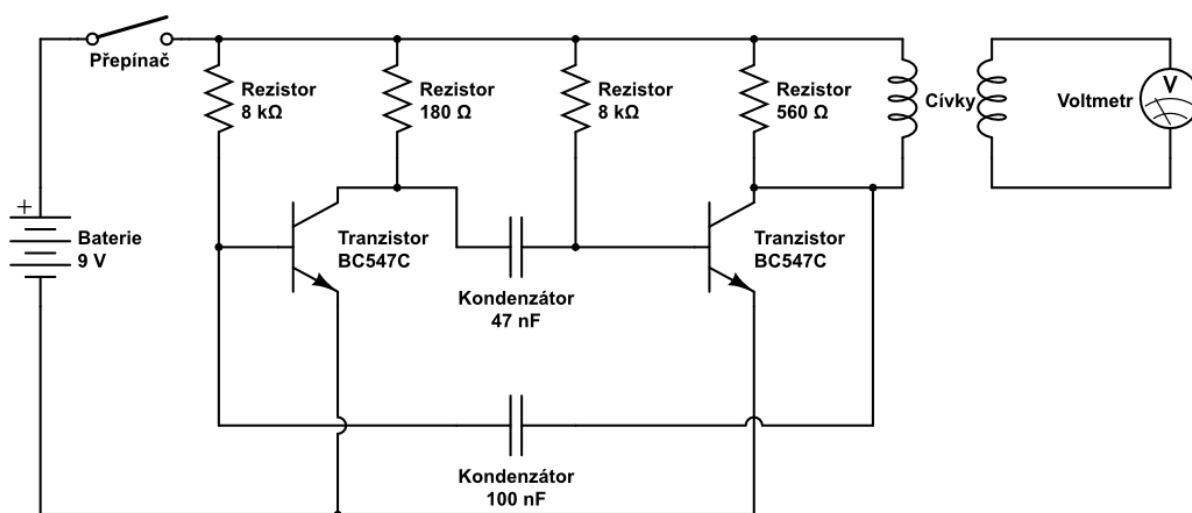
Cílem experimentu je ukázat a objasnit princip, který stojí za bezdrátovým dobíjením mobilů nebo za indukčním vařením.

Experiment se skládá ze tří cívek, elektrické baterie (9 V), budíku, LED, přepínače a elektronických součástek (viz. schéma – obr. č. 7).

Při uzavření prvního obvodu (viz. obr. č. 6 vlevo nahoře a obr. č. 7 levá část) se stejnosměrný proud z baterie změní na oscilující proud. Ten teče do připojené cívky, kolem které se následně vytvoří elektromagnetické pole, jež se neustále mění. Nyní stačí přiložit druhou cívku, ve které se indukuje proud, jenž může napájet připojený spotřebič, jako je např. budík nebo LED.



Obr. 6 „Bezdrátový přenos elektřiny“



Obr. 7 „Bezdrátový přenos elektřiny“ – schéma

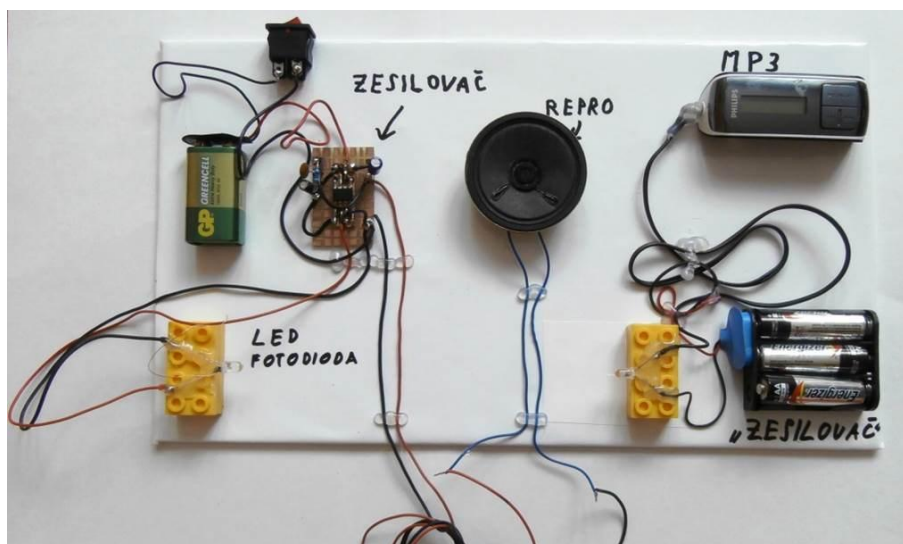
Přenos hudby světlem

Cílem experimentu je znázornit princip přenosu informace (v tomto případě hudby) pomocí světla, ukázat vlastnosti polovodiče (LED) a princip dálkového ovladače.

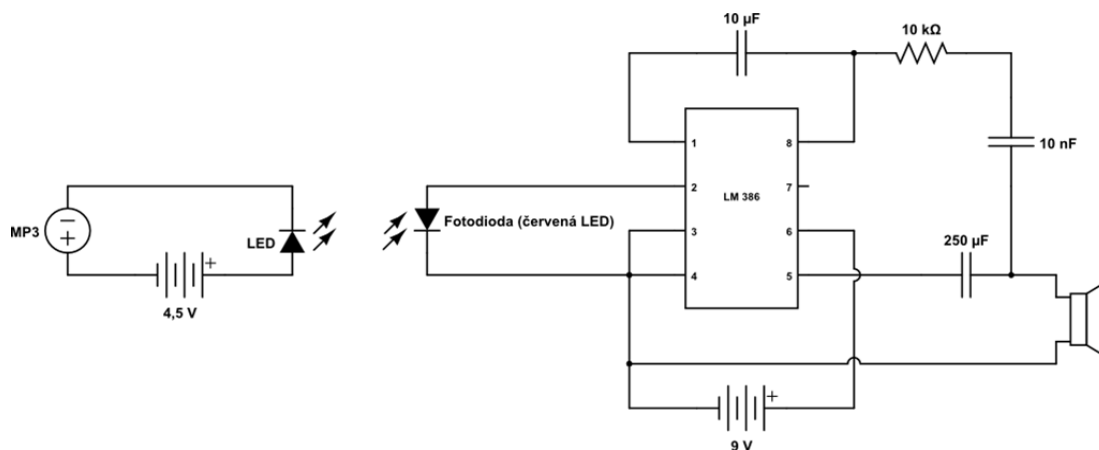
K sestavení experimentu jsou třeba součástky: 9 V baterie, LED (2 ks) MP3 přehrávač, 3 AA galv. články, reproduktor, elektronické součástky (viz schéma – obr. č. 7).

Pravá část experimentu (ve schématu – obr. č. 9 – levá) funguje následovně: Pokud je přehrávána hudba, z MP3 přehrávače přichází prostřednictvím jacku impulsy elektrického proudu do LED. Ta tedy bliká ve stejných intervalech, jako hraje MP3 přehrávač. Toto blikání je ještě zesíleno trojicí galvanických článků typu AA.

V levé části experimentu (ve schématu – obr. č. 9 – pravá) je druhá LED, která zde neslouží jako zdroj světla, ale jako zdroj elektrického napětí. LED je totiž polovodičová součástka, a jak je známo, je-li polovodič osvětlen, vzniká na něm el. napětí. Toto napětí zde vzniká ve stejných intervalech, v jakých bliká první LED. Tyto elektrické impulsy jsou přivedeny do zesilovače a následně do reproduktoru. Hudba je tedy slyšet, i když MP3 přehrávač není vodiči propojen s reproduktorem.



Obr. č. 8 Přenos hudby světlem



Obr. č. 9 Přenos hudby světlem – schéma

Metody aktivního učení ve výuce fyziky na Přírodovědecké fakultě MU

ZDENĚK BOCHNÍČEK

Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Brno

Úvod

V současné době se stále větší měrou do výuky všech stupňů škol zavádějí tzv. metody aktivního učení. Při těchto metodách se studenti učí prostřednictvím aktivní činnosti a důraz je kladen zejména na rozvíjení dovedností studentů a vyšší úrovně myšlení (analýza, syntéza, hodnocení). Výsledky mnoha výzkumů ukazují efektivnost metod aktivního učení, řadu odkazů lze najít na [1]. O aktuálnosti problematiky svědčí i fakt, že aktivní učení bylo nosným tématem Mezinárodní konference o fyzikálním vzdělávání ICPE 2013, která se konala v Praze. [2].

Príspevek informuje o způsobu implementace metod aktivního učení do výuky vybraných fyzikálních předmětů na PřF a o prvních zkušenostech s těmito metodami. Pozornost je věnována i hodnocením studentů v rámci anonymní předmětové ankety.

Motivace a inspirace

Autor již léta přednáší obecný kurz fyziky pro studenty nefyzikálních oborů: chemie a biochemie. Úrovní přednášky jen mírně přesahují středoškolskou látku a to zejména využitím diferenciálního a integrálního počtu. K dvouhodinovým přednáškám je jednoduhodínové cvičení.

I když jsou přednášky studenty velmi dobře hodnoceny, při průběžných testech a závěrečném zkoušení jsme často konfrontováni s překvapivými neznalostmi zásadních a často velmi jednoduchých věcí. Částečně to může být proto, že fyzika je pro studenty jen okrajovým předmětem, neočekávají od ní žádný přínos pro své další studium a nemají větší ambice, než předmět jakkoli úspěšně ukončit. Tato skutečnost však nemůže být alibi pro rezignaci na jakoukoliv snahu o zlepšení efektivity výuky.

Bezprostřední motivací pro zavedení prvků aktivního učení byly dva příspěvky na Veletrzích nápadů učitelů fyziky: „Proaktivní metoda“ Martina Krynického [3] a informace o metodě Peer Instruction Jany Šestákové (Končelové) [4]. V současné době v různých předmětech obě metody využíváme.

Proaktivní metoda

Při této metodě podstatnou část výuky tvoří samostatná práce studentů a výklad učitele je omezen jen na nutné minimum, podrobnosti viz [5]. Tato metoda je v současnosti využívána v předmětu Úvod do práce v laboratoři, jehož obsahem je zejména zpracování měření a teorie chyb. Základním materiálem jednosemestrálního předmětu s dotací 0/1 je asi 150 stránková prezentace, která je dávana studentům k dispozici postupně, jak je ve výuce probírána. Asi 90% prezentace tvoří otázky a samostatné studentské řešení v maximální možné míře nahrazuje i vlastní výklad.

Při měření veličiny x byly získány tyto hodnoty.

Například vpravo uvedená otázka je položena bez toho, aby byly náhodné či systematické chyby před tím definovány. Studenti sami musí rozhodnout na základě obecného významu slov “náhodný”, “systematický”¹.

Studenti si poměrně rychle zvykli na pro ně neobvyklý styl práce a metoda přinutila všechny studenty aktivně pracovat po celou dobu cvičení. Metoda byla také velmi kladně hodnocena ve studentské anketě:

Nejlepší styl výuky, co jsem zažil... Velice užitečný předmět pro každého, kdo má fyzikální praktikum... Výborný přístup k výuce.

Metoda Peer Instruction (PI)

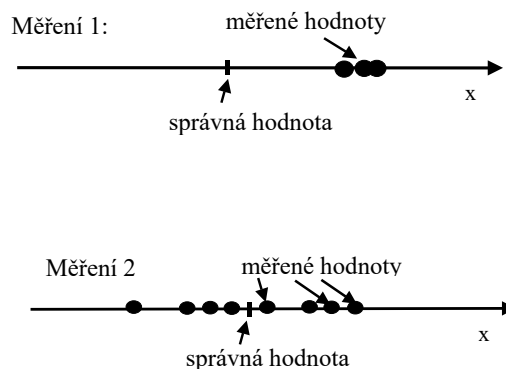
Metodu vytvořil E. Mazur v roce 1991 pro výuku základního kurzu fyziky na Harvardově univerzitě [6]. Podstatnou součástí metody jsou vzájemné diskuse v malých skupinkách studentů, ve kterých studenti obhajují svoje řešení zadaného problému. Bližší informace o metodě je možné nalézt například v [4].

Metoda byla použita ve výše zmíněných kurzech fyziky pro studenty chemie a biochemie následujícím způsobem:

Přednáška byla vedena klasicky a metoda PI byla použita jen ve cvičení, které rozvrhově bezprostředně následovalo po přednášce. Důvodem tohoto kompromisního řešení byla zejména obava, že by metoda příliš zpomalila výklad a snad také nedostatek odvahy celou výuku naráz a kompletně přestavět.

Byl vytvořen soubor asi 160 otázek, který bezprostředně vyplýval z látky právě probrané na přednášce. Při tvorbě otázek jsme vycházeli z vlastních mnohaletých zkušeností s výukou studentů nefyzikálních oborů² a nebyly tedy použity žádné jiné dostupné materiály, jako například [6]. Ppt soubory s otázkami byly dány studentům k dispozici až po jejich probrání na cvičení. Mimo vlastní cvičení nebyly nikde zveřejněny správné odpovědi.

Otázky se soustředily zejména na pevné ukotvení relativně jednoduchých témat, se kterými však studenti mívají potíže. Často bylo využíváno grafické zadání a práce

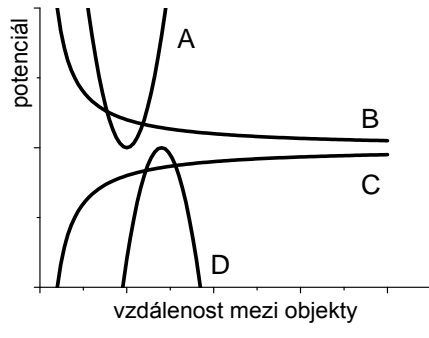
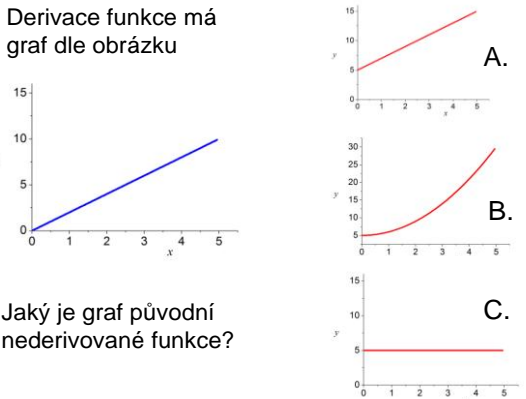
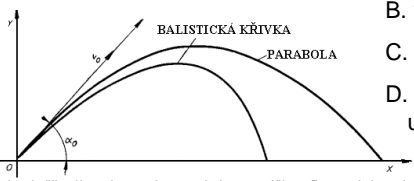
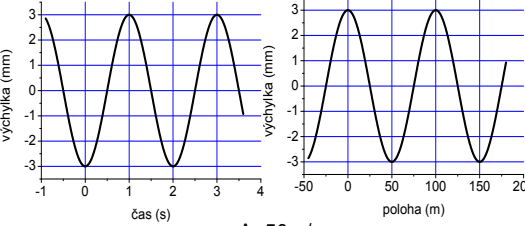
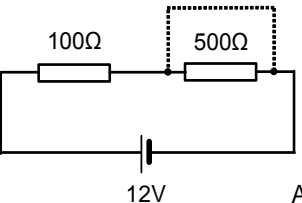


Které měření je zatíženo náhodnou a které systematickou chybou?

¹ Tento úkol se snad zdá na vysokou školu příliš triviální. Mnohaletá zkušenost však tvrdí opak. Autor nesčetněkrát slyšel na obdobně formulovanou otázku chybnou odpověď což svědčí o tom že studenti někdy jen deklarují naučené fráze bez vědomí významu použitých slov.

² Mimo zmíněné předměty autor učí studenty nefyzikálních oborů také ve Fyzikálním praktiku a v předmětu Fyzika v živé přírodě.

s grafy obecně, interpretace fyzikálních vztahů případně jejich sestavení na základě slovně sdělených informací, relativně jednoduché výpočty. Vybrané příklady otázek jsou uvedeny níže.

<p>Který z níže zobrazených potenciálů popisuje vazebnou interakci?</p>  <p>potenciál</p> <p>vzdálenost mezi objekty</p>	<p>Derivace funkce má graf dle obrázku</p>  <p>A.</p> <p>B.</p> <p>C.</p> <p>Jaký je graf původní nederivované funkce?</p>
<p>Při zanedbání odporu vzduchu má kámen při šikmém vrhu v nejvyšším bodě zrychlení 10ms^{-2}. Pokud odpor vzduchu zanedbatelný nebude, bude velikost zrychlení v nejvyšším bodě</p> <p>A. stejné B. vyšší C. nižší D. nedokáží určit</p>  <p>BALISTICKÁ KŘIVKA</p> <p>PARABOLA</p> <p>Trajektorie šikmého vrhu s nulovou odvrhovou výškou. Porovnání paraboly (idealizovaný případ) a balistické křivky (uvažuje odpor prostředí)</p>	<p>Hustota difúzního toku j vyjadřuje, kolik molů dané látky projde jednotkovou plochou za jednotku času.</p> <p>Pokud za čas t projde plochou S celkem n molů dané látky, spočítáme hustotu difúzního toku podle vztahu:</p> <p>A. $j = n S t$ B. $j = \frac{n S}{t}$ C. $j = \frac{n}{S t}$ D. $j = \frac{n t}{S}$</p>
<p>Jakou rychlostí se šíří vlna znázorněná na obrázcích?</p>  <p>výchylka (mm)</p> <p>čas (s)</p> <p>poloha (m)</p> <p>A. 50m/s B. 100m/s C. 200m/s D. nedokáží určit</p>	<p>Jak se změní proud, pokud obvod doplníme tečkovaným vodičem?</p>  <p>100Ω</p> <p>500Ω</p> <p>12V</p> <p>A. vzroste 5x B. vzroste 6x C. klesne 5x D. nezmění se</p>

K těmto příkladům je nutné poznamenat, že v okamžiku, kdy je položena matematická otázka, studenti neumí derivovat, znají pouze geometrický význam derivace a několik příkladů použití ve fyzice. Hustota difúzního toku není definována na přednášce, ale studenti mají definiční vztah sami sestavit.

Implementace metody PI do výuky byla obtížnější než u metody popsané v předchozím odstavci. Svědčí o tom i výsledky studentské ankety, kde můžeme najít ohlasy jak velmi pozitivní:

Metoda peer instruction je výborná. Chvilu trvalo, než jsem si zvykl na jiné příklady než středoškolské "upravte vzorec tak, abyste do něj dosadili zadané hodnoty", případně než jsem se naučil najít ve svých poznámkách klíčové informace k otázkám, ale líbí se mi, že jsem se naučil o vzorcích UVAŽOVAT.

tak i jednoznačně negativní:

Metoda příkladů, jejichž výsledkem má být hlasování studentů, která na nás byla testována je MAXIMÁLNĚ NEVHODNÁ a kvůli ní nás spousta neudělalo zápočet, mám chaos v učivu, nejhorší předmět.

(Citace jsou ponechány v původním znění včetně zvýraznění částí textu.)

Kritické ohlasy většinou vytýkaly, že styl výuky nepřipravil dobře na zápočtové testy, které již nebyly ve formě uzavřených otázek. To je možná důsledkem konfliktu cílů učitele a studenta: Učitel chce zejména, aby student látku dobře pochopil, zatímco hlavním cílem studentů je (v některých případech) co nejjednodušší ukončení předmětu a tito studenti pak upřednostňují co nejvíce adresnou přípravu na závěrečné testy.

Ve srovnání výsledků zkoušky ročníku vyučovaného klasickou metodou a ročníku s PI nelze nalézt významné změny (průměrná známka rok 2012: 2,1, rok 2013: 2,0).

Zpočátku byla metoda technicky realizována hlasování pomocí papírových lístečků. Lístečky pro různé odpovědi musí být barevně odlišeny, aby vyučující dokázal rychle odhadnout výsledek hlasování. Později bylo získáno elektronické hlasovací zařízení. Nelze však říci, že by použití hlasovacího zařízení bylo jednoznačně výhodnější:

Výhody hlasovacího zařízení

- anonymita a menší ostych,
- možnost kvantitativního vyhodnocení hlasování,
- studenti neví, jak hlasují ostatní.

Výhody lístečků

- nízká cena,
- přehled o rozložení hlasování v rámci třídy,
- učitel ví, jak kdo hlasoval a může lépe vést diskusi,
- nevhodný software použitého hlasovacího zařízení.

Přehled učitele o tom, jak který student hlasoval, je pro vedení diskuse velkou výhodou. Učitel může vyzvat k obhajobě řešení studenta, o kterém ví, že hlasoval chybně a motivovat ostatní studenty k polemice s jeho názorem. Důležitá je také informace o případném "ostrůvku" shodných chybných řešení. V takovém případě diskuse PI typicky nedovede studenty k nalezení správného řešení a je třeba zásah učitele. Tyto informace elektronické hlasovací zařízení neposkytuje.

V anketě studenti upřednostňovali hlasování pomocí lístečků, což bylo vzhledem ke ztrátě anonymity pro nás překvapivé.

Přes nejednoznačné výsledky jsme stále přesvědčení o potenciálu metody PI. Z pilotního roku plynou následující poznatky:

- 1) Studenti si obtížněji zvykají na nový styl práce, je tedy třeba věnovat větší pozornost zavedení metody a počátečnímu nastavení pravidel hry. Ve srovnání s výukou na střední či základní škole, poskytuje jeden vysokoškolský semestr jen málo času.
- 2) Je třeba pobízet studenty, aby si při výuce dělali dostatečně podrobné poznámky a nezapisovali jen správné odpovědi A, B,...
- 3) Je třeba aktivně podněcovat vzájemnou diskusi ve skupinkách, ke které studenti nepřistupují tak spontánně jako na nižších stupních škol.
- 4) Je třeba věnovat dostatečný čas veřejné diskusi, nechat obhajovat i nesprávné odpovědi a v závěru dostatečně jasně a srozumitelně shrnout řešení úkolu a řádně je zdůvodnit (pokud to nedokázali sami studenti).
- 5) Zápočtové testy nemusí být uzavřené, ale otázky by měly mít obdobný charakter jako otázky používané při výuce.

Vytvořené soubory typu .ppt jsou zájemcům k dispozici na adrese http://www.physics.muni.cz/kof/aktivni_uceni.shtml.

Literatura

- [1] http://en.wikipedia.org/wiki/Active_learning
- [2] <http://www.icpe2013.org/>.
- [3] Krynický M.: *Aktivizace studentů v hodinách pomocí učebnice fyziky*, poster, Veletrh nápadů učitelů fyziky 15. Praha 2010.
- [4] Šestáková (Končelová) J.: *Efektivní hlasování ve výuce* In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 16. Ed.: Holubová R. UP Olomouc 2011. s. 123-128.
- [5] <http://www.realisticky.cz/>
- [6] Mazur, E. (1997). *Peer Instruction: A User's Manual*, Prentice Hall. [ISBN 0-13-565441-6](https://www.amazon.com/Peer-Instruction-Users-Manual-Prentice-Hall/dp/0130565441),

Další nápady z Malé Hraštic 4: tíhové zrychlení stokrát jinak

LEOŠ DVOŘÁK

Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha

Příspěvek předkládá několik námětů na pokusy vyzkoušených i nově vyvinutých na jarním soustředění pro budoucí a současné učitele fyziky na Malé Hraštic. Nejde o co nejpřesnější měření, spíše o to, jak si na úloze změřit g mohou žáci a studenti procvičit leccos z mechaniky – a to od úrovně ZŠ až po vysokoškolskou. Některé metody měření jsou trochu netradiční až kuriózní, takže po nich lze sáhnout, pokud by někteří šťouraví studenti byli znuděni těmi „učebnicovými“.

Úvod

Jarní soustředění pro učitele fyziky na Malé Hraštic bylo již inspirací pro některé příspěvky v minulých ročnících Veletrhu nápadů, viz např. [1, 2]. V roce 2014 se „miniprojekty“ na tomto soustředění věnovaly tématu Mechanika. V rámci „pokusničení“ mě tam zaujala otázka:

Jakými různými způsoby bychom mohli měřit tíhové zrychlení?

Některé náměty, zčásti rozpracované po soustředění, jsou uvedeny v tomto příspěvku. „Stokrát jinak“ v nadpisu je samozřejmě nadsázkou. Na vymýšlení stovky metod bych se necítil, ani kdyby byly hodně krkolomné. Metod bude asi patnáctkrát méně – ovšem pokud daná měření mnohokrát zopakujete (a výsledky spočtete na hodně platných míst), můžete hodnotu g určitě dostat třeba dvěstěkrát jinak ... ☺

Jak už bylo naznačeno výše, nepůjde nám v následujících měřeních o co nejpřesnější výsledek, ale hlavně o to, abychom si pohráli s fyzikou.

„Klasický“ způsob určení tíhového zrychlení je pomocí matematického kyvadla, ve školních podmínkách například matičky zavěšené na niti. Dává dost přesné výsledky, ale vyžaduje znát vztah pro periodu kmitu. Nešlo by to jednodušeji?

1. Volný pád (a to „z volné ruky“)

Zkusme prostě pustit z ruky natažené nad hlavou malý předmět a odhadnout, jak dlouho padá. Pokud přitom počítáme stylem „jedenadvacet“, ..., můžeme odhadnout, že doba pádu je mezi polovinou sekundy a sekundou. Pro dráhu volného pádu platí známý vzoreček $s = \frac{1}{2} g t^2$, z něhož g vychází $g = \frac{2s}{t^2}$. Dráha pádu je asi 2 m, pro dobu pádu 1 s by tedy vyšla hodnota g rovna 4 m/s^2 , pro $t = 0,5 \text{ s}$ pak 16 m/s^2 . Změřili jsme tedy (či spíše odhadli), že tíhové zrychlení je mezi 4 a 16 m/s^2 . Jde samozřejmě o hodně hrubý odhad – ale na druhou stranu, při některých jiných měřeních jsme rádi, když nám výsledek vyjde řádově a chyba 60% není tak strašná ☺. Toto „měření“ je

ovšem třeba i žákům prezentovat opravdu jako hrubý odhad a nesnažit se ho vylepšit třeba tím, že bychom ze 4 a 16 vzali průměr a radovali se z výsledné chyby ve výši dvou procent. (Obávám se, že ne všichni žáci by to pochopili jako vtip, byť ti opravdu dobří snad ano.)

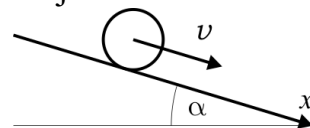
Nešlo by i toto hrubé měření zpřesnit? Za pomoci stopek můžeme dobu pádu naměřit přesněji. Například pro pád tenisového míčku z výšky 2,1 m se naměřené doby pádu pohybují mezi 0,62 s a 0,70 s, což odpovídá rozmezí g asi 8,6 až 10,9 m/s². Maximální chyba je jen něco přes deset procent; navíc průměr z více naměřených hodnot je cca 0,66 s, což pro g dává hodnotu asi 9,6 m/s², už velmi blízkou tabulkové hodnotě.

Poněkud „psychologická“ poznámka k přesnosti měření: Protože jsme asi všichni zvyklí na „učebnicovou hodnotu“ 9,81 m/s², může nám často připadat, že pokud z našich měření vyjde 9,7 nebo 9,9, ještě pořád „neměříme dobře“ a měli bychom měření zpřesňovat. Ale v daném případě jsme už jen jedno procento od očekávané hodnoty! Co bychom za to dali v měření některých jiných veličin. Neměli bychom tedy zejména na jednodušší měření být přehnaně přísní.

2. Kulička na nakloněné rovině

Při výše uvedeném měření je problém změřit stopkami krátký čas pádu s dostatečnou přesností. „Pád“ můžeme prodloužit podle vzoru Galilea Galileiho tak, že vhodné těleso, například kuličku, necháme valit po nakloněné rovině. Výpočet zrychlení nám ovšem mírně komplikuje skutečnost, že kulička neklouže, ale valí se – se zrychlením, které je menší, než kdyby klouzala. Je to dáno tím, že její tíhová potenciální energie se mění nejen na energii translačního pohybu kuličky, ale zčásti i na energii jejího rotačního pohybu. V případě homogenní kuličky valící se rychlostí v je celková kinetická energie $E_k = \frac{1}{2} \cdot \frac{7}{5} m v^2$. Spočítat zrychlení valící se kuličky je jednoduché na úrovni VŠ (jde o krásnou ilustraci Lagrangeových rovnic 2. druhu). Odvodit stejný výsledek středoškolsky je poněkud zdoluhavější, ale kupodivu to z výše uvedeného vztahu pro kinetickou energii také jde, byť by asi bylo spíš pro zájemce v semináři. Na odvození zde bohužel není místo, uveďme jen výsledný vztah pro dráhu uraženou na nakloněné rovině za čas t :

$$s = \frac{1}{2} \cdot \frac{5}{7} \cdot g \cdot \sin \alpha \cdot t^2.$$



Jak měřit čas? Buď ručně stopkami, nebo pomocí počítače a mikrofону: Kulička na konci ťukne do nějaké zarážky. Při „odstartování“ pohybu také můžeme ťuknout například do dřívka, kterým kuličku na stratu přidržujeme. Zvuk sejmutý mikrofonom



nahrajeme programem Audacity, v něm pak můžeme dobu valení kuličky jednoduše změřit (viz obrázek).

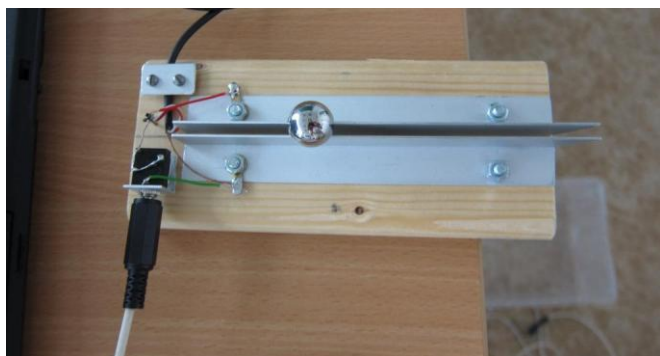
Měření pomocí programu Audacity využijeme i v další metodě.

3. Pád kuličky – přesnější měření

Na počátku následující metody měření byl jednoduchý nápad: Necháme kuličku valit po stole a spadnout nás zem. Dokud se valí po desce stolu, "hlučí". Ze záznamu zvuku bude jasné, kdy opustila desku stolu (hluk valení přestane). V záznamu zvuku bude slyšet až náraz nás podlahu. Pomocí Audacity pak lehce změříme dobu pádu.

Leč šedá každá teorie! Zvuk, který slyšíme, když se kulička valí, ve skutečnosti vydává hlavně deska stolu – a ukázalo se, že vibruje ještě skoro desetinu sekundy poté, co kulička už padá! Protože doba pádu se stolu vysokého 75 cm je asi 0,4 s, potřebovali bychom pro výslednou přesnost dejme tomu 5% měřit dobu pádu s přesností asi 20 ms, a začátek pádu s touto přesností ze zvuku prostě neurčíme.

Lze však vymyslet jiný způsob, jak čas začátku pádu určit s přesností dokonce na zlomky milisekundy. Princip a možné řešení ukazuje fotografie. Kovová kulička leží

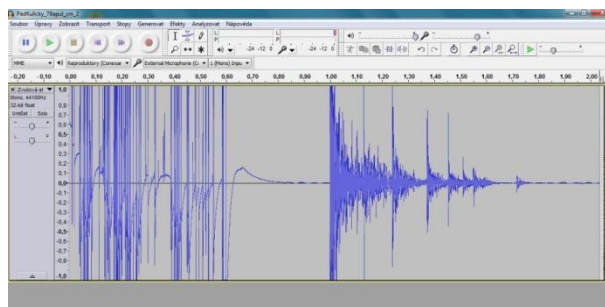


na dvou „kolejničkách“, v našem případě z hliníkových profilů ve tvaru L přišroubovaných na dřevěné destičce. Vzdálenost mezi profily je asi 4 mm. Kolejnice jsou připojeny paralelně k mikrofону; ten je připojen do mikrofonního vstupu počítače. Dokud kulička leží na kolejnicích, zkratuje mikrofonní vstup; jakmile s kolejnicí sjede a

začne padat, zkrat zmizí, což počítač zaznamená jako okamžitou změnu signálu. Mikrofon pak zaznamená zvuk dopadu kuličky.

Fotografie ukazuje v místech dopadu kuličky plastovou krabici. Při dopadu na její dno je zvuk nárazu dostatečně silný, navíc pak nemusíme hledat kuličku zakutálenou bůhvídkde. Mikrofon je vhodné dát blízko krabice, abychom nemuseli počítat s časovým zpožděním daným šířením zvuku; metrová vzdálenost by znamenala 3 ms.

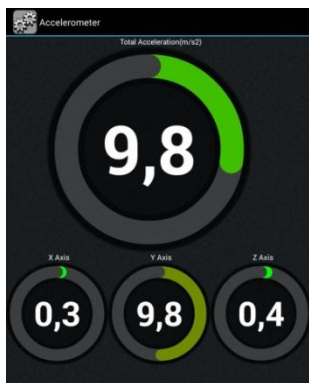
Ve skutečnosti není průběh zaznamenaného signálu tak „idylický“, jak jsme popsali výše. Kulička na kolejnicích zřejmě mírně nadskakuje nebo ztrácí kontakt na místech, kde je hliník kolejnic zoxidován, takže v signálu je spousta rušivých impulzů, viz obrázek vpravo. Naštěstí se bod odpoutání kuličky od kolejnic dá přece jen dobře určit. (Dodejme dvě technické poznámky: 1. Ubývání a překmitnutí signálu po posledním impulsu je zřejmě dáno kondenzátory v mikrofonním vstupu počítače. 2. Kulička musí mít na kolejnicích určitou minimální rychlost, aby se přes koncovou hranu nepřeklápěla pomalu; výpočet ukáže, že pro malou kuličku stačí rychlost asi 40 cm/s.)



Výsledky získané touto metodou dávají g opravdu blízké $9,8 \text{ m/s}^2$. Dokonce lze měřit g i při pádu kuličky z kolejniček na stůl, tedy z výšky pouhých třech centimetrů!

4. Měření pomocí tabletu nebo mobilu

Pro současné tablety a mobily existuje řada aplikací měřících zrychlení. Některé, i dobré, ovšem ukazují hodnoty v násobcích g , což nám při jeho měření příliš nepomůže. (Snad se jen můžeme uklidnit, že v našem okolí má tíhové zrychlení opravdu víceméně standardní hodnotu.)

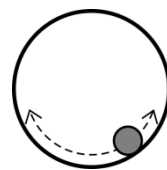


Z aplikací měřících zrychlení na tabletech a mobilech s operačním systémem Android, které jsou zdarma dostupné na Google Play a které opravdu ukáží zrychlení v m/s^2 můžeme pro nejjednodušší měření použít například *Accelerometer* [3], viz obrázek vlevo. Ten prostě ukáže složky zrychlení a jeho velikost s přesností na jedno desetinné místo. Propracovanější *Accelerometer monitor* [4], viz zbývající dva obrázky, ukazuje buď složky zrychlení nebo velikost a směr zrychlení a také časovou závislost těchto veličin. Můžeme si přitom vybrat, za jednotku budou m/s^2 nebo g .

Pozor ale na přesnost měření! Skutečnost, že se hodnoty zobrazí na dvě nebo tři platné cifry, vůbec nic nezaručuje. (V případě mého tabletu jeho otočení o 90 stupňů vedlo ke změně zobrazené hodnoty velikosti zrychlení z 9,8 na 9,3. Záleží tedy na tom, jak kvalitní je senzor našeho přístroje a jak dobře je kalibrován.)

5. Kulička v trubce jako kyvadlo

Další z netradičních možností, kdy výpočet je spíše záležitostí vysokoškolskou. Kulička se valí uvnitř válce a koná tak kmitavý pohyb. Spočteme-li jeho periodu (v rámci teoretické mechaniky si vzpomeneme na část Malé kmity), zjistíme, jak závisí na g . Periodu můžeme opět měřit pomocí Audacity; ze záznamu zvuku valící se kuličky lehce poznáme maxima a minima její rychlosti. Konkrétní měření (pro kuličku o průměru 1 cm v trubce o vnitřním průměru 3,6 cm) dalo po výpočtu hodnotu g asi $9,7 \text{ m/s}^2$.



6. Závaží na pružině

Závaží na pružině je oblíbeným příkladem pro ilustraci kmitavého pohybu. Kupodivu se jím dá změřit i tíhové zrychlení – a to aniž bychom znali hmotnost závaží a tuhost pružiny! Stačí změřit, o kolik se pružina při zavěšení závaží prodlouží (v našem případě to bylo o $x = 14 \text{ cm}$), a periodu kmitů (v našem případě $T = 0,76 \text{ s}$). Dosadíme-li

tyto hodnoty do výrazu $4\pi^2 x/T^2$, dostaneme hodnotu (v našem případě $9,6 \text{ m/s}^2$), která udává g určené touto metodou.

Proč je tomu tak? Stačí zkombinovat vztahy pro periodu kmitu a prodloužení pružiny při zatížení závaží. Hmotnost a závaží i tuhost pružiny se zkrátí a dostaneme výsledek. (Poznamenejme, že přitom zanedbáváme hmotnost pružiny, ale není-li závaží extrémně lehké, tak to výsledek příliš neovlivní.)

7. Mince v balónku

Pokus musíte vidět, nebo raději si ho vyzkoušet, jinak neuvěříte. Vložte do nafukovacího balónku vroubkovanou minci (vyhoví koruna), balónek nafoukněte, držte oběma rukama a pohybujte s ním kruhovým pohybem (osa pohybu je vodorovná). Mince nejdřív v balónku poskakuje, ale po několika pokusech se podaří, že začne obíhat (valit se) po vnitřní straně balónku. Protože mince je vroubkovaná, membrána balónku se chvěje, jak do ní vroubky narážejí, a my slyšíme tón, tím vyšší, čím se mince pohybuje rychleji. Z výšky tónu lze určit rychlost mince. Když je mince v balónku dole, je rychlost vyšší, než když je mince nahoře. Rozdíl je dán rozdílnou potenciální energií dole a nahoře. A protože rozdíl potenciálních energií je úměrný g , můžeme z frekvencí (naměřených třeba opět pomocí Audacity) a poloměru balónku a mince hodnotu g vypočítat. Měření vychází lépe, když už se mince koulí v balónku pomaleji. (Relativní rozdíl frekvencí zvuku v případech, kdy je kulička nahoře a dole, je totiž vyšší.) I toto hodně netradiční měření dává hodnoty asi $9,5$ až $9,6 \text{ m/s}^2$.

Závěr

Doufám, že i bez podrobnějších výpočtů, které se již do tohoto příspěvku nevešly, mohou být některé z výše uvedených metod inspirací pro využití s vašimi žáky a studenty. Mnoho zdaru při těchto a podobných pokusech!

Literatura

- [1] Dvořák L.: *Další nápady z Malé Hraštic 2: „špagetová fyzika“*. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 17. Ed. Z. Drozd, Praha 2012. s. 69-73. Dostupné online na <http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/17-09-Dvorak.html>.
- [2] Dvořák L.: *Další nápady z Malé Hraštic 3: co lze měřit na člověku*. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 18. Ed. M. Křížová, Hradec Králové 2013. s. 34-38. Dostupné online na <http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/18-03-Dvorak.html>.
- [3] Daniel Jesús Pérez García: *Accelerometer*. Dostupné online na <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.danijepg.Accelerometer&hl=cs>
- [4] Keuwlsoft: *Accelerometer monitor*. Dostupné online na <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.keuwl.accelerometer&hl=cs>

Elixír do škol - dosavadní výsledky a budoucí rozvoj

IRENA DVOŘÁKOVÁ, LEOŠ DVOŘÁK

Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha

Abstrakt

V příspěvku je podrobně popsán projekt Elixír do škol, což je projekt zaměřený na zatraktivnění a zkvalitnění výuky fyziky. Ve školním roce 2013/14 běžela jeho pilotní fáze. Uvádíme také některé zkušenosti, které jsme během prvního roku činnosti získali, výsledky evaluace projektu i představy o budoucím rozvoji. Při přípravě příspěvku jsme vycházeli mimo jiné i ze závěrečné zprávy o fungování prvního roku projektu, která bude vydána na podzim 2014.

Vznik projektu Elixír do škol, zaměření projektu

Projekt Elixír do škol je jedním z projektů Nadace Depositum Bonum. (Kromě něj nadace podporuje také matematiku profesora Milana Hejného a geografickou soutěž Eurorébus.) Nadace Depositum Bonum (z lat. dobrý vklad či dobrá úložka) byla založena 14. 8. 2012 Českou spořitelnou, aby pečovala o mimořádný výnos z anonymních vkladních knížek. Nadace Depositum Bonum se s vkladem 1,45 miliardy Kč stala největší nadací v České republice. [1] V závislosti na výši výnosů z nadačního jmění je rozpočet nadace přibližně 20 až 30 milionů korun ročně. Nadace byla zřízena za účelem podpory české společnosti v oblasti vědy, výzkumu, vývoje a vzdělání. Jejím hlavním cílem je pomoci školám a učitelům zlepšit kvalitu výuky v technických a přírodovědných předmětech.

Elixír do škol se zaměřuje na podporu a rozvoj učitelů fyziky. Projekt má tři hlavní části. Vychází z principů vzdělávací iniciativy **Heuréka** a tu také podporuje, stávajícím učitelům nabízí možnost navštívit **regionální centra** a zcela nové zkušenosti získávají učitelé a studenti, kteří pracují v **tandemech**.

Heuréka

Heuréku asi není nutné účastníkům Veletrhu nápadů učitelů fyziky nějak podrobně představovat, na každé konferenci o ní nějaké informace zaznívají. Heuréka organizuje dvouletý kurs pro nové zájemce (na podzim 2014 začíná již sedmý běh těchto seminářů), pro zkušenější účastníky pořádá několik dalších typů seminářů. Mezinárodní přesah má každoroční konference Dílny Heuréky, pořádaná vždy začátkem října na Jiráskově gymnáziu v Náchodě. [2]

Všechny aktivity Heuréky jsou neformální, dobrovolné, organizované o víkendech a pro učitele zcela zdarma.

Díky rozsáhlé komunitě aktivních učitelů kolem projektu Heuréka mohla vzniknout regionální centra projektu Elixír do škol.

Regionální centra

Při přípravě projektu na jaře 2013 jsme přemýšleli, co asi nejvíce učitelé potřebují, v čem bychom jim nejvíce mohli pomoci. Uvědomili jsme si, že to, co podle našeho názoru nejvíce v českém školství chybí, je možnost sdílet zkušenosti a problémy, setkávat se v příjemném a bezpečném prostředí s kolegy, prostě nebýt na všechno sám.

Požádali jsme tedy zkušené učitele v regionech, zda by byli ochotni spoluvytvářet nějakou platformu podporující co největší množství učitelů fyziky prostřednictvím prostoru pro společná setkání, jež nabízejí jednak inspiraci a nápady pro výuku, možnost společného sdílení a také možnost vypůjčit si moderní pomůcky. Mnozí kolegové souhlasili, a tak v září 2013 vznikla na 15 místech po celé České republice regionální centra [3]. Vedoucí regionálních center, což jsou učitelé základních škol a víceletých gymnázií, pořádají jednou za měsíc v odpoledních hodinách dvouhodinová setkání s dalšími učiteli fyziky, na kterých nabízejí inspirativní nápady pro výuku fyziku a vytvářejí prostor pro společnou diskusi o výuce. V centru si také učitelé mohou zapůjčit některé moderní pomůcky (např. digitální teploměr, digitální mikroskop, model parního stroje), které by si jinak jednotlivé školy buď nemohly dovolit, nebo s nimiž učitelé dosud nemají zkušenosti. Celková hodnota pomůcek v každém centru je přibližně 45 tisíc Kč). Vedoucí jednotlivých center mají svobodu ve vytváření programu každého setkání – program připravují na základě poptávky učitelů navštěvujících center a svých vlastních zkušeností. Postupně se do programu center snaží zapojovat i další učitele. Projekt tak vzniká zespoda a odpovídá na skutečné potřeby učitelů. Na počátku roku 2014 přibyla další tři centra.

Jsmo velmi rádi, že má tato iniciativa úspěch, neboť přestože se jedná o zcela dobrovolnou aktivitu, kam učitelé dojíždějí i desítky kilometrů, tak centra fungují. Celkem se ve školním roce 2013/2014 realizovalo 167 setkání po celé ČR, na nichž bylo průměrně 11 účastníků. Každý měsíc se tak sešlo cca 200 učitelů fyziky. Setkání regionálních center navštívilo alespoň jednou celkem 411 učitelů fyziky. Některá centra zorganizovala pro učitele různé exkurze, bylo možné také pozvat lektory, kteří učitelům přivezli zajímavé experimenty.

Pozitivní ohlas mezi účastníky měla i konference projektu Elixír do škol [4]. Konference se konala 16.-18. května ve spolupráci s Univerzitou Hradec Králové a byla určena návštěvníkům regionálních center, tandemům a účastníkům akcí projektu Heuréka, zúčastnilo se jí 160 učitelů. Program sestával z plenárních přednášek (Leoš Dvořák, Irena Dvořáková, Milan Hejný, Václav Piskač) a tří běhů více než deseti paralelních dílen. Program ozvláštnil Jakub Flejšar, trenér olympijské vítězky Evy Samkové, který přednesl přednášku na téma „Jak Eva Samkové díky fyzice ke zlaté medaili přišla.“

Na základě evaluace získané jak od vedoucích center, tak od účastníků setkání lze shrnout, že v regionálních centrech

- se během prvního roku podařilo vytvořit platformu podporující velké množství učitelů,
- vznikla komunita učitelů se zájmem se dobrovolně rozvíjet,

- byl připravován různorodý program široce oceňovaný učiteli,
- setkání pomáhají učitelům vylepšit jejich výuku.

Jsme přesvědčeni, že koncept regionálních center má velký potenciál pro další rozvoj (a to jak z hlediska zapojení většího počtu účastníků, tak z hlediska jejich větší vlastní aktivity na setkáváních) a podle našeho názoru je přenositelný i do dalších předmětů.

Tandemy

V oblasti přivádění nových lidí do škol se ve svém pilotním roce projekt Elixír do škol zaměřil na přivádění studentů odborných vysokých škol do tříd základních škol a víceletých gymnázií. Z řady širokých diskusí vzešel jako nejschůdnější a nejefektivnější model párové výuky učitele a studenta. V něm studenti magisterského či doktorského studia přírodovědného či technického směru tráví několik hodin týdně společnou výukou se zkušeným učitelem fyziky. Na rozdíl od regionálních center v tomto případě samozřejmě nemůže jít o masovou záležitost, projekt běžel na 6 základních školách a 3 víceletých gymnáziích v Praze, Brně, Ostravě a Olomouci. Tandemisté společně s učitelem připravovali a realizovali výuku a samozřejmě přinášeli do třídy svoji odbornost. Současně se také výrazně zlepšila i individualizace práce se žáky. Výuka v tandemu měla ještě další zajímavé důsledky – žáci oceňovali to, že vidí reálnou spolupráci dvou lidí, že zažívají více legrace, mohou slyšet vysvětlení ve dvou různých podáních, díky dělbě práce může být výuka doplněna o daleko větší množství praktických ukázek a pokusů.

Z evaluace této části projektu vyplynulo, že celkem 69 % žáků hodnotilo tandemovou výuku jako velmi dobrou nebo vynikající a pouze 2 % ji označilo za špatnou. 75 % žáků by kamarádům spíše nebo rozhodně doporučilo tandemovou výuku, 73 % žáků ji považovalo za spíše nebo výrazně lepší než klasickou formu, 79 % žáků by chtělo, aby tandemová výuka pokračovala i příští rok.

Nezbytná pro úspěch tandemů byla jejich podpora – a to jednak formou tří víkendových výjezdních setkání (institutů), jednak formou podpůrných setkání, která probíhala průběžně na jednotlivých školách.

Díky partnerskému přístupu mezi učitelem a studentem a podpoře, kterou účastníci dostali, měli studenti možnost se velmi rychle zorientovat v prostředí školy a osvojit si základní dovednosti pro organizování, realizování i vyhodnocování výuky.

Perspektivy dalšího rozvoje

Díky tomu, že Nadace Depositum Bonum podporuje projekt Elixír do škol a dává mu dlouhodobou perspektivu, můžeme hledat způsoby, jak tento projekt dále rozšiřovat a zkvalitňovat.

Vzhledem k tomu, že díky regionálním centrům vzrůstá zájem učitelů o dlouhodobé vzdělávání v metodice Heuréky, uvažujeme o otevření dalšího běhu seminářů pro nové zájemce ne jen každý druhý rok, tak jako dosud, ale každoročně.

Počet regionálních center se od září 2014 zvyšuje o tři, budou nově otevřena centra v těch částech ČR, kde zatím učitelé neměli možnost se do jejich práce zapojit – v Příbrami, v Humpolci a v Jihlavě. Věříme, že se i počet účastníků v některých centrech bude s větší informovaností učitelů postupně zvyšovat.

V pilotním běhu projektu Tandemy se ukázalo, že projekt nabízí ideální podmínky pro praxi budoucích učitelů. Nabídli jsme tedy tuto praxi jako volitelný předmět studentům učitelství fyziky na MFF UK a od září 2014 tak do programu Tandemy nastupuje navíc devět našich studentů. Projekt dále aktivně konzultujeme s odborníky z dalších fakult vzdělávajících učitele – v Brně, Praze apod.

Spolupráce s ostatními fakultami vzdělávajícími učitele fyziky je celkově jednou z hlavních priorit projektu, věříme, že se bude nadále rozšiřovat.

Závěr

Lze říci, že díky nevybraným vkladům, na kterých se podíleli možná i mnozí z nás, se daří zkvalitňovat výuku fyziky, daří se pomáhat učitelům fyziky při jejich každodenní práci se žáky i zlepšovat profesní přípravu budoucích učitelů.

Na závěr proto dodejme poděkování těm, kteří Nadaci Depositum Bonum založili a na přírodovědné vzdělávání peníze z výnosů dávají.

Literatura

- [1] <http://nadacedb.cz/>
- [2] <http://kdf.mff.cuni.cz/heureka/>
- [3] <http://nadacedb.cz/elixir-do-skol/region-centra>
- [4] <http://nadacedb.cz/aktuality/item/176-konference-elixir-do-skol>

Využití software MAPLE 17 při výuce fyziky na středních a základních školách

HRDÝ JAN, ROHLENA IVO

Katolická ZŠ, Uherský Brod; Gymnázium Jana Pivečky a SOŠ, Slavičín

Tento příspěvek volně navazuje na příspěvek Jan Hrdý – Marie Šiková: „Moderní počítačové metody při výuce fyziky na SŠ“ [1], který byl přednesen na 18. Veletrhu nápadů učitelů fyziky (PřF UHK 2013). Uvedený (loňský) příspěvek se ze široké problematiky využití ITC ve výuce fyziky zabýval pouze problémem **statických** výukových fyzikálních animací, které byly např. současně použity i při vytváření tzv. DUMů (digitálních výukových materiálů) [5]. Pro statické animace je charakteristické, že máme dopředu připravenou (někdy značně rozsáhlou) sadu snímků - obrázků, jejichž rychlost a způsob promítání ovládá přímo prezentující učitel. Výhodou je, že se při výkladu fyzikálního jevu dá animace snadno kdykoliv zastavit, posunout o libovolný počet kroků dopředu či dozadu a tento postup libovolněkrát opakovat. Určitou nevýhodou ale je, že se při výkladu již nedají připravené snímky dále modifikovat.

Letošní příspěvek se věnuje převážně problematice **dynamických** výukových animací. Tyto animace lze stručně charakterizovat tím, že jednotlivé snímky animace generuje přímo počítač (na základě interního výpočtu) a to až po spuštění animace a podle daného konkrétního zadání. Jedna proměnná přitom slouží jako tzv. *parametr animace*. Hodnota *parametru animace* odlišuje jednotlivé snímky dané animace a změna tohoto parametru umožňuje jejich rozvoj (promítnutí) v čase, čímž vznikne vjem souvislého děje - *animace*. Parametrem animace bývá ve fyzice obvykle *čas*. Všechny vstupní parametry animace (včetně parametru zvoleného jako *parametr animace*) lze snadno změnit a animaci tak opětovně spustit pro jiné konkrétní zadání. Rychlost běhu animace si určuje počítač sám a lze ji obvykle měnit pouze nepřímo změnou počtu animačních kroků (pouze u některých programů se dá samostatně nastavit rychlost promítání dílčích snímků). Zastavení animace a její posun o požadovaný počet snímků dopředu nebo dozadu je však poněkud obtížnější, než v předcházejícím případě. Pokud hovoříme obecně o animaci ve výuce, máme obvykle na mysli právě tuto druhou možnost (tj. *dynamickou animaci*).

Třetí možnost, kdy počítač promítá samostatně sadu snímků (obvykle vytvořených počítačem) bez možnosti jejich další modifikace, patří spíše do oblasti reklamy nebo kresleného filmu.

1. Důležitost fyzikálního vzdělávání

První z obou autorů tohoto příspěvku pracoval jako učitel fyziky již na všech typech škol (od střední přes vysokou až po základní) a poznal tedy problematiku výuky fyziky ze všech stran a úhlů pohledu. V současné době ho stejně jako jeho mladšího kolegu a spoluautora tohoto příspěvku a stejně jako většinu ostatních učitelů fyziky velmi mrzí malý zájem studentů o studium této krásné a důležité vědní disciplíny.

Přitom důležitost fyzikálního vzdělávání pro náš průmysl a výzkum, stejně jako pro běžný život každého člověka je zcela zřejmá – nyní pro odlehčení situace jeden žertovný obrázek (obr. 1) vypovídající o důležitosti fyzikálního vzdělávání i v běžném životě.



Obr. 1 „Kluci jedni šikovní ...“

2. Úvod do problematiky použití software MAPLE

Jedním ze způsobů, jak přitáhnout studenty ke studiu fyziky, je nabídka zajímavého a netradičního přístupu k jejímu studiu. Jednou z mnoha těchto možností je doplnění klasických zdrojů informací (učebnice, internet) vytvářením vlastních jednoduchých modelů fyzikálních situací, v našem případě **fyzikálních animací**. Je totiž dobře známo, že to co člověk sám vytvoří, to již nikdy nezapomene a vlastní práce si každý váží více, než práce cizí. Programů, které jsou schopny generovat fyzikální animace, je celá řada. Perspektivním řešením je podle názoru autorů tohoto příspěvku software MAPLE 17 [2-4], který se dlouhodobě a všestranně osvědčil ve *fyzikálním kroužku* (pro studenty nižšího i vyššího stupně gymnázia) na Gymnáziu Jana Pivečky a SOŠ ve Slavičíně (nachází se asi 10 km od lázní Luhačovice).

MAPLE je softwarový produkt společnosti **Maplesoft** v Kanadě, na jeho vývoji se podílí i celá řada světových univerzit (např. Fakulta informatiky MU v Brně). Tento program je určen nejen pro klasické numerické výpočty včetně grafické vizualizace, ale také pro symbolické a algebraické výpočty (výpočty a operace s různými matematickými objekty). Velmi dobře se hodí také pro tvorbu **animací**.

Software MAPLE je značně rozšířen ve výzkumných ústavech, na vysokých školách a ve státní zprávě v oborech matematika, ekonomie, chemie, fyzika i jiných. Zaváděním MAPLE na středních nebo i základních školách (výběrově) do výuky fyziky se snaží autoři tohoto příspěvku naplňovat představu tvůrců tohoto software, že MAPLE může studenta provázet od střední školy až po doktorandské studium a vlastní praxi.

3. MAPLE obsahuje také vyspělou počítačovou algebru

Počítačová algebra je schopnost software počítat se symboly reprezentujícími matematické objekty (písmena, matice, rovnice, algebraické struktury apod.) I když tato oblast spadá spíše do matematiky, je vděčnou náplní také fyzikálního kroužku. Proto jsme zařadili následující krátkou ukázkou:

a) Rozvoj algebraických výrazů:

`(x-2*y)^5 = expand ((x-2*y)^5);` # zadání pro MAPLE

$(x-2y)^5 = x^5 - 10x^4 + 40x^3y^2 - 80x^2y^3 + 80xy^4 - 32y^5$ # výsledek po rozvinutí

b) Zjednodušování algebraických výrazů:

`((a^4-b^4)/(a^2*b^2))/((1+b^2/a^2)*(1-2*a/b+a^2/b^2));`

`simplify(%):sort(%);` # zadání pro MAPLE (2 řádky)

$$\frac{a^4 - b^4}{a^2 b^2 \left(1 + \frac{b^2}{a^2}\right) \left(1 - \frac{2a}{b} + \frac{a^2}{b^2}\right)}$$

zadání v matematické sazbě

$$\frac{a+b}{a-b}$$

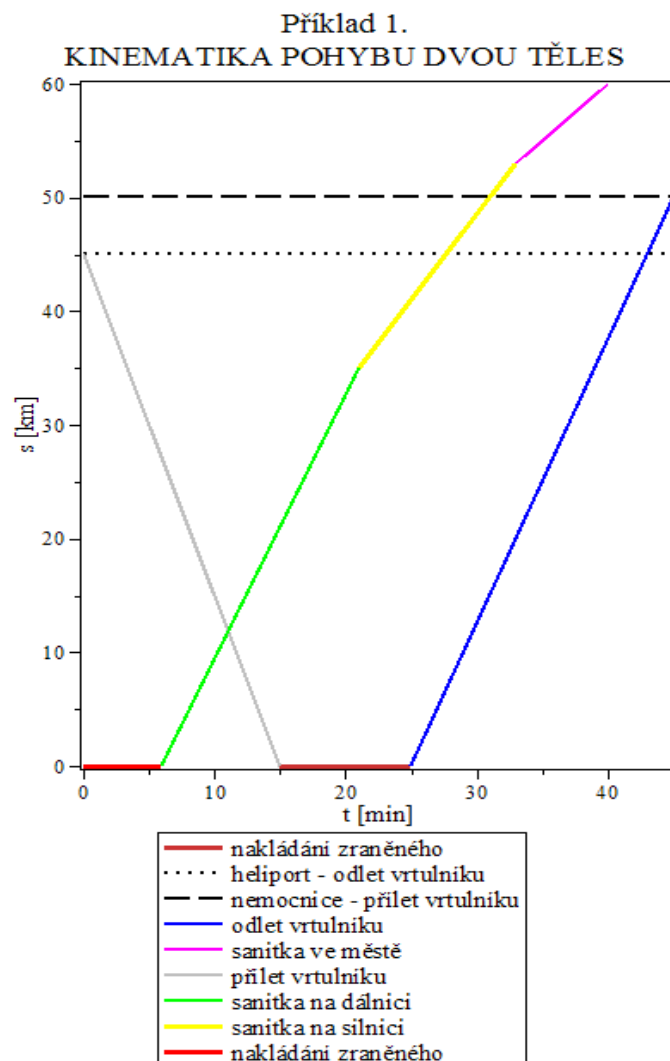
výsledek po zjednodušení programem MAPLE

4. MAPLE ve výuce fyziky na ZŠ nebo na nižším stupni gymnázia

Na ZŠ je práce s programovým balíkem MAPLE určena především talentovaným žákům se zájmem o fyziku. Obvykle se jedná o první seznámení s programem a o grafické řešení úloh, kdy se sleduje *vzájemná poloha* dvou nebo více těles pohybujících se rovnoměrně přímočaře. Řeší se např. příklady inspirované *Archimediádou* (jedná se o FO pro primu a sekundu na gymnáziu nebo 6. a 7. ročník na ZŠ), přičemž animace se zatím příliš nepoužívají (je to spíše parketa pro učitele).

Text k 1. příkladu (na obr. 2): Na dálnici se stala nehoda. Řidič záchranného vozu, který přijel první na místo nehody, se musí rozhodnout, zda je časově výhodnější naložit vážně zraněného do sanitky, což trvá 6 minut, potom jet po dálnici 35 km průměrnou rychlostí 140 km/h, dále po silnici 1. třídy 18 km průměrnou rychlostí 90 km/h a 7 km městem průměrnou rychlostí 60 km/h až do nemocnice nebo přivolat vrtulník z heliportu vzdáleného 45 km, průměrná rychlost prázdného vrtulníku je 180 km/h, nakládání zraněného do vrtulníku trvá 10 minut, zatížený vrtulník se pohybuje průměrnou rychlostí 150 km/h vzdušnou čarou do 50 km vzdálené nemocnice (jedná se o tutéž nemocnici).

Tento přístup k řešení pohybových úloh ve fyzice má přínos v tom, že můžeme snadno měnit *vstupní parametry* úlohy (rychlosti, vzdálenosti apod.) a ihned vidíme výsledek a to i v názorné grafické formě. Grafický výstup se podobá do značné míry *železničnímu grafikonu*, který se na železnici stále ještě používá – bohužel cestující po železnici k němu nemají přístup. V dnešní době se grafikon již nekreslí ručně, ale generuje se pomocí počítače.



Obr. 2 Pohybové fyzikální úlohy řešitelné pomocí MAPLE – příklad sestavený podle Archimediády: „Nehoda na dálnici“ (MAPLE 17)

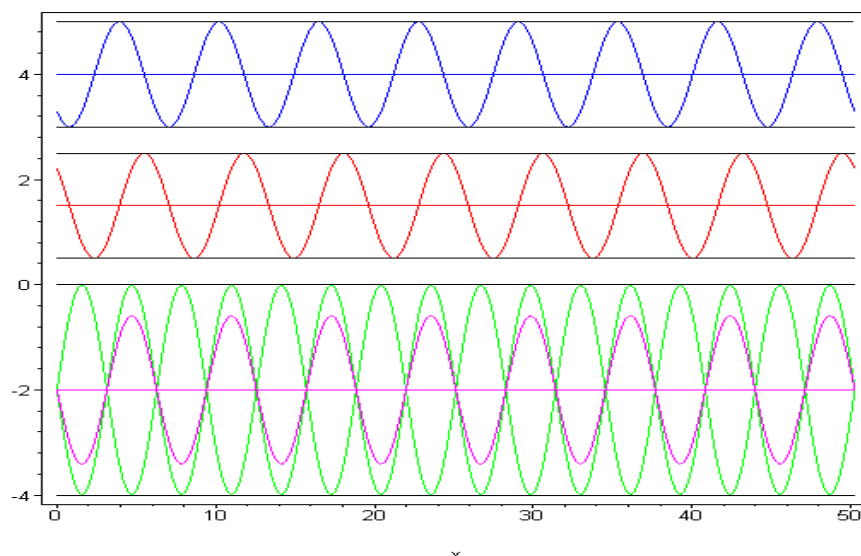
5. MAPLE ve výuce fyziky na SŠ nebo na vyšším stupni gymnázia

Na střední škole je pro uplatnění software Maple velmi široký prostor a to včetně animací. Ze všech těch možností, které se nabízejí, uveďme např. *stojaté vlnění na struně* nebo *akustické* či *elektrické rázy*. Není třeba samozřejmě dodávat, že každý teoretický model vytvořený pomocí Maple je velmi vhodné doplnit odpovídajícím fyzikálním experimentem.

5.1 Animace stojatého vlnění na struně v Maple

Na střední škole se vznik stojatých kmitů y na struně délky l popisuje jako interferenci dvou stejných vlnění o stejné vlnové délce λ – přímého y_1 a odraženého vlnění y_2 , které postupují po struně obě stejnou rychlostí $v = \frac{\lambda}{T}$ ale opačnými směry:

$$y = y_1 + y_2 = y_m \sin 2\pi \left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) + y_m \sin 2\pi \left(\frac{x}{\lambda} + \frac{t}{T} \right) = 2y_m \sin 2\pi \frac{x}{\lambda} \cos 2\pi \frac{t}{T}$$



Obr. 3 Vznik stojatého vlnění na struně o délce $l = 8\lambda$ pomocí animace v MAPLE. Nahoře je vlnění y_1 , uprostřed je vlnění y_2 a dole je výsledné stojaté vlnění $y = y_1 + y_2$ (s vyznačením kladné i záporné amplitudy)

6. Závěr

Problematika využití software MAPLE při výuce fyziky na SŠ a ZŠ je velmi široká. Autoři tohoto příspěvku již nashromáždili značné množství materiálu, který se chystají vydat v budoucnu jako samostatnou specializovanou publikaci.

Literatura:

- [1] Hrdý J. – Šiková M.: *Moderní počítačové metody při výuce fyziky na SŠ*. In: Sbor. konf. „Veletrh nápadů učitelů fyziky 18“. Ed.: Křížová M., Gaudeamus UHK Hradec Králové, 2013, 75-79.
- [2] Hřebíček J. – Kohout J.: *Úvod do systému Maple*. FI MU v Brně, 2004, 102 s.
- [3] Hrdý J. – Hrdý J. jr.: *Použití systému počítačové algebry Maple ve výuce fyziky*. Projekt FRVŠ: Inov. předmětu „Počítače ve výuce fyziky“ (1297/2006/F6/a). PřF UP v Olomouci, 2006, 47 s.
- [4] <http://www.maplesoft.com>, www.maplesoft.cz
- [5] <http://www.zlinskedumy.cz> (Portál pro ukl. digit. učeb. mat. SŠ Zlínského kraje.)

Úlohy s bublinou aneb jak lze rozvíjet myšlení a učení žáků

EVA HEJNOVÁ

Přírodovědecká fakulta UJEP, Ústí nad Labem

Abstrakt

V příspěvku je představena vyučovací metoda založená na úlohách, které jsou žákům předkládány ve formě diskuse (úlohy „s bublinou“, v zahraničí nazývané concept cartoons), jež umožňují rozvíjet kritické myšlení žáků a odbourávat jejich chybné intuitivní představy. Tento typ úloh se také může stát vhodným východiskem pro experimentování žáků a jejich další bádání. Děti se tak přirozeně učí klást výzkumné otázky, formulovat hypotézy a ověřovat je pomocí pokusu, navrhnout vysvětlení a **zdůvodňovat svoji argumentaci**.

Úvod

V současné době roste důraz na rozvoj dovedností používat metody vědeckého zkoumání, jenž je též silně proklamován také na evropské úrovni [1]. Nicméně reálná implementace badatelsky orientované výuky do vyučování je ve většině zemí limitována, např. počty dětí ve třídách, malou hodinovou dotací na výuku fyziky, nedostatkem pomůcek pro individuální experimentování žáků a v neposlední řadě též nepřipraveností učitelů na badatelsky orientovanou výuku [2].

Vyučovací metoda založená na úlohách zadaných ve formě diskuse poskytuje velký potenciál pro využití v běžné školní praxi. V zahraniční literatuře jsou úlohy zadané formou diskuse označovány jako „concept cartoons“ [3]. V české odborné literatuře není pro tento typ úloh zaveden žádný ustálený český název, proto budeme v dalším textu tyto úlohy označovat stručným názvem úlohy s bublinou nebo „bublinové“ úlohy, popřípadě jako úlohy zadané formou diskuse.

Úlohy zadané formou diskuse aneb co jsou to bublinové úlohy

Úloha zadaná formou diskuse mívá nejčastěji podobu kresby, ve které vystupují zpravidla tři nebo čtyři mluvčí (viz obr. 1, ukázka úlohy je převzata z [3]).

Tento typ úloh byl původně vytvořen pro 9 až 13leté žáky, ale v současné době jsou tyto úlohy používány v zahraničí ve všech fázích primárního i sekundárního vzdělávání [4]. Počet diskutujících se přitom zpravidla odvozuje od počtu miskonceptů, které byly pro danou oblast



What do YOU think?

Obr. 1

výzkumy identifikovány [5].

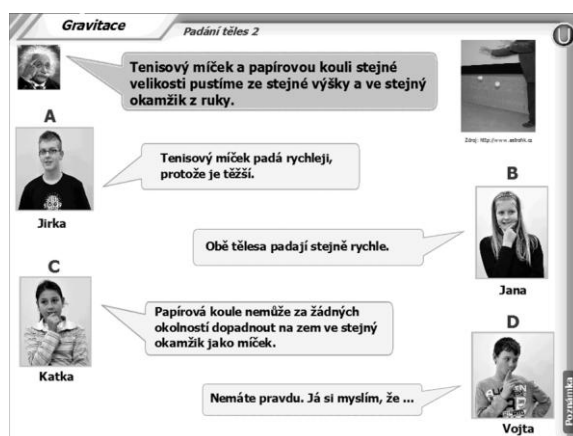
Z odpovědí jednotlivých mluvčích bývá jedna akceptovatelná z přírodovědného hlediska, ale nutně tomu tak být nemusí. Problémy jsou zpravidla formulovány jako více, či méně otevřené, často nejsou explicitně v zadání uváděny žádné další podmínky a záleží tak na tom, jak si žáci sami úlohu „zkomplikují“ úvahami typu „to přece může záviset na...“, „vezmeme-li v úvahu, že“ apod. Proto je v každé úloze zařazen jeden mluvčí, který žádný názor nevyslovuje, ale říká pouze „Nemáte pravdu. Já si myslím, že...“ (obr. 2). Tato forma nedokončené věty vybízí žáky, aby hledali i jiná možná řešení než ta, která byla prezentována diskutujícími dětmi na obrázku.

Žáky tato forma zadání úloh velmi dobře motivuje k diskusi, během níž mohou vyslovovat své myšlenky, klást si vzájemně otázky, formulovat tvrzení, navrhnout vysvětlení a také zdůvodňovat svoji argumentaci. Žák musí obhájit svoji myšlenku před ostatními, což je velmi účinný mechanismus pro rozvoj hlubšího pochopení daného přírodovědného pojmu nebo zákona. Děti zažívají pocit nejistoty, neboť neslyší jen to, co je správně, ale zjistí, co si o dané věci myslí někdo jiný (např. jeho spolužáci), což vede k hlubšímu pochopení a také upevnění nového pojmu či poznatku. Klíčové při tom je, aby si každý žák uvědomil, co ho vedlo ke změně jeho názoru na předložený problém. Jedině tak může dojít ke změně (rekonstrukci) jeho chybných představ. Žáci se také zároveň učí nevěřit slepě pouze tomu, co říká a co si myslí učitel, což je dobrým předpokladem pro rozvoj jejich kritického myšlení.

Vyučovací metoda založená na tomto typu úloh také učitelům umožňuje orientovat se velmi přirozenou cestou na badatelsky orientovanou výuku [6], neboť předkládané problémy se mohou stát vhodným východiskem pro další experimentování a další badatelsky orientované aktivity žáků [7]. Žáci se při nich učí klást výzkumné otázky, formulovat hypotézy, ověřovat je pomocí pokusu a navrhnout vlastní vysvětlení.

Autorkou příspěvku byly vypracovány dva soubory úloh zadáných formou diskuse pro témata **Pohybové zákony** a **Gravitace** (každý soubor zahrnuje 16 úloh).

Ukázka úlohy ze souboru Gravitace



Obr. 2

Úlohy v souborech pokrývají většinu mylných představ uváděných v literatuře [5].

Problémové situace a jejich formulace jsou vybrány tak, aby byly přístupné i žákům základních škol. Ke každé úloze je zároveň zpracována metodická poznámka, ve které je předložený problém podrobněji diskutován, a to zejména s ohledem na typické miskoncepce, jež žáci obvykle v souvislosti se zadaným problémem zastávají.

V úlohách v těchto souborech je úvodní problém předložen ve formě stručného textu, který má nejčastěji podobu jedné nebo dvou oznamovacích vět (obr. 2). Kresba znázorňující situaci, o níž se diskutuje, je zpravidla nahrazena fotografií.

Stručný komentář k úloze Padání těles 2 (viz obr. 2)

Nejakceptovatelnější je odpověď Jany (B). Míček i papírová koule dopadnou přibližně ve stejný okamžik, neboť odporová i vztlková síla působící na míček a na kouli je v tomto případě přibližně stejná. Žáci si ale často chybně myslí, že těžší tělesa padají rychleji. Při volném pádu těles (ve vakuu) je průběh rychlosti všech těles v daném místě stejný, nezávisle na jejich hmotnosti či tvaru, tj. míček i papírová koule by dopadly na zem ve stejný okamžik.

Závislost rychlosti padání na odporové síle lze dobře ukázat na jednoduchém pokusu, kdy necháme padat list novin a zmačkaný malý útržek z novin. Noviny, i když jsou těžší, padají pomaleji. Tímto způsobem lze dobře demonstrovat působení odporové síly vzduchu, která závisí na tvaru a velikosti předmětu (a také na jeho rychlosti).

Děti mohou též s asistencí učitele provést pokus s Newtonovou trubicí. Pokud ji učitel nemá k dispozici, je možné ukázat vhodný pokus s pomocí videonahrávek dostupných na internetu (např. ukázkou toho, jak padají předměty na Měsíci, kde není atmosféra, na internetu je dostupný např. známý pokus, který provedli kosmonauti na Měsíci, když nechali zároveň padat kladívko a paví pero ([8], [9])).

Práce s úlohami ve výuce

Autoři této metody uvádějí [10], že je nejvhodnější, aby se nejprve každý žák s úlohou individuálně seznámil a samostatně odpověděl, s kterým mluvčím se ztotožňuje (1. fáze). Poté se žáci rozdělí do skupin (2. fáze), nejlépe po třech až čtyřech žácích. Velmi se také osvědčilo určit v rámci každé skupiny role zapisovatele, manažera skupiny, žáka, který bude prezentovat výsledky, a komunikátora s učitelem [7]. Při větším počtu dětí ve třídě se tímto způsobem usnadní řízení a práce jednotlivých skupin a sníží se tím také hluk ve třídě.

Pokud to typ zadaného problému a další podmínky umožňují, je velmi vhodné, pokud na diskusi ve skupině naváže také experimentální část. V případě časově náročnějšího experimentování je pak vhodnější práci rozdělit do dvou vyučovacích hodin [7]. V jedné hodině žáci o úloze diskutují a plánují pokus (případně i více pokusů), ve druhé hodině pak pokus provedou a zformulují závěry a vysvětlení, která alternativa z nabízených odpovědí je nejvhodnější a proč jsou jiné alternativy méně přijatelné, nebo zcela nepřijatelné (3. fáze).

Pro samostatnou práci žáků nebo pro práci ve skupinách jsou pro zvýšení efektivnosti celého procesu doporučovány pracovní listy [11]. Níže jsou uvedeny příklady otázek v pracovních listech pro výše uvedené tři fáze.

Příklady otázek v pracovních listech (podle [12])

(V pracovních listech je třeba nechat dostatečný prostor pro záznam formulací žáků, pro obrázek pokusu a záznam jeho výsledku).

1. fáze (pracovní list pro jednoho žáka)

(pracovní list je určen pro odpovědi žáka, který pracuje nejprve individuálně, do horní části pracovního listu je možné podle potřeby umístit obrázek se zadáním úlohy)

- 1) Napiš, s kým souhlasíš? Proč si myslíš, že má pravdu?
- 2) Mohli by mít pravdu i ostatní? Vysvětli.

2. fáze (pracovní list pro skupinovou práci žáků)

(pracovní list je určen pro odpovědi skupiny žáků, kteří společnou diskusi doplní také provedením pokusu)

- 1) Formulujte co nejpřesněji, jakou výzkumnou otázku si položíte, tj. co chcete pokusem zjistit.
- 2) Jakou očekáváte odpověď na vaši výzkumnou otázku?
- 3) Popište, jak pokus provedete. Nakreslete obrázek pokusu.
- 4) Napište, jak podle vás pokus pravděpodobně dopadne.
- 5) Napište, jaké pomůcky budete pro pokus potřebovat?
- 6) Popište, jak budete výsledky pokusu zaznamenávat (připravte si tabulky pro záznam atd.).

3. fáze (pracovní list pro skupinovou práci žáků)

(pracovní list může být využit i pro individuální odpovědi jednoho žáka, který po provedení pokusu ve skupině pracuje ve 3. fázi opět samostatně)

- 1) Napište, jak měl pokus dopadnout?
- 2) Co jste pozorovali nebo naměřili?
- 3) Liší se výsledek pokusu od toho, co jste očekávali? Pokud ano, jak?
- 4) Jak vysvětlíte výsledek pokusu?

Závěr

Domnívám se, že učitelům mohou bublinové úlohy sloužit jako dobrý nástroj k odhalování mezer ve znalostech žáků, a to zejména s ohledem na identifikaci intuitivních představ konkrétních dětí. Zároveň tento typ úloh podporuje u žáků kritické uvažování o předložených tvrzeních. V neposlední řadě mohou některé úlohy být také dobrým východiskem pro badatelsky orientovanou výuku.

Zájemcům o soubory úloh nabízím možnost, aby si úlohy vyzkoušeli v rámci své výuky (na požádání je zašlu v elektronické podobě). Úlohy jsou k dispozici v PDF formátu a jsou také zpracovány pro využití na interaktivní tabuli typu ACTIVboard.

Kontakt: eva.hejnova@ujep.cz.

Literatura

- [1] Rocard, M. a kol.: *Science Education Now: a renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Commission Directorate-General for Research, 2012. Dostupné na: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf.
- [2] Činčera, J.: *Význam nezávislých expertních center pro šíření badatelsky orientované výuky v České republice*. Sciencia in educatione, 2014, roč. 5, č. 1, s. 74-81.
- [3] Naylor, S., Keogh, B.: *Concept Cartoons in Science Education*. 2. vyd. Sandbach: Milgate House Publishers, 2010.
- [4] Stephenson, P., Warwik, P.: *Using concept cartoons to support progression in students' understanding of light*. Physics Education, March 2002, vol. 37, no. 2, 135-141.
- [5] Mandíková, D., Trna, J.: *Žákovské prekoncepce ve výuce fyziky*. 1. vyd. Brno: Paido, 2011. 245 s.
- [6] Papáček, M.: *Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa?* Sciencia in educatione, 2010, roč. 1, č. 1, s. 33-49.
- [7] Berg, E. van den, Kruit, P., Wu, F.: *Getting children to design experiment through concept cartoons*. In: Bridging the gap between education research and practice. Leicester: EU Fibonacci conference on Inquiry Based Science & Mathematics Education, 2012. Dostupné na: <http://www.fibonacci-project.eu/resources/events/leicester-conference-2012.html>.
- [8] http://www.youtube.com/watch?v=5C5_dOEyAfk
- [9] <http://www.ceskatelevize.cz/porady/10319921345-rande-s-fyzikou/211563230150002-zrychleni-a-volny-pad/video/>
- [10] Naylor, S., Keogh, B.: *Constructivism in Classroom: Theory into Practise*. Journal of Science Teacher Education, May 1999, vol. 10, no. 2, s. 93-106.
- [11] Kabapinar, F.: *Effectiveness of Teaching via Concept Cartoons from the Point of View of Constructivist Approach*. Educational Sciences: Theory & Practice, May 2005, vol. 5, no. 1, s. 135-146.
- [12] Kruit, P., van den Berg, E.: *Investigating with Concept Cartoons*. In Active learning – in a changing world of new technologies, ICPE-EPEC, 2013. Sborník. Ed. Leoš Dvořák, Věra Koudelková. Praha, Univerzita Karlova, 2014. Dostupné na: http://www.icpe2013.org/uploads/ICPE-EPEC_2013_ConferenceProceedings.pdf.

Vodivé plasty – zajímavý materiál pro laboratorní práci

JOSEF HUBEŇÁK

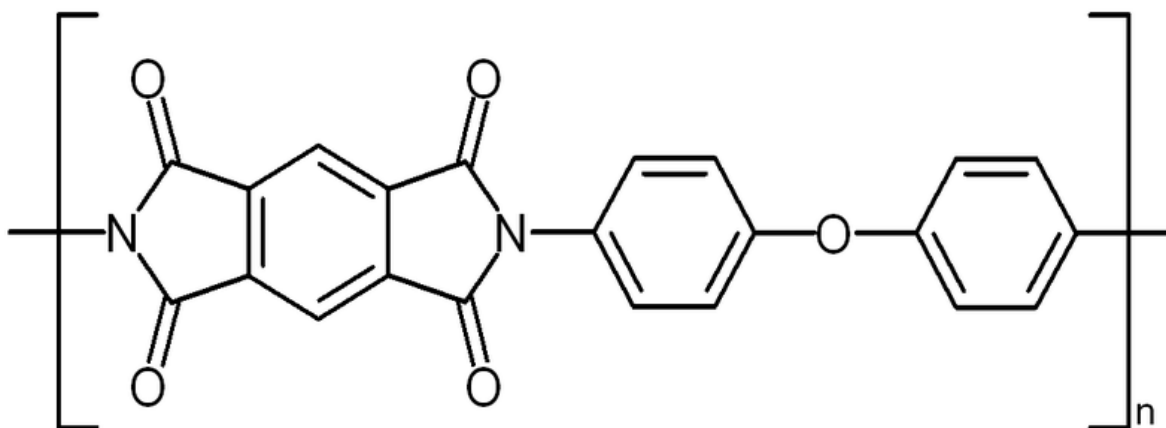
Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové, Hradec Králové

Abstrakt

Plasty jsou výbornými izolanty a zdroji elektrostatických nábojů. Vodivé plasty jsou spíše výjimkou. Kaptonová fólie, určená k ohřevu elektrickým proudem, umožní zjistit rozložení potenciálu v rovině - úloha, kterou jsme dříve měřili v elektrolytu v potenciálové vaně. Modeláři dnes používají místo dřeva uhlíkaté profily. Student z tohoto materiálu sestaví můstek pro měření odporů, učitel ukáže pokles potenciálu podél vodiče s proudem atd. Vodivé plasty jsou zajímavé i cenou v řádu desetikorun.

Kaptonová fólie

Chemici mají pro kapton přesný název *poly-oxydiphenylen-pyromellitimid* a strukturální vzorec je na obr. 1:



Obr.1 Struktura kaptonu

Ačkoliv jde o plast, je stabilní v širokém intervalu teplot od $-269\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1]. Samotný kapton má výborné izolační vlastnosti a elektricky vodivá fólie vzniká nanesením odporové vrstvy uhlíku s definovanou povrchovou resistivitou [2]. Pojem *povrchová rezistivita* není součástí středoškolské fyziky a v technické literatuře uváděná jednotka ohm na čtverec si zaslouží vysvětlení.

Odpor vodiče o délce l a průřezu S je

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

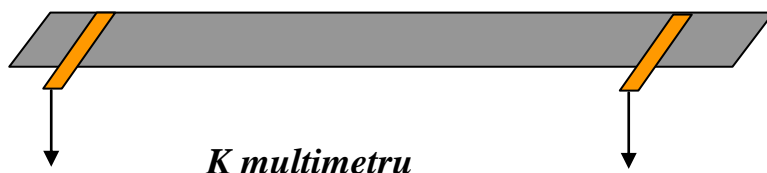
Rezistivita ρ má jednotku $\Omega\cdot\text{m}$. Proužek fólie má délku l a průřez je součinem tloušťky t a šířky s . Předpokládejme, že délka je n násobkem šířky s . Potom

$$R = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{l}{t \cdot s} = \rho \frac{n \cdot s}{t \cdot s} = \frac{\rho}{t} n$$

Podíl $\frac{\rho}{t}$ je odporem čtverce fólie, pokud odpor měříme mezi protilehlými stranami. Na délce strany čtverce nezávisí. Jednotkou je pouze ohm. V technické literatuře najdeme i označení ρ_{\square} .

Pokud si pořídíme kaptonovou fólii, bude prvním úkolem ověřit její povrchovou rezistivitu. Odstrihneme proužek 2 cm široký. Dvě elektrody s rovnou hranou ustříhneme z kontaktů ploché baterie nebo jiného plechu a přiložíme na proužek fólie 10 cm od sebe. Digitálním multimetrem změříme odpor R . Počet čtverců je právě 5, takže povrchová rezistivita

$$\rho_{\square} = 0,2 \cdot R$$



Obr. 2 Měření povrchové rezistivity

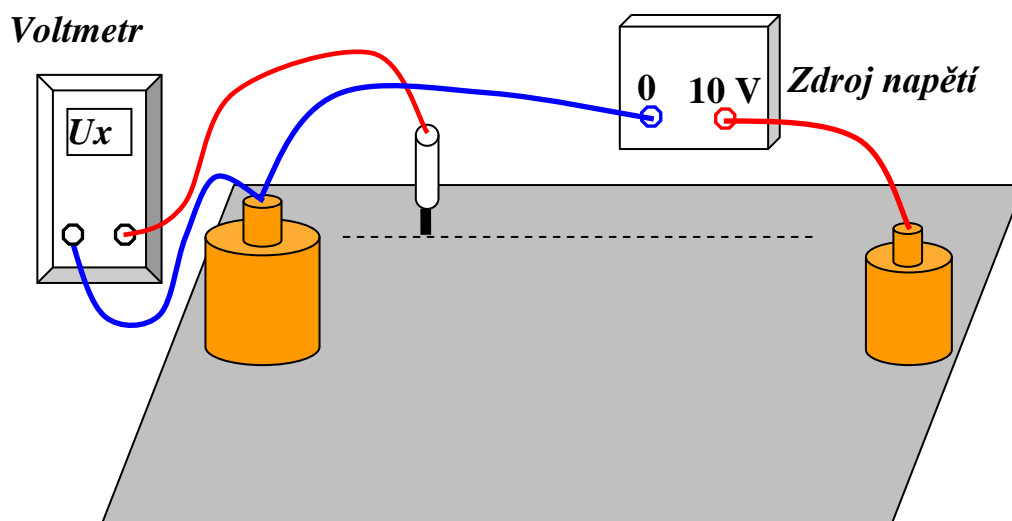
Měřit tloušťku fólie a počítat rezistivitu materiálu fólie není účelné, protože fólie není homogenním materiálem. Měření na vzorku fólie s nominální hodnotou povrchové rezistivity 100Ω na čtverec uvedeným postupem dalo zajímavou informaci:

$R = 304 \Omega$, $\rho_{\square} = 0,2 \cdot R = 0,2 \cdot 304 = 60,8 \Omega$. Výrobce jistě ví, co vyrobil, dodavatelé a prodejci někdy neví, co prodávají.

Vodivá kaptonová fólie je primárně určena pro vytápění, ohřev a temperování. Ve škole můžeme s použitím této fólie uskutečnit měření, dávající obraz rozložení potenciálu mezi dvěma elektrodami, položenými na fólii. Klasicky byla tato úloha zařazena do vysokoškolského praktika a studenti ji znali pod názvem *potenciálová vana*. S fólií je měření snadnější a méně náročné na vybavení.

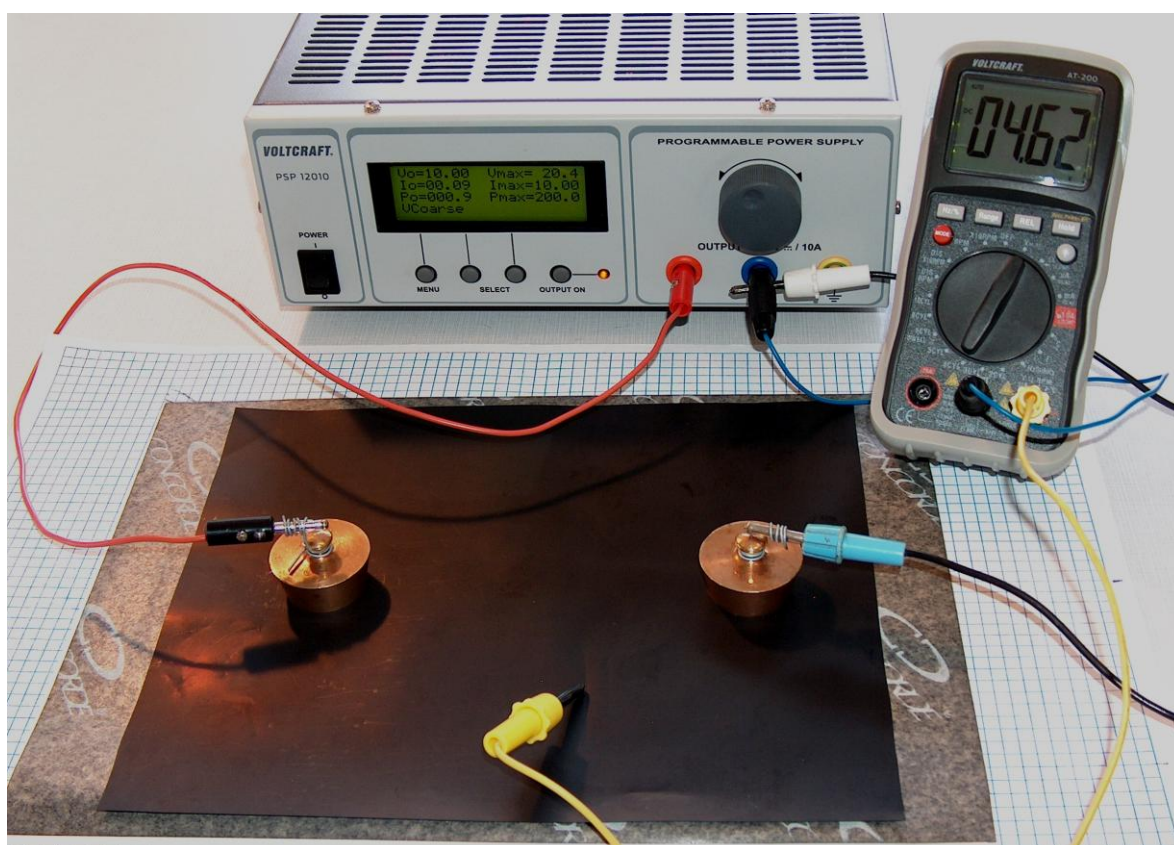
Pomůcky: fólie 20 x 25 cm, stejnosměrný zdroj $U = 12 \text{ V}$ nebo 10 V , arch čtverečkovaného kartonu, listy bílého papíru A4, uhlový papír (klasický kopírák), závaží 200 g, 100 g nebo také 500 g, multimetr a vodiče. Závaží opatříme kouskem vodiče, aby bylo možné na závaží připojit napětí ze zdroje.

Postup: na čtverečkovaný papír umístíme nejprve list papíru A4, na něj uhlový papír a navrch fólii. Vše zatížíme dvěma závažími, která tvoří kruhové elektrody. Připojíme zdroj napětí. Multimetr připojíme k elektrodě s napětím 0 V , banánkem druhého vodiče přejíždíme systematicky a bez velkého přtlaku mezi elektrodami. Vyhledáme místa se zvolenou hodnotou napětí a tam více banánek přitlačíme. Stopy na bílém papíru leží na jedné ekvipotenciální čáře.



Obr.3 Ekvipotenciální čáry

Sestava pro měření ekvipotenciálních čar může vypadat takto:

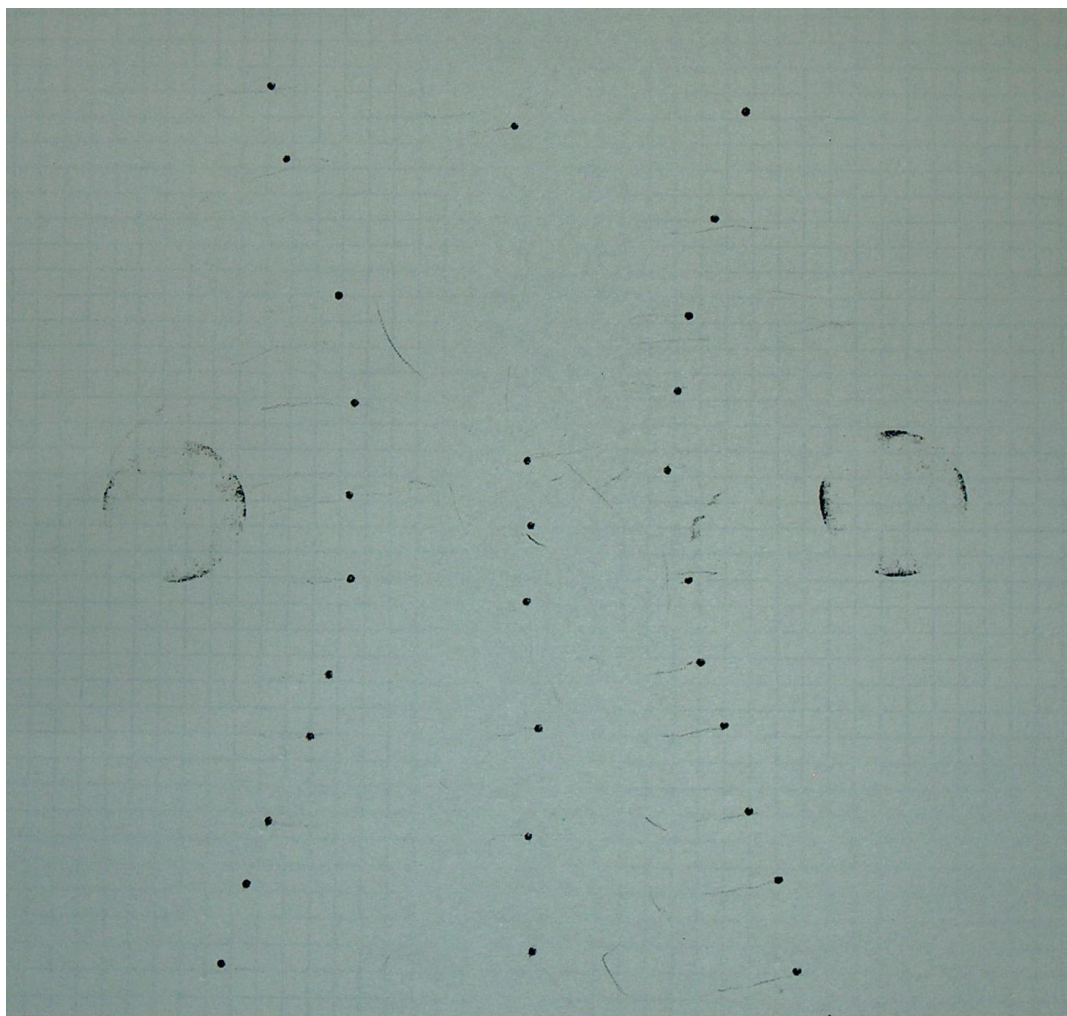


Obr.4 Sestava pro měření ekvipotenciál

Poznámka

Polohu elektrod přeneseme přitlačením a precizním pohybem osy závaží.

Bylo použito napětí zdroje 10 V a hledány ekvipotenciály $U_1 = 3 \text{ V}$, $U_2 = 5 \text{ V}$ a $U_3 = 7 \text{ V}$. Výsledek měření ukazuje očekávané průběhy:



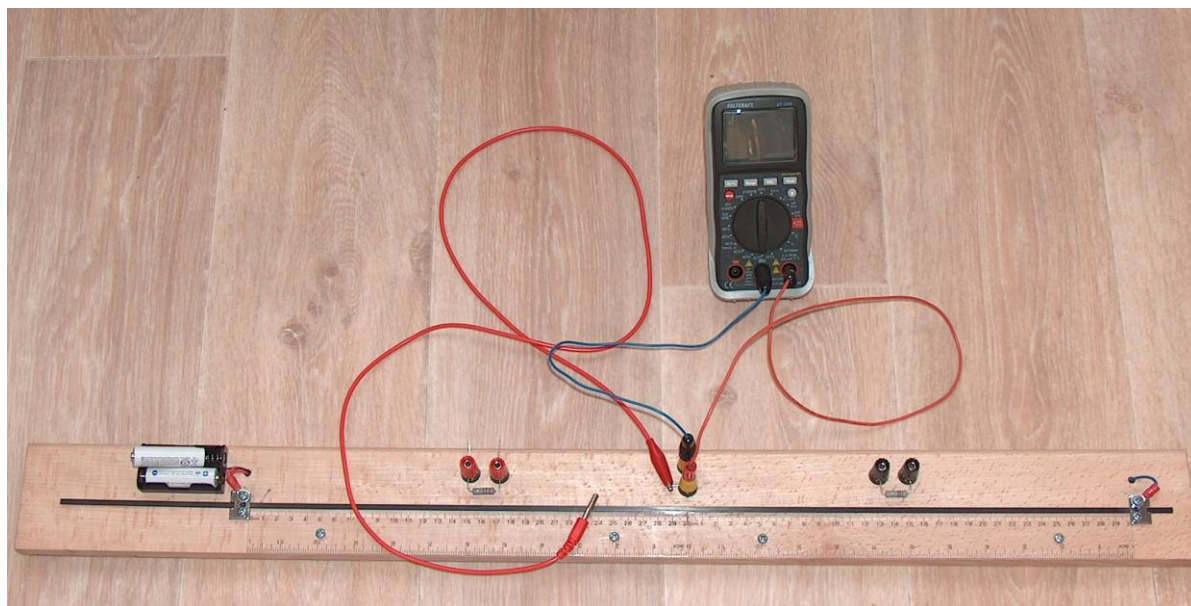
Obr. 5 Ekvipotenciály

Vlevo je stopa elektrody s napětím 10 V, vpravo stopa elektrody s napětím 0 V. Tvar elektrod nemusí být jen kruhový; v kabinetu fyziky najdeme i kovový hranol, půlkruh a jiné tvary.

Uhlíkaté profily

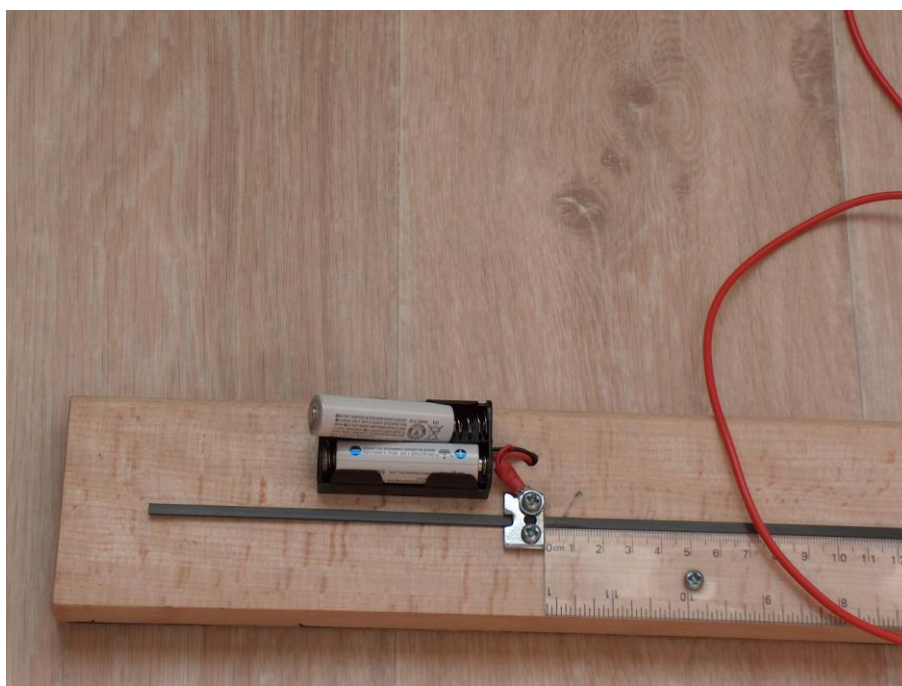
Pro měření byl zvolen plochý profil 0,5 x 3 mm, délka 1 m. Takové materiály nabízí prodejny potřeb pro modeláře a cena je přibližně 50 Kč. Uhlíkaté kompozitní profily obsahují podélně uspořádaná uhlíková vlákna s průměrem 5 až 8 tisícín milimetru a pojivem je polyesterová pryskyřice, epoxid nebo jiný tvrdý plast. Uhlíkaté profily jsou ve směru vláken pevnější než ocel a přitom mají hmotnost menší, než

stejný profil z hliníku. Pro měření související s elektrickými jevy jsou poněkud problematické. Lesklý povrch má vyšší rezistivitu než jádro s uhlíkovými vlákny. Má-li proud protékat vlákny, je třeba jemným smirkem lesklou vrstvu odstranit. Z tohoto profilu byl sestaven můstek pro měření odporu:



Obr. 6 Můstek

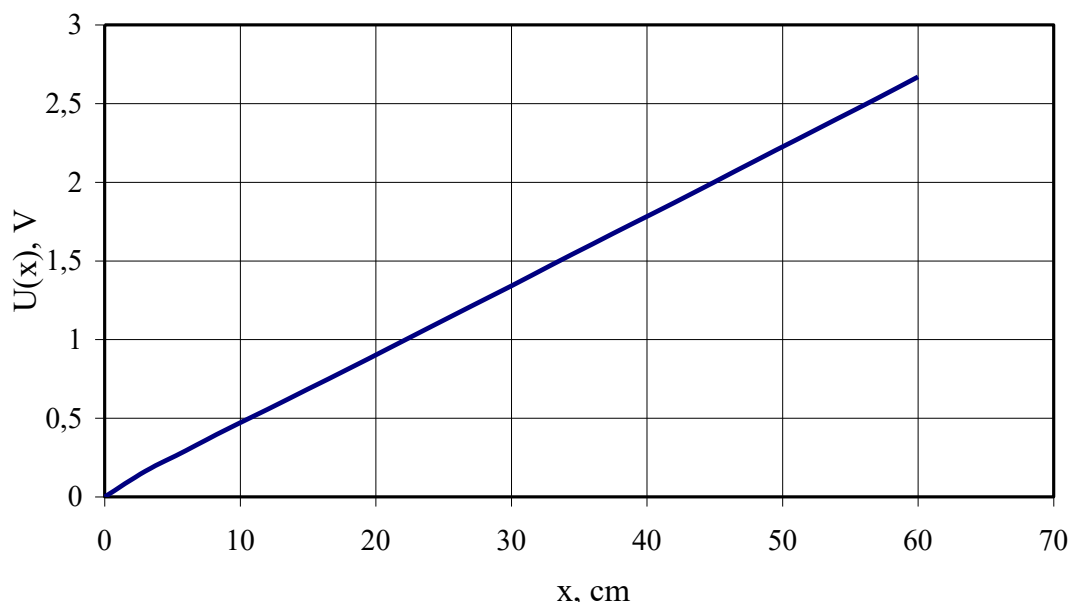
Napájení dvěma tužkovými články (alkalické akumulátorky) je podstatné pro déle trvající měření; odpor profilu je pouze $11,7\ \Omega$. Pokud neměříme, jeden článek zvedneme z pouzdra. Detail napájení a provedení kontaktu:



Obr. 7 Detail napájení a kontaktu

Pro můstek je důležitý lineární průběh napětí na profilu. Graf z tohoto měření potvrdil dobrou linearitu:

Závislost napětí na vzdálenosti



Klasický můstek měl v diagonále citlivý galvanometr. Zde je použit multimetr ve funkci voltmetru. Jeho vstupní odpor je $10\text{ M}\Omega$ a díky tomu nevádí odpor lesklého povrchu profilu. Jako normálový odpor R_n byl použit rezistor s odporem $270\ \Omega$. Nulové napětí ukázal multimetr v poloze hrotu $a = 18,4\text{ cm}$.

$$\text{Výpočet: } R_x = R_n \frac{a}{60-a} = 270 \frac{18,4}{41,6} = 119,4\ \Omega$$

Odpor R_x byl také změřen ohmmetrem s výsledkem $120\ \Omega$. Můstek je tedy použitelný, ovšem s jistou chybou měření. Je pouze pomůckou, na které lze dobře vysvětlit princip můstkového měření: napětí na profilu klesá lineárně a poměr délek a/b je stejný jako poměr odporů R_x / R_n . Chyba měření je způsobena přechodovým odporem v místech kontaktů. To se projeví nelinearitami u konců profilu (viz graf). Chybu lze zmenšit vhodnou volbou odporu R_n . Optimální hodnoty délky a jsou blízké 30 cm.

Literatura

- [1] http://www2.dupont.com/Kapton/en_US/assets/downloads/pdf/HN_datasheet.pdf
- [2] <http://web.elchemco.cz/ht-polyimid-kapton-folie.php>

Experimenty za všechny prachy, nebo raději jen za dvacku

TOMÁŠ JERJE

Základní škola Chrastava, Univerzita Hradec Králové

Abstrakt

Asi každý fyzikář ví, jak těžké je si do svého kabinetu fyziky pořídit novou pomůcku, případně demonstrační sadu. Toto tvrzení se stále opakuje, je sice pravdivé, ale stává se z něj již klišé. Pak učitel, který to myslí s fyzikou a žáky alespoň trochu dobře nezbyvá nic jiného, než se do výroby pomůcek pustit vlastními silami, porozhlédnout se po okolí a získat cit, že ne vše se musí vyhodit. V následujícím příspěvku bych rád ukázal, někdy spíše připomněl, jakými pokusy může učitel obohatit svou vyučovací hodinu.

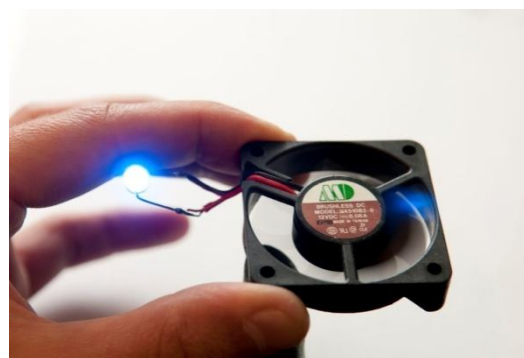
Větráček jako zdroj energie

Starý vyřazený větráček, který doposud sloužil jako aktivní chlazení, byl vyřazen z důvodu zvýšené hlučnosti, protože ložiska jsou již vyběhaná. Takto končí většina větráčků v odpadu, v lepším případě v elektroodpadu. Při tom může učitel a žákům ještě dlouhou dobu posloužit. V rámci výuky stejnosměrného proudu jako elektromotor, ale zároveň jako generátor stejnosměrného proudu.

Postup: Nejprve vyzkoušíme funkčnost ventilátoru tím, že ho připojíme na zdroj stejnosměrného napětí, ve většině případů nám bude postačovat plochá baterie 4,5V. Dále vyzkoušíme, jsme-li schopni ventilátor foukáním uvést do vyšších otáček. Pokud ano, ložiska jsou v takovém stavu, který nám umožní experimentovat. K vodičům připájíme LED diodu, nejlépe s nízkým příkonem (pozor na polaritu, jelikož LED dioda je polovodičová součástka, kterou protéká proud pouze v jednom, propustném, směru). Poté stáčí skrz lopatky ventilátoru foukat a sledovat, jak se LED dioda rozsvítí a její jas se bude měnit s rychlostí otáček lopatek ventilátoru, respektive s rychlostí procházejícího vzduchu.

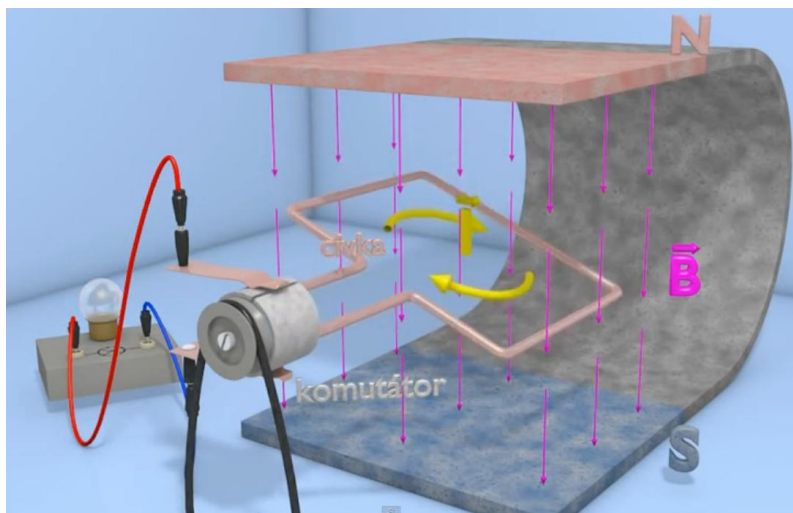


Obr. 1: LED připojená k ventilátoru



Obr. 2: Ventilátor jako zdroj el. energie

Vysvětlení: Dynamo je točivý elektrický stroj, který přeměňuje mechanickou energii z rotoru na elektrickou energii ve formě stejnosměrného elektrického proudu. Jedná se tedy o stejnosměrný elektrický generátor. Dynamo se skládá ze statoru tvořeného magnetem nebo elektromagnetem a rotoru s vinutím a komutátorem. Konstrukčně je tedy podobné stejnosměrnému elektromotoru používanému k opačnému účelu.



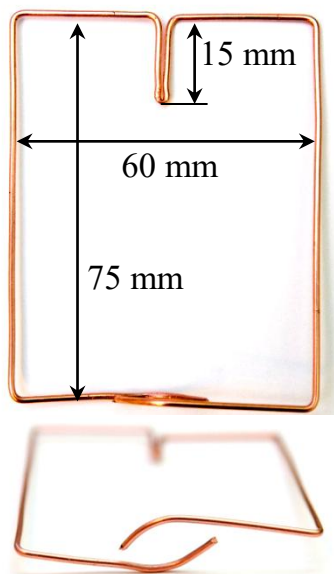
Obr. 3: Schéma dynama s permanentním magnetem [1]

Dynamo využívá principu elektromagnetické indukce. V případě, že je rovina pohybujícího se závitu cívky pootočená rovnoběžně na směr indukčních čar magnetu, protéká závitem maximální elektrický proud. Naopak žádný proud nepoteče v případě pootočení o 90 stupňů tedy, kdy je rovina závitu kolmá na směr indukčních čar. V tomto okamžiku dochází k přepólování komutátoru, který je tvořen dvěma od sebe izolovanými půlkroužky. Hodnota proudu se mění od nuly do maxima v průběhu jedné celé otáčky dvakrát.

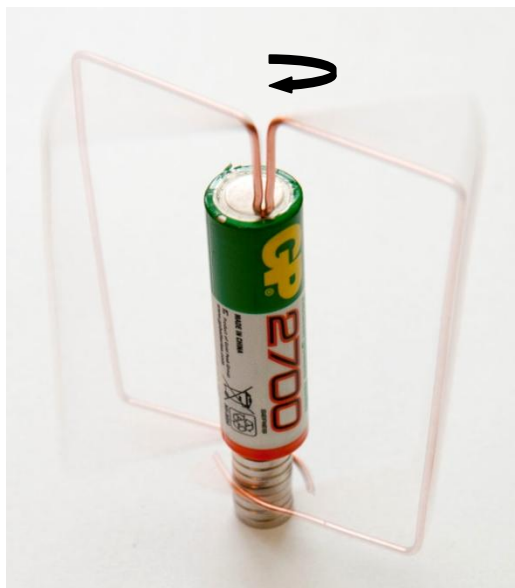
Stejnoseměrný elektromotor – jednodušeji to už nejde

Jak se chová vodič v magnetickém poli je možno demonstrovat pomocí stejnosměrného elektrického motorku. Vynálezce tohoto efektního pokusu není nikdo jiný, než samotný Michael Faraday, chemik a fyzik britského původu.

Postup: K výrobě pomůcky budeme potřebovat měděný drátek průměru 1-1,5 mm asi 30 cm dlouhý, neodymový magnet a nejlépe tužkovou baterii AA. Dle obr. 4 ohneme měděný drátek. Na kladný pól tužkové baterie umístíme neodymový magnet. Závit cívky postavíme na záporný pól baterie tak, aby se spodní část, kterou tvoří komutátor, dotýkala pouze zlehka magnetu. Pokud by byl přítlak velký, vznikne mezi magnetem a komutátory velké tření a vzniklá síla by nebyla dostatečná k roztočení cívky. Chce to krátké experimentování, které se posléze náležitě vrátí.

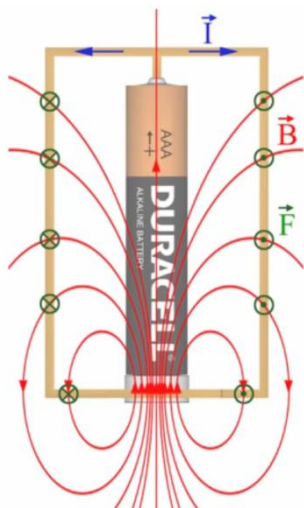


Obr. 4: Rozměry závitů cívky

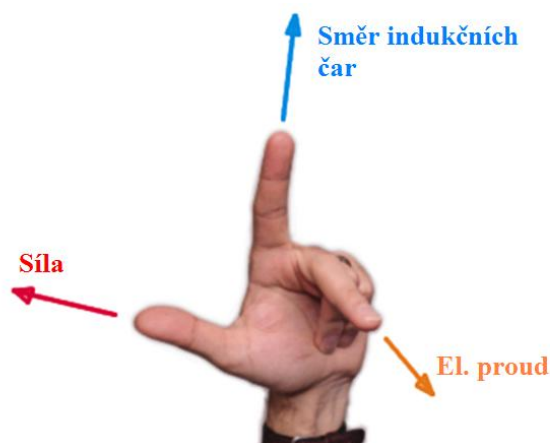


Obr. 5: Sestavený elektromotor

Vysvětlení: Princip stejnosměrného motorku je založen na působení magnetického pole na vodič (cívku), kterým protéká elektrický proud. Využívá se toho, že povrchovou vrstvou neodymového magnetu může procházet elektrický proud. Magnet zde tedy plní dvě funkce – vytváří magnetické pole s indukcí B a současně vodivě spojuje jeden pól monočláнку s druhým. Cívkou po umístění na baterii a při kontaktu komutátorů s magnetem začne procházet elektrický proud I (dle dohodnutého pravidla od kladného pólu k zápornému) obr. 6. Směr působící síly a otáčení závitů cívky určíme pomocí starého dobrého Flemingova pravidla levé ruky obr. 7. Výsledkem je rotace závitů cívky.



Obr. 6: Působící fyzikální veličiny [2]



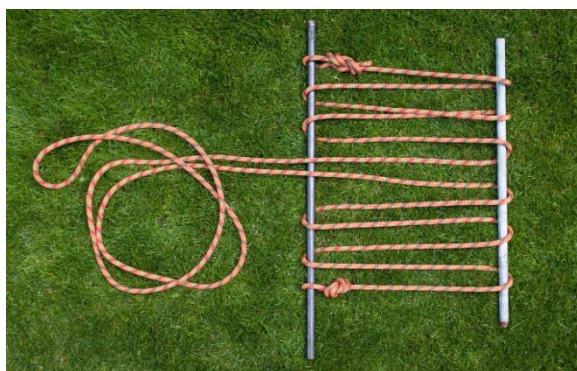
Obr. 7: Flemingovo pravidlo levé ruky

Kladkostroj

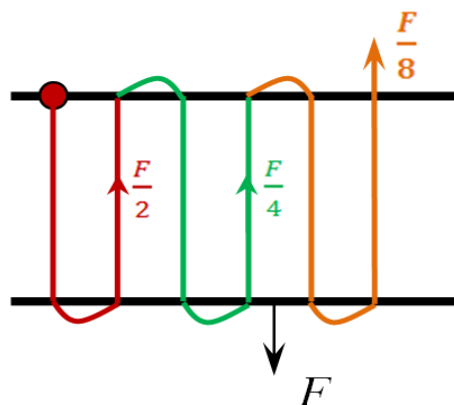
Jednoduché stroje je historie tisíce let stará. Již před více než 2000 lety vyzval syrakuský král Archiméda, aby ukázal, co jednoduché stroje dovedou. Řecký vědec vybudoval soustavu kladek a bez cizí pomoci vytáhl loď na břeh. Proto není divu, že člověk může vyhrát nad silou několika jedinců v přetahování, ale ne v ledajakém. Pro

experiment si bude potřeba vyrobit model soustavy volných kladek neboli kladkostroj.

Postup: Budeme potřebovat delší horolezecké lano (popřípadě tažné lano), dvě násady od košťat, ještě lépe dvě železné trubky nebo kulatiny asi 1 metr dlouhé. Každý konec lana pevně uvážeme na okraj trubky. Dle obr. 8 provlečeme lano, tím nám vznikne soustava pevných kladek. Poté stačí, aby se každý dobrovolník chytil jednoho konce trubky. Dvojice se snaží, aby se trubky dostaly od sebe. To se jim nevede, protože stačí relativně malá síla na volném konci lana, která dvojice nenechá vyhrát, a po chvíli jsou přitaženy k sobě.



Obr. 8: Uspořádání lana mezi trubkami



Obr. 9: Rozložení sil mezi trubkami

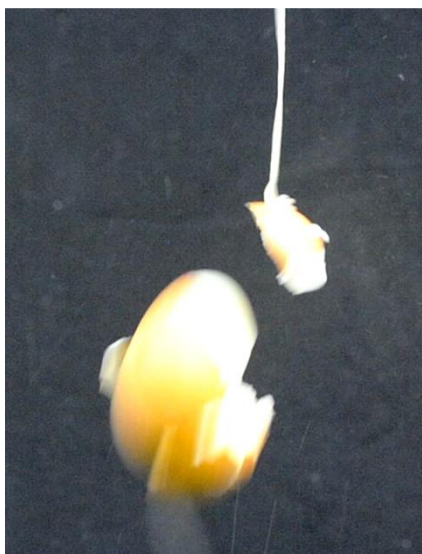
Vysvětlení: Z obrázku je patrné, že se jedná o dvojici soustav volných kladek. Dvojice je z důvodu, aby byly trubky při přibližování pokud možno „rovnoběžné“. Změřme se tedy pouze na jednu soustavu volných kladek. Z obrázku 9 je patrné, jak jednotlivé síly působí na lano mezi trubkami. Uvažujeme ovšem model, kde zanedbáváme tření mezi lanem a trubkami. Ve skutečnosti je tření velké a právě proto je horolezecké lano ideálním řešením společně s vyleštěným povrchem trubek. Při zanedbání tření bude síla, která je potřebná k přiblížení obou trubek, rovna jedné osmičtině tažné síly.

Pascalův zákon a vejce

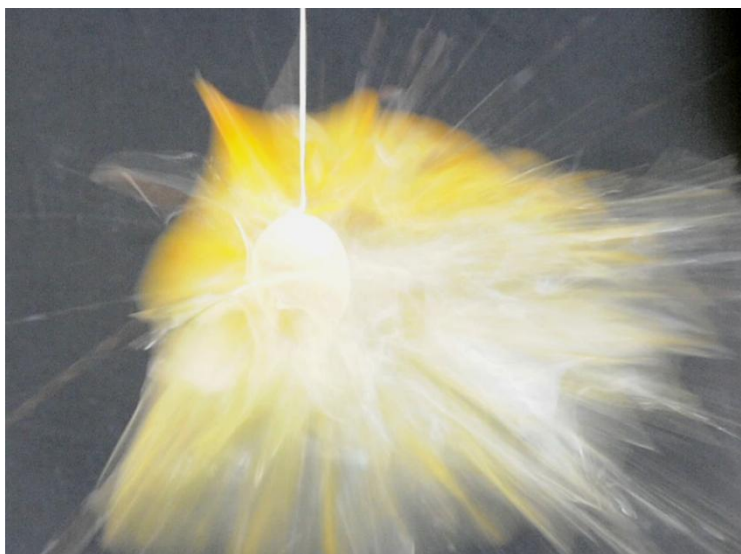
Pascalův zákon se dá demonstrovat několika způsoby, nejčastěji známe pokus s PET lahví, ve které jsou otvory, ze kterých začne po dostatečném stlačení láhve tryskat voda rovnoměrně ze všech děr. Popišme si ale efektnější a adrenalinovější pokus, který demonstruje platnost Pascalova zákona v kapalinách, který se dá provést tak, že na něj žáci jen tak nezapomenou (ověřeno praxí).

Postup: S trochou opatrností se dá provést i ve třídě, ale lépe je ho realizovat venku na vhodném a bezpečném místě. Budeme potřebovat syrové a uvařené vejce na tvrdo. K oběma vejcím připevníme tavnou pistolí dostatečně dlouhý provázek tak, abychom mohli vejce zavěsit (nejlépe na strom). Vzduchovou pistolí (vzduchovkou) se vši opatrností vystřelíme diabolku nejprve do vařeného a poté do nevařeného vejce. Pozorujeme, jak se od sebe lišily okamžiky, kdy diabolka zasáhla vařené a kdy syrové vejce. Učitel musí mít neustále na paměti, že se diabolka může po průstřelu vejcem odrazit

od zdi, země zpět k pozorovatelům. To lze zamezit lapačem za vejcem, kartonem z krabice případně střílet venku proti svahu.



Obr. 10: Vařené vejce



Obr. 11: Syrové vejce

Vysvětlení: Při střelbě proti vařenému vejci dojde k jeho průstřelu, tlak vyvolaný diabolkou je pouze lokální v místě průchodu diabolky. Vejce se rozdělí na dvě velké části. Tím se dá ukázat, že vlivem krystalové struktury pevných látek nedochází k přenosu tlaku jako v kapalinách a plynech. Jiný případ nastane při výstřelu na nevařené vejce. Tlak vyvolaný pronikající diabolkou se šíří kapalným obsahem uvnitř vajíčka a působí na celou plochu skořápky vejce. Stejným tlakem Tlak je natolik velký, že dojde k explozi celého vajíčka všemi směry. Můžeme si i všimnout, že obsah vajíčka se šíří kolmo na původní povrch skořápky. Pascalův zákon je potvrzen.

Abstrakt příspěvku do sborníku

Příspěvek popisuje zajímavé fyzikální pokusy, kdy náklady na jejich realizaci jsou minimální a nepřesahují částku 20 korun. Zároveň klade důraz na jednoduchost, názornost a poutavost těchto pokusů. Součástí příspěvku jsou návody pro žáky a učitele na jejich realizaci a objasnění jejich fyzikálního principu.

Klíčová slova: elektromotor, stejnosměrný proud, dynamo, kladka, Pascalův zákon

[1] Generátor stejnosměrného proudu (dynamo). In: *Youtube* [online]. 18. 08. 2014 [vid. 2012-01-10]. Kanál uživatele CyrArt cz. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=DSVBoVl4QBw#!>

[2] How to make a Homopolar motor. In: *Youtube* [online]. 15. 08. 2014 [vid. 2013-03-14]. Kanál uživatele BeforeAndAfterTV. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=xbCN3EnYfWU>

Následující příspěvek byl technickou vinou uveden ve Sborníku konference Veletrhu nápadů učitelů fyziky 19 v chybné verzi. V této opravené verzi je uveden příspěvek ve správném znění. Aby nedošlo ke změně číslování stran následujících příspěvků, je zde číslování stran přerušeno a příspěvek má vlastní číslování stran.

Editor Souhrnného sborníku konference Veletrh nápadů učitelů fyziky.

RNDr. Zdeňka Koupilová, Ph.D.

Několik projektů z tábora, tentokrát na téma „Kdo to za nás pracuje aneb energie kam se podíváš“

PETR KÁCOVSKÝ¹, JAROSLAV REICHL², ZDENĚK POLÁK³

¹Katedra didaktiky fyziky MFF UK, Praha, ²SPŠST Panská, Praha,

³Gymnázium Náchod

Príspevek predstavuje päť z celkom 22 projektů zpracovaných účastníky tradičního Soustředění mladých fyziků a matematiků, které je organizováno Matematicko-fyzikální fakultou UK a letos se uskutečnilo v areálu Horské chaty Radost v Plasnici v Orlických horách v termínu 19. července – 2. srpna. Jde o tyto projekty: Dálkové ovládání, Jaderné záření, Optické klamy, Přenos zvuku světlem a Vzduchové dělo.

Soustředění 2014 – generační výměna?

Dvoutýdenní letní Soustředění mladých fyziků a matematiků tradičně nabízí studentům ve věku 14 až 19 let bohatý odborný i mimoodborný program připravovaný týmem až 15 vedoucích, kterými jsou převážně studenti a zaměstnanci Matematicko-fyzikální fakulty, ale také učitelé ze školní praxe.

Studenti ve výše uvedené věkové kategorii se mohou soustředění zúčastňovat opakovaně, a tak bylo v minulých ročnících soustředění pravidlem, že z jeho přibližně čtyřiceti účastníků jich více než polovina jela na tuto akci podruhé, potřetí, ale například i pošesté. V letech 2012 a 2013 se s námi ovšem maturitou rozloučily početné „táborové“ ročníky a rok 2014 se tak stal rokem velké generační výměny – z 41 účastníků, kteří letos v červenci dorazili do Plasnice, jich 27 přijelo na toto soustředění poprvé. Omlazení osazenstva se částečně promítlo i do odborné části programu, a tak jsou níže představené projekty ještě o něco hravější, než tomu bývalo v letech minulých.

Tento příspěvek se zaměřuje pouze na jednu část odborného programu soustředění, informace o dalších částech odborného programu i o programu mimoodborném lze nalézt na webových stránkách soustředění [1], v příspěvcích minulých ročníků Veletrhu nápadů učitelů fyziky (např. [2]) či v příspěvku z mezinárodní konference ICPE-EPEC 2013 v Praze (anglicky, [3]).

Projekty

Hlavní součástí odborného programu je vlastní práce účastníků na projektech, během kterých studenti ve dvou- či tříčlenných skupinkách (event. stále častěji jako jednotlivci) zpracovávají pod vedením konzultanta z řad vedoucích vybrané téma. Dílčí výsledky své práce účastníci „obhajují“ v polovině soustředění na tzv. „minikonferenci“ před několikačlennou komisí a finální podobu projektů pak prezentují na konci soustředění při závěrečné konferenci před všemi účastníky.

V letošním roce byly aktivity odborného programu zastřešeny nosným tématem „Kdo to za nás pracuje aneb energie kam se podíváš“. Toto dostatečně široce rozkročené

téma umožnilo připravit účastníkům jak projekty velmi sofistikované, tak vyloženě hravé a nenáročné.

Účastníci si ze 44 nabízených projektů vybrali následujících 22 témat (tučně vyznačené projekty jsou podrobněji popsány dále v tomto příspěvku):

- Autíčko poháněné Peltierovým článkem
- Bazuka
- **Dálkové ovládání**
- Diferenciální geometrie křivek a ploch
- Enigma
- Filmové triky
- Fotoluminiscence
- Galvanické články
- **Jaderné záření**
- Letadla z papíru
- Modely motorů
- Navigace
- Neeuklidovská geometrie
- **Přenos zvuku světlem**
- Přibližné metody řešení rovnic
- Pythagorova věta
- Rakety
- **Reálné optické klamy**
- Slow motion
- Tajuplné světlo elektronek
- USB mikroskop
- **Vzduchové dělo**

Následují popisy vybraných projektů vycházející z dokumentace zpracované účastníky soustředění. Kompletní dokumentace některých projektů je dostupná na webových stránkách tábora [1].

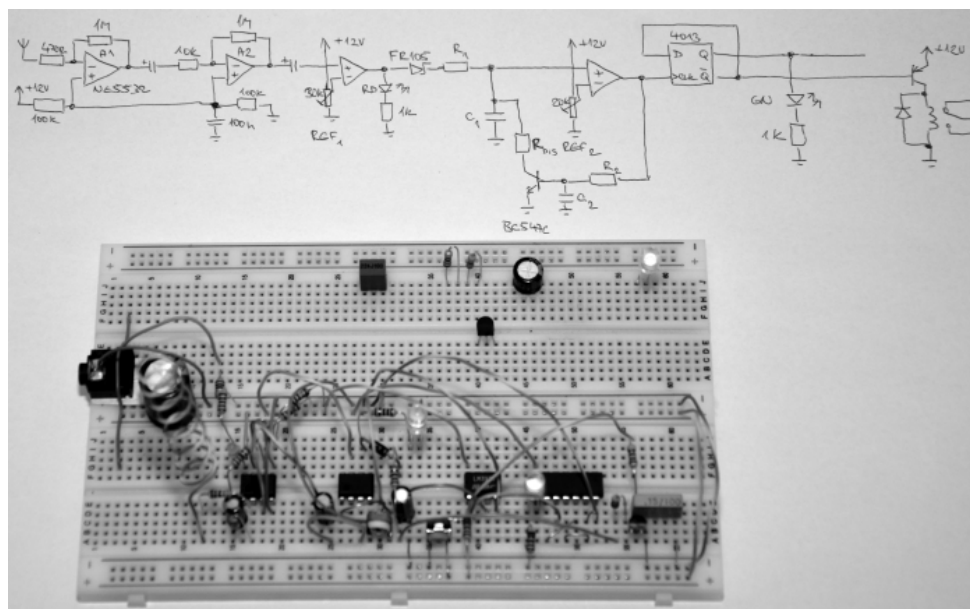
Dálkové ovládání

Cílem projektu Jiřího Ledvinky bylo sestavení přijímače přijímajícího signál z mobilního telefonu. Po příjmu signálu přijímač sepne připojený spotřebič (např. LED). Pokud bude přijímač prozvoněn mobilním telefonem podruhé, spotřebič se opět vypne. Řešení využívající mobilní telefon a signál fff je vzhledem k dostupnosti mobilních telefonů a signálu universální a má (v rámci planety) téměř neomezený dosah.

Zkonstruovaný zesilovač přijímá magnetickou složku signálu mobilního telefonu. Druhá vylepšená verze zesilovače je sestavena z dvojitého operačního zesilovače. Oba operační zesilovače jsou zapojeny jako invertující zesilovače o celkovém zesílení přesahujícím 1500. Za spirálovitou anténou zesilovače se nachází komparátor, který odstraňuje šum od signálu. Příjem signálu indikuje červená LED na výstupu komparátoru. Za komparátor je zařazen RC člen sériově zapojený se Schotkyho dio-

dou, dále bistabilní klopný obvod realizovaný obvodem 4013. Zařazený kondenzátor se nabíjí do té doby, než jeho napětí dosáhne překlápěcí úrovně klopného obvodu. V ten okamžik se zapíná spotřebič připojený k zesilovači. Tato metoda řešení zabraňuje náhodnému sepnutí spotřebiče (SMS zprávy, krátké prozvonění, ...).

Po ověření činnosti zesilovače na nepájivém poli (obr. 1) řešitel navrhl a vyrobil plošný spoj. Zesilovač pracuje s napájecím stejnosměrným napětím 12 V.



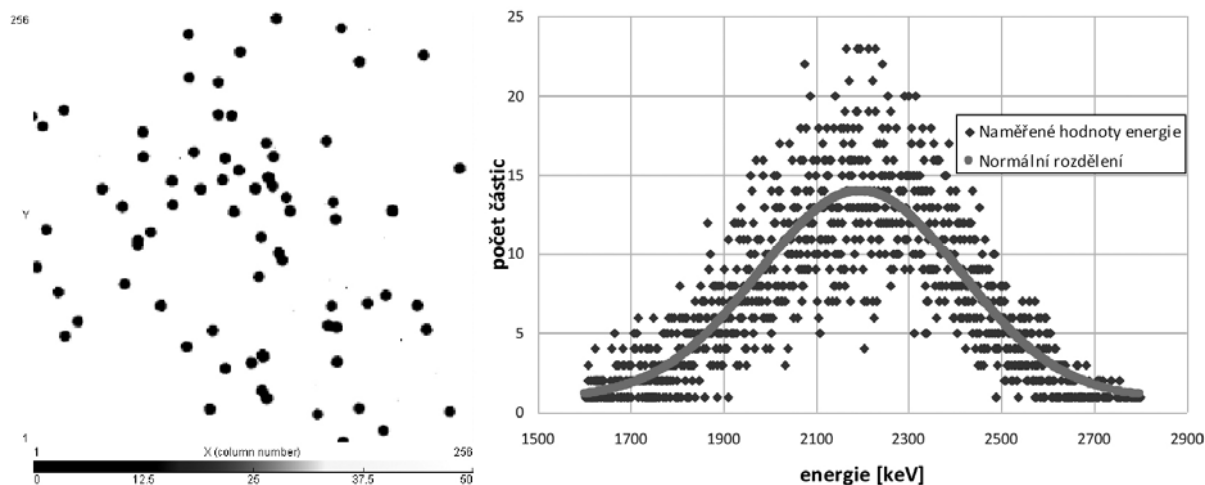
Obr. 1: Schéma zapojení a otestované zapojení na nepájivém poli

Jaderné záření

Jaderné záření studovali Martin Kaplan, Adam Tywoniak a Petr Vincena pomocí sady Jablotron MX-10 EDUKIT a softwaru Pixelman. Řešitelé studovali emitované záření v závislosti na druhu zářiče a prostorové vlastnosti svazku záření a detektoru. Zejména se zaměřili na statistickou analýzu dat získaných z histogramů energie pro alfa záření, které procházelo různě silnou vrstvou vzduchu. Výstupem jejich práce byly grafy vyjadřující závislost počtu a energie částic na vzdálenosti zářiče od detektoru a potvrzení tzv. Braggovy křivky pro alfa záření. Kromě toho zkoumali statistickou povahu radioaktivního rozpadu, zejména závislost rozptylu počtu částic na délce intervalu měření, resp. počtu detekovaných částic.

Princip částicová kamera je podobný funkci digitálního fotoaparátu: záření dopadá na čip z čistého křemíku, na kterém je absorbováno nebo jím prochází a při tom mu odezdá celou svou energii nebo její část. Tato deponovaná energie se projeví vznikem volného náboje, který je elektronicky zaznamenán a jeho velikost zpracována jako hodnota energie pro příslušný pixel. Stopa, kterou částice zanechá, závisí na druhu částice, její energii, kalibraci detektoru a dalších faktorech. Na snímcích vytvořených z naměřených dat jsou jasně odlišitelné stopy částic alfa, beta, gama a ojediněle zachycovaného kosmického záření. V levé části obr. 2 je zobrazen snímek záření ze školního zdroje záření (obsahuje ^{241}Am), v pravé části je rozdělení energie pro vzdá-

lenost 15 mm (data z programu Pixelman byla exportována do Excelu a v něm byly nalezeny parametry Gaussovy funkce).

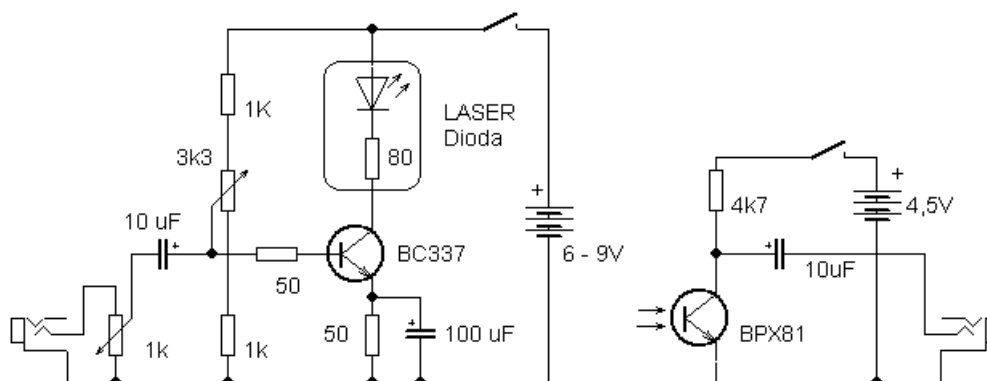


Obr. 2: Vlevo snímek záření ze školního zdroje záření, vpravo rozdělení energie

Zkoumání statistického charakteru radioaktivního rozpadu prováděli řešitelé také s mechanickým modelem: sada zrněk čočky, která byla z jedné strany označena fixem.

Přenos signálů světlem

Projekt Jana Levínského, Oty Frankla a Kateřiny Žilavé ověřoval možnosti přenosu akustického signálu pomocí světelného paprsku. Zdrojem světla byla laserová LED z obyčejného ukazovátka. Jako detektor byl použit fototranzistor připojený k zesilovači. Z levného laserového ukazovátka napájeného třemi knoflíkovými články byla vyjmuta laserová LED i s optikou. Je důležité ověřit, že máme k dispozici skutečně pouze LED, nikoli LED se stabilizačním obvodem. Ten je nutno vyřadit. Použitá dioda měla v sérii ochranný SMD odpor 80 Ω . Pracovní bod tranzistoru nastavíme tak, aby diodou protékal proud cca 20 mA. Napětí na diodě je přibližně 3 V. Při manipulaci s rozsvícenou LED dbáme na maximální ochranu zraku. Rozhodně se nepokoušíme zvýšit její výkon zvýšením proudu. Na vstup přivedeme signál ze sluchátkového výstupu přehrávače.



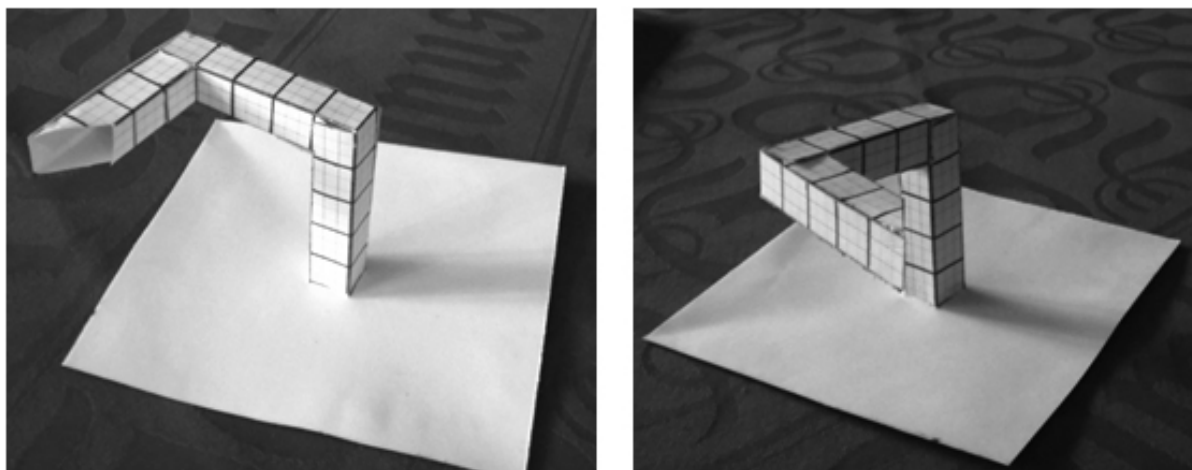
Obr. 3: Schéma zapojení vysílače a přijímače

Před fototranzistor přijímače předradíme spojnou čočku a do jejího ohniska fototranzistor citlivý na červenou barvu světla laseru z ukazovátka. Jako zesilovač je velmi výhodně použita bedýnka se zesilovačem od PC napájená plochou baterií.

Při praktickém vyzkoušení za slunného dne ve venkovním prostředí jsme docílili přenos na cca 100 m a dál to nezkoušeli. Je velmi obtížné nasměrovat správně vysílač a přijímač. Šíře stopy paprsku při vzdálenosti 100 m byla přibližně 20 cm.

Reálné optické klamy

Michael Staněk a Jan Dunder se zabývali konstrukcemi, které při pohledu z určitého úhlu mají jiné vlastnosti, než se zdá. Pracovali převážně s konstrukcemi vymodelovanými z tuhého papíru, návody na ně částečně čerpali na internetu, částečně používali konstrukce vlastní. Podařilo se jim vyrobit model Penroseova trojúhelníku (viz obr. 4), žlábek, po kterém se valí kulička zdánlivě do kopce, vytvořili model neexistující krychle (krychle je vidět jen ze správného úhlu pohledu), studovali různé typy Hermannových mřížek.



Obr. 4: Penroseův trojúhelník - běžný pohled a pohled pod správným úhlem

Vzduchové dělo

První zařízení, která vystřelují namísto projektilu pouze vzduchovou masu, se objevila v 70. letech, a to spíše jako rarita než jako skutečná zbraň. Za současného světového rekordmana je považováno vzduchové dělo sestavené Českou televizí pro pořad Zázraky přírody, které sestřelilo zeď z kartonových krabic na vzdálenost 100 metrů.

Cílem řešitele tohoto projektu Václava Luňáka bylo takové dělo v malém měřítku napodobit a zkoumat jeho vlastnosti. Pro konstrukci menších děl se velmi osvědčily kelímky od jogurtu s otvorem ve svém dně, přes jejichž ústí byla natažena gumová membrána získaná rozříznutím pouťového balónku (obr. 5). Tato membrána po napnutí a uvolnění přeměňuje svoji energii pružnosti na kinetickou energii vzduchu uvnitř kelímku, který je pak nucen proudit otvorem ve dnu kelímku ven. Tyto modely byly schopny sfouknout hořící svíčku na vzdálenost několika desítek centimetrů. Finální, největší zkonstruovaný model, již místo kelímku využíval plastový kbelík o objemu 5 l, membrána – zde již nepružná – byla tvořena materiálem pevného od-

padkového pytle a její natažení a následné vymrštění zajišťovalo pružné horolezecké lano. Tento model byl schopen sfouknout svíčku na vzdálenost větší než 1 metr.



Obr. 5: Vlevo vzduchové dělo z pořadu Zázraky přírody, vpravo malé kelímkové modely s membránou z balónku zhotovené na soustředění

Závěr a pozvánka na další ročník

Také v letošním roce přinesly dva týdny strávené na Horské chatě Radost mnoho originálních nápadů, zajímavých projektů, obohacujících chvil s matematikou či fyzikou, ale také nová či po roce oprášená přátelství a hlavně atmosféru, na kterou se nezapomíná.

Proto zveme všechny šikovné žáky ve věku od 14 do 19 let (tj. od těch, kteří již ukončili 8. ročník základní školy, až po ty, kteří mají těsně po maturitě) se zájmem o matematiku, fyziku, ale i spoustu dobré zábavy – přidejte se k nám! V příštím roce se bude soustředění konat v termínu od 18. 7. do 1. 8. 2015 na šumavském Zadově. Základní informace se během podzimu objeví na webových stránkách soustředění [1] a počínaje prosincem 2014 se zde již bude možné také přihlásit.

Literatura

- [1] Soustředění mladých fyziků a matematiků [online]. Dostupné z: <http://kdf.mff.cuni.cz/tabor> [cit. 25. 8. 2014].
- [2] Žilavý, P., Koudelková, V.: Pár věcí (nejen) z tábora 9. In: Veletrh nápadů učitelů fyziky XI, sborník konference, Olomouc, 2006.
- [3] Kácovský, P. et al.: The Summer Maths and Physics Camp. In: ICPE-EPEC 2013 Conference Proceedings, Praha, 2014. Dostupné z: <http://www.icpe2013.org/> [cit. 6. 8. 2014]

S termokamerou po stopách tepla

PETR KÁCOVSKÝ

Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova v Praze

V rámci příspěvku bude představeno několik krátkých názorných experimentů, které lze provést s pomocí termovizní kamery – ať už v učivu mechaniky či termiky.

Infračervené záření kolem nás

O objev infračerveného záření se v roce 1800 postaral při pokusech se světlem německý astronom sir Frederick William Herschel [1]. Zatímco světlo se z hlediska vlnových délek vměstná do intervalu několika set nanometrů, infračervené záření bývá nejčastěji vymezeno na jedné straně vysokoenergetickou vlnovou délkou 700 nm – blízké infračervené záření – a na straně druhé nízkoenergetickou vlnovou délkou 1 mm, kde neostře hraničí s mikrovlnami. Tento velký rozsah vlnových délek (více než tři řády!) vede obvykle k dalšímu, jemnějšímu dělení infračerveného záření [2]:

Tabulka 1: Přehled infračervených vlnových délek

oblast	vlnová délka
blízké infračervené záření	0,7 – 1,0 μm
infračervené záření – krátké vlny	1 – 3 μm
infračervené záření – střední vlny	3 – 5 μm
infračervené záření – dlouhé vlny	5 – 14 μm
infračervené záření – velmi dlouhé vlny	14 – 30 μm
vzdálené infračervené záření	30 – 1000 μm

Zdrojem infračerveného záření jsou všechna tělesa a vlnová délka emitovaných vln přímo souvisí s jejich teplotou. Zatímco záření o vlnové délce 1 μm je nejvíce emitováno tělesy o teplotě cca 2900 K, na vlnových délkách okolo 1 mm maximálně vyzařují tělesa, jejichž teplota se počítá v jednotkách kelvinů. Protože běžné teploty, které mají tělesa kolem nás (210 – 580 K), odpovídají dlouhovlnnému infračervenému záření, budeme se dále zabývat pouze jím.

Termografie (nejen) ve vzdělávání

Principem termografických měření, tj. bezkontaktních měření rozložení teplotního pole na povrchu těles, je detekce vysílaného dlouhovlnného infračerveného záření a následná vizualizace rozložení teplot pomocí barev na tzv. termogramu.

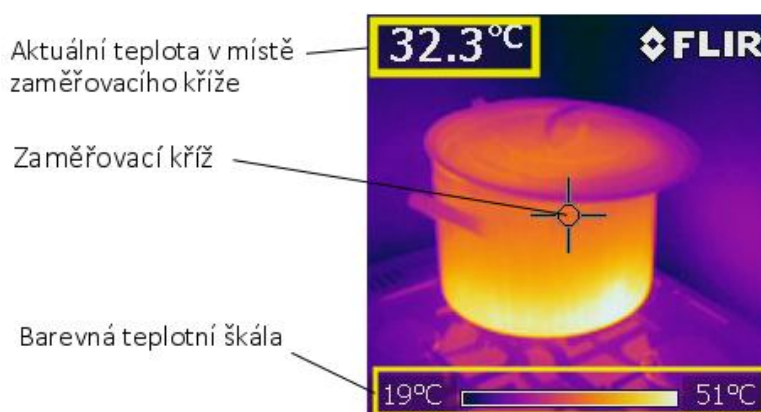
Ve svých prvopočátcích byla termografie využívána zejména k vojenským účelům, později (zejména díky společnosti FLIR Systems) začíná sloužit také vědě a průmyslu, ale nejen jím – v energetice dnes umožňují termovizní kamery např. odhalování nelegálních odběrů elektřiny, v kriminalistice zase vyhledávání pěstíren omamných

látek. S boomem tzv. zeleného bydlení se termovizní kamery častěji uplatňují také ve stavebnictví při hledání optimálních izolačních vlastností fasád, střešních krytin, okenních rámců apod.

Technologický vývoj a konkurence na trhu v poslední době stlačily cenu některých modelů termovizních kamer i na „podinvestičních“ 40.000 Kč, čímž se tato zařízení začínají v rámci evropských či státních grantů stávat zajímavým zbožím i pro vzdělávací zařízení – základní a střední školy, univerzity.

Termovizní kamera FLIR i7 a měření s ní

Pro snímání experimentů představených v tomto příspěvku byla využita termovizní kamera FLIR i7 s rozlišením 140x140 pixelů a citlivostí 0,1 °C [3]. Obr. 1 ukazuje obrazovku kamery během měření a její základní prvky.

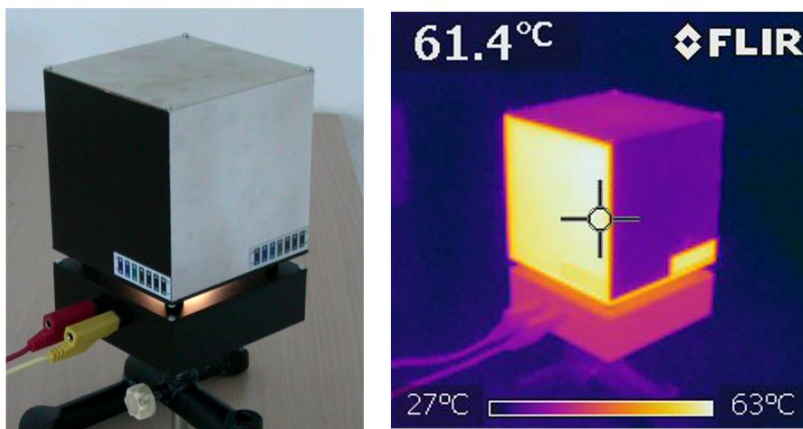


Obr. 1: Displej termovizní kamery FLIR i7 během měření

Velmi důležitá se ukázala schopnost kamery uzamknout zobrazovaný teplotní rozsah, tj. zařídit, aby barevná teplotní škála zůstala po celou dobu trvání experimentu neměnná (tj. aby daná barva odpovídala stále stejné teplotě). Pokud tuto možnost nevyužijeme, bude se škála automaticky přizpůsobovat maximální a minimální aktuálně snímané teplotě, takže v jednom okamžiku může žlutobílá barva znamenat teplotu např. 30 °C, zatímco vzápětí třeba i 100 °C, čímž by trpěla názornost experimentů.

Důležitým parametrem všech termografických měření je emisivita měřeného objektu, zjednodušeně řečeno poměr intenzity vyzařování reálného tělesa k intenzitě vyzařování absolutně černého tělesa o stejné teplotě [4]. Pro absolutně černé těleso (tj. takové, které veškerou dopadající energii pohlcuje), je emisivita rovna jedné, pro většinu matných předmětů – ale také vodu či led – se hodnota emisivity jedné blíží (často v intervalu 0,90 – 1,00). Problém představují lesklé povrchy, leštěné kovy apod., které mohou mít emisivitu dramaticky nižší (0,20 i méně) a velké množství záření odrážejí – termovizní kamery (přednastavené obvykle na emisivitu 0,95) pak detekují hlavně toto odražené záření, nikoliv vlastní záření předmětu, a udávají chybnou teplotu (obr. 2). Sledujeme-li tedy v rámci experimentu více různých předmětů, je třeba

zajistit, aby tyto měly přibližně stejnou (vysokou) emisivitu. Nejsnazší cestou je opatřit lesklé povrchy matným nátěrem.



Obr. 2: Na termofotografii vpravo jsou zachyceny zrcadlová a matně černá stěna Leslieho kostky (ta je ve viditelném spektru vlevo). Ačkoliv jsou obě stěny zahřáté na tutéž teplotu (cca 60 °C), zrcadlová stěna (vpravo) se díky své nízké emisivitě zdá být pro termokameru chladnější – odráží totiž tepelné záření okolní místnosti (cca 25 °C).

Experimenty s termovizní kamerou

Na rozličných webových stránkách (zejména anglicky psaných) lze dnes dohledat velké množství materiálů, které mohou být inspirací pro nové školní experimenty využívající termovizní kamery (např. [5]). Obvykle však jde o fotografie v infračerveném oboru, které pouze zachycují stav daného systému, statickou situaci. Cílem dále uvedených experimentů bylo naproti tomu zachytit tepelné děje, vývoj termodynamických systémů v čase.

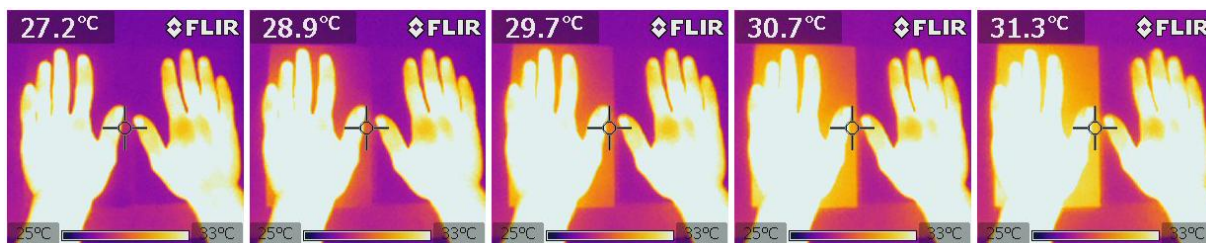
Pro tento účel byly vybrané děje natáčeny současně ve viditelném a infračerveném oboru (kamera FLIR i7 přitom neposkytuje možnost natáčení videí, pro získání infračerveného videa bylo tedy třeba klasickou kamerou kontinuálně snímat její displej). Výsledná dvojice videí zachycující tentýž jev pak byla formou tzv. PIP (picture-in-picture) sesazena do jediného videa, které umožňuje pohled na příslušný děj ve viditelném i infračerveném oboru zároveň.

Tepelná vodivost plastu a kovu

Pomůcky: termovizní kamera, kovová a plastová destička přibližně rozměru lidské dlaně (tip: v tomto experimentu použitá polypropylenová destička byla vyříznuta z desek kancelářského rychlovazáče)

Velmi jednoduchým experimentem si můžeme názorně přiblížit rozdíl mezi tepelným vodičem a izolantem. Položíme současně jednu dlaň na kovovou a druhou dlaň na plastovou destičku a po dobu cca 20 sekund sledujeme obě destičky termovizní kamerou. Zatímco kovová destička se za tuto dobu téměř rovnoměrně prohřeje, plastová zvýší svoji teplotu pouze v místě kontaktu s přiloženou dlaní – plast coby tepelný

izolant neumožní distribuci tepelné energie do okrajových částí destičky (obr. 3). Když ovšem budeme po sejmutí dlaní z destiček hledat jejich absolutně nejteplejší místo, vždy jej najdeme právě na plastové destičce – izolant téměř neumožňuje vedení tepla, teploty v něm se tedy nemají jak vyrovnávat.



Obr. 3: Tepelná vodivost vizualizovaná pomocí termovizní kamery – vlevo kovová, vpravo plastová destička

Přeměna kinetické energie na teplo

Pomůcky: termovizní kamera, polystyrenová destička (např. od balených sýrů), gumová palice

Přeměnu kinetické energie na energii potenciální či naopak předvedeme studentům velmi snadno, bohužel, v našem neideálním světě tento idealizovaný model nevysvětlí ani tak banální skutečnost, že kniha upuštěná na zem po svém dopadu zůstane bez hnutí ležet. V takových okamžicích se ve fyzice zaklínáme přeměnou kinetické energie na jakousi elastickou energii podložky a na teplo, ovšem ne vždy máme možnost toto tvrzení podložit na školní úrovni důkazem. Tento experiment může být za takový důkaz považován – je z něj zřejmé, že při každém úderu gumové palice do polystyrenové podložky se v místě impaktu zvyšuje teplota. Experiment lze provést i s obyčejným kladivem, pak je ale část tepla odvedena jeho kovovým tělem.

Volný pád

Pomůcky: termovizní kamera, polystyrenová destička, závaží 1 kg či těžší

Jde o lehkou variaci na předcházející experiment, jen namísto dopadů gumové palice na nevodivou podložku zkoumáme dopad závaží padajícího volným pádem. I zde dojde v místě impaktu k lokálnímu zvýšení teploty.

Tepelné účinky laseru

Pomůcky: termovizní kamera, polystyrenová destička, laser (v tomto experimentu 532 nm a 5 mW, ale stačí i slabší)

Nejeden fyzikář se ve své učitelské praxi setká během výkladu o laserových paprscích se zvědavou (a možná nějakým tím sci-fi filmem inspirovanou) otázkou, zda lze laserem či třeba laserovým ukazovátkem něco zapálit. Intuice studentům zřejmě říká, že koherentní světelný svazek by měl mít nějaké tepelné účinky, ale když si – třeba i silnějším laserem o výkonu 5 mW – posvítí na dlaň, žádný efekt necítí. To nás

ovšem jen mate naše tělo, resp. lidská kůže, která teplo rozvádí do okolí. Jestliže po-
svítíme laserovým paprskem na tepelný izolant, např. výše zmíněnou polystyrenovou
destičku, vzroste její teplota v místě dopadu paprsku během několika sekund řádově
i o desítky stupňů Celsia. Protože užíváme monochromatické světlo, můžeme tak
snadno vyvrátit mýtus, že tepelné účinky má pouze infračervená, nikoliv viditelná
komponenta elektromagnetického záření.

Indukční vaříč

Pomůcky: termovizní kamera, indukční vaříč, hrnec s vodou

Indukční vaříč můžeme uvést jako jeden z mnoha příkladů využití principu elektro-
magnetické indukce v praxi a v případě, že máme takový vaříč k dispozici, můžeme
jeho fungování předvést přímo ve třídě. Termovizní kamera nám pomůže ukázat, že
při použití tohoto vaříče zůstává jeho plotna studená (a to tak, že na ni můžeme polo-
žit ruku) a působením indukovaných proudů se zahřívá přímo dno hrnce s ohřívaným
pokrmem – a to dokonce i tehdy, když se hrnec plotny vůbec nedotýká, ale pouze je
v dosahu proměnného magnetického pole vaříče.

Závěr

V příspěvku bylo představeno pět experimentů využívajících termovizní kameru pro
sledování tepelných procesů. První čtyři z těchto experimentů lze provést i s termocit-
livou folií vhodného teplotního rozsahu. Podrobnější materiály ke každému experi-
mentu včetně jeho videozáznamu ve viditelném i infračerveném oboru se objeví
během září 2014 na webových stránkách [6].

Poděkování

Prezentovaný příspěvek byl podpořen v rámci řešení projektu GA UK, číslo 1860214.

Literatura

- [1] Jak bylo objeveno infračervené záření [online]. Dostupné z:
<http://fyzmatik.pise.cz/829-jak-bylo-objeveno-infracervene-zareni.html>
[cit. 8. 8. 2014].
- [2] Malý, P.: Optika. Karolinum, Praha, 2008.
- [3] FLIR i-Series Infrared Camera Comparison Chart [online]. Dostupné z:
<http://www.flir.com/thermography/americas/us/view/?id=54156&collectionid=601&col=54163> [cit. 9. 8. 2014].
- [4] Vollmer, M.; Möllmann, K.-P.: Infrared Thermal Imaging: Fundamentals,
Research and Applications. John Wiley & Sons, 2010.
- [5] Infrared Gallery [online]. Dostupné z:
http://www.pbslearningmedia.org/asset/ess05_int_irgallery/ [cit. 9. 8. 2014].
- [6] Sbírka fyzikálních pokusů [online]. Dostupné z: <http://kdf.mff.cuni.cz/pokusy/>
[cit. 10. 8. 2014].

Fyzika v oborech Gastronomie, Sociální činnost a Provoz a ekonomika dopravy

VĚRA KERLÍNOVÁ
SŠ Bohumín

Na základě výsledků akčního výzkumu probíhajícího na naší škole formou dotazníkového šetření od roku 2009 zaměřeným na zjišťování, které části fyziky jsou žáky v rámci jejich oborů považovány nejen za velmi zajímavé, ale i uplatnitelné v odborné praxi a ostatních odborných předmětech, byla na podzim roku 2011 poprvé vyhlášena soutěž Fyzika očima našich studentů.

Soutěž Fyzika očima našich studentů ve školním roce 2013/2014

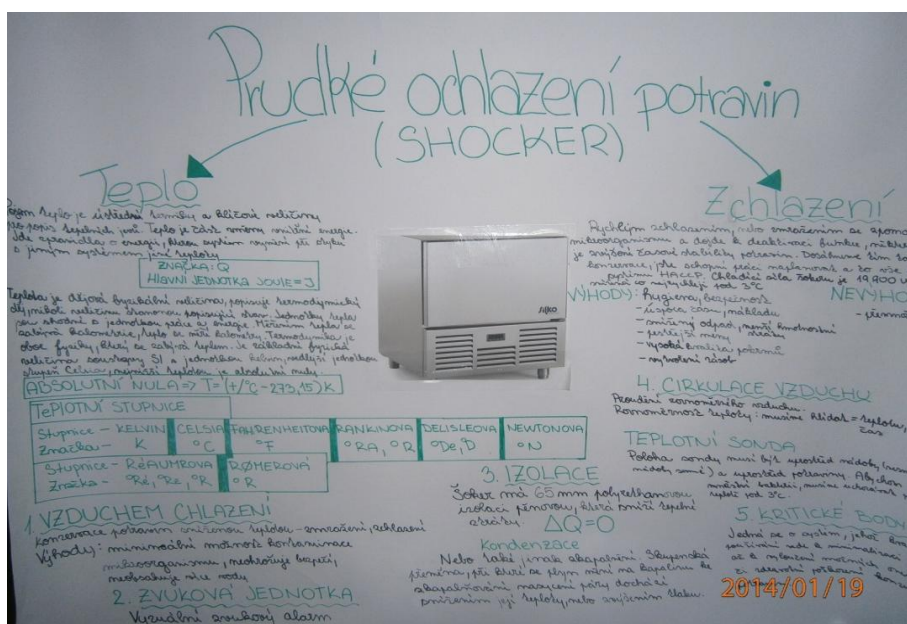
Soutěž Fyzika očima našich studentů, jejímž smyslem je umožnit žákům individuální pohled na řadu fyzikálních jevů a zákonitostí, a to jinou formou než psanou nebo ústní, byla v roce 2011 nejprve vyhlášena pro žáky technických oborů Mechanik-elektrotechnik a Provoz a ekonomika dopravy [1, 2]. Pro velký zájem žáků byla v roce 2013 nabídnuta účast v této soutěži i žákům netechnických oborů Sociální činnost a Gastronomie.

Gastronomie

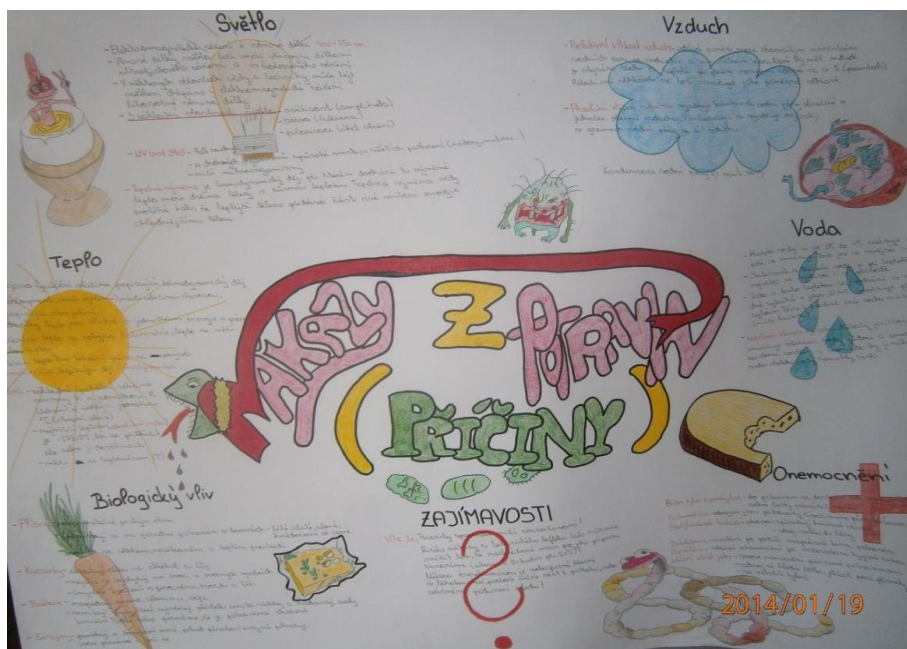
Výběr témat žáků oboru Gastronomie, kteří se soutěže Fyzika očima našich studentů účastnili poprvé, korespondoval s náplní učiva jejich odborných předmětů. Žáci se soustředili např. na fyzikální popis klasických i nových technologických zařízení gastronomických provozoven a jejich využití v praxi (obr. 1, 2), na dodržování hygienických zásad a norem při skladování a přípravě pokrmů (obr. 3). Prokázali také svou orientaci v sortimentu nápojů, ve fyzikálním principu jejich přípravy a podávání (obr. 4) a to vše v souladu s platnými technologickými normami a postupy.



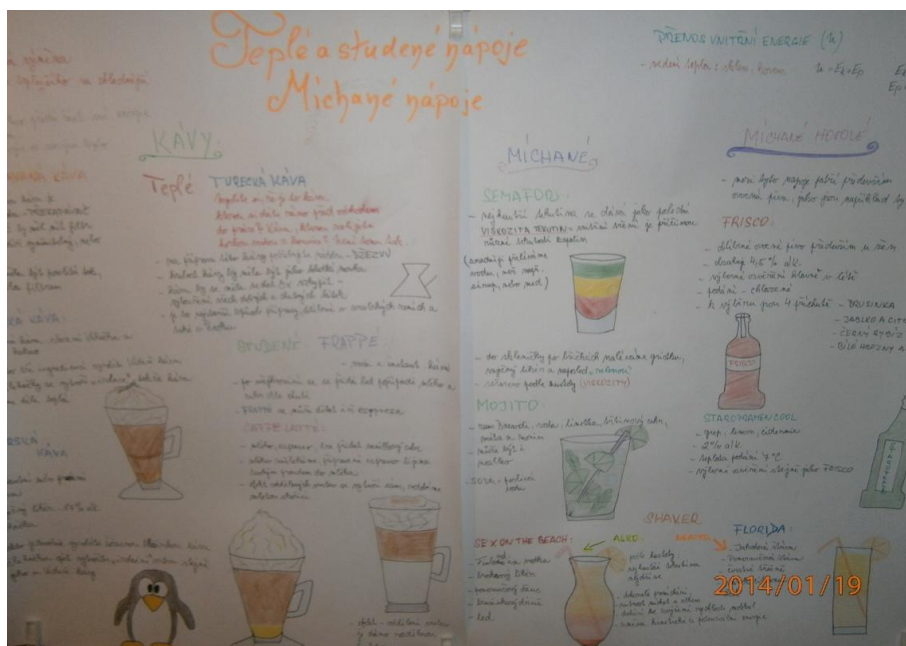
Obr. 1 Konvektomat, jeho princip, funkce a výhody (Adam Barbulák, GA2)



Obr. 2 Shocker, prudké ochlazení potravin, jeho princip a funkce (Nikola Hrušková, GA2)



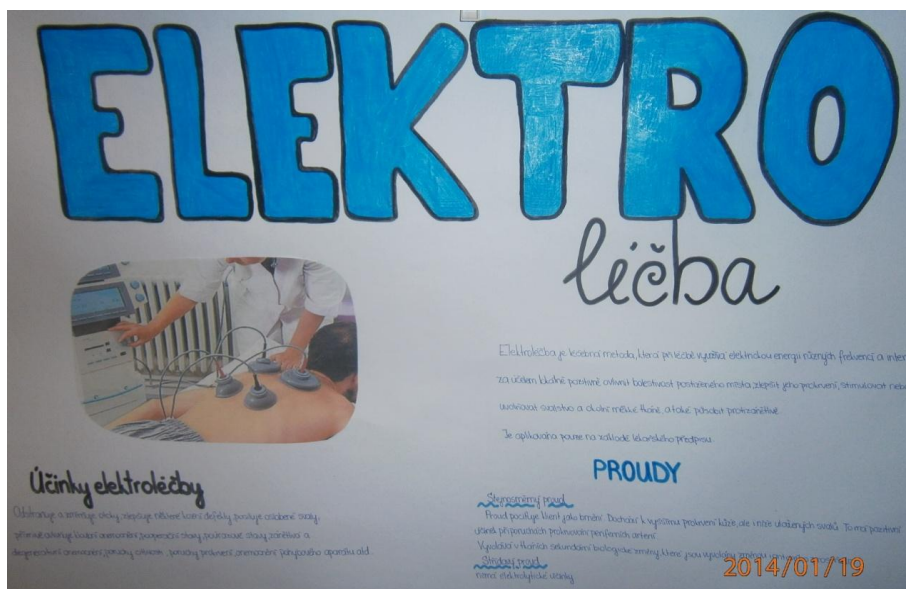
Obr. 3 Nákazy z potravin (Denisa Adamčíková, Alena Habernalová, GA2)



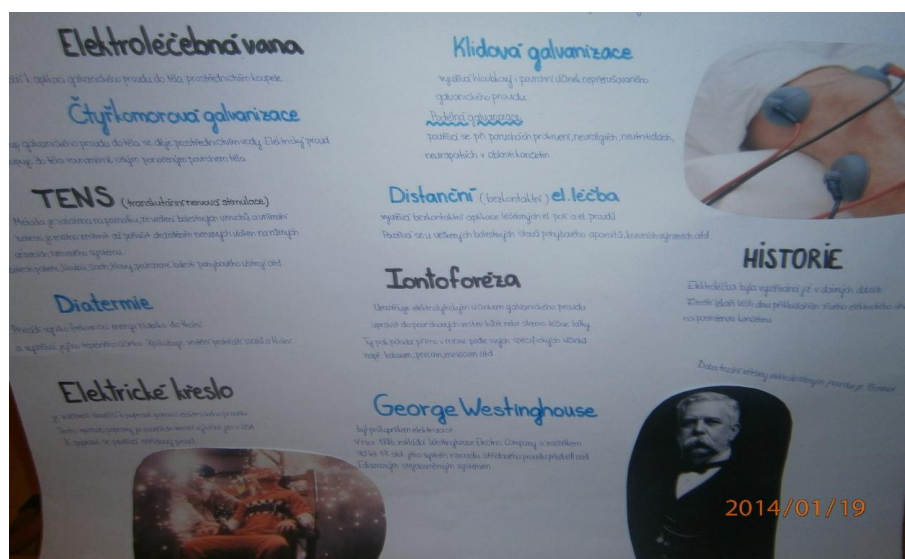
Obr. 4 Teplé a studené mícháné nápoje (Sára Vavříková, GA2)

Sociální činnost

Žákyně oboru Sociální činnost aplikovaly poznatky a znalosti z fyziky v rámci interdisciplinárních vztahů do předmětů Příčná péče a Ošetrovatelství, které jsou zaměřeny např. na objasnění fází ošetrovatelského procesu, sledování fyziologických funkcí a faktorů, které je ovlivňují, akutních potřeb nemocných, včetně mírnění jejich obtíží a následné rekonvalescence.



Obr. 5A Elektroléčba (Andrea Pištěková, SČ1)



Obr. 5B Elektroléčba (Andrea Pištěková, SČI)



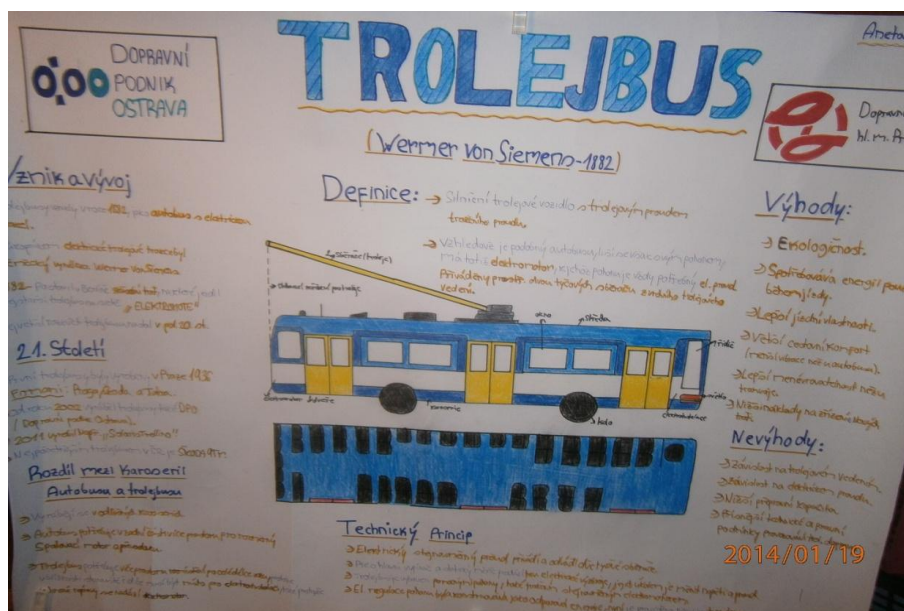
Obr. 6 Magnetická masáž (Kundriková, Minolová, SČI)

Provoz a ekonomika dopravy

Žáci oboru Provoz a ekonomika dopravy se pravidelně zaměřují na problematiku dopravních a přepravních prostředků, přičemž ve školním roce 2013/2014 dali přednost zejména dopravě železniční a městské hromadné dopravě.



Obr. 7 Elektrina ve službách železnice (Pavel Macura, PD2)



Obr. 8 Trolejbusová doprava (Aneta Jakusová, PD3)

Literatura

- [1] KERLÍNOVÁ, Věra. In: *Sborník příspěvků: Národní konference doktorského studijního programu Teorie vzdělávání ve fyzice*. Hradec Králové: Univerzita Hradec Králové, 2013, s. 116-120.
- [2] KERLÍNOVÁ, V., MECHLOVÁ, E., KONÍČEK, L. *Soutěž jako aktivizující prvek ve výuce fyziky na SOŠ*. In: *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6*. Kašperské hory, 2013.

Ukázka několika zajímavých úloh z FYKOSu

KAREL KOLÁŘ A KOL.

*Fyzikální korespondenční seminář pořádaný Matematicko-fyzikální fakultou
Univerzity Karlovy v Praze*

Abstrakt

Příspěvek nejprve zmíní některé novinky, které ve FYKOSu za poslední rok nastaly a akce, které se plánovaly v okamžiku začátku Veletrhu. Následuje ukázka několika úloh z 27. ročníku FYKOSu (školního roku 2013/14).

Novinky ve FYKOSu

Informace jak fungují korespondenční semináře můžete nalézt v příspěvcích z minulých let Veletrhu nápadů učitelů fyziky, které lze nalézt i na stránkách FYKOSu s prezentacemi [1]. V tomto příspěvku vás seznamujeme pouze s novinkami o FYKOSu.

TSAF do Německa [2] a DSEF [3]

Mimořádnou akcí, kterou FYKOS letos pořádá, je Týden s aplikovanou fyzikou (TSAF), který proběhne formou poznávacího zájezdu v termínu 11. až 17. listopadu 2014 po Německu. Účastníci navštíví mnoho zajímavých míst z hlediska fyziky a techniky v Hamburku, Berlíně a Mnichově. Největšími cíli cesty jsou DESY, ASDEX-Upgrade a Deutsches Museum.

TSAF bude začínat Dnem s experimentální fyzikou (DSEF). Tento školní rok tedy nebude DSEF jako obvykle na jaře, ale již 11. listopadu.

Termíny dalších akcí

V době sepisování článku probíhají přípravy na podzimní soustředění FYKOSu, které bude probíhat 4. – 12. října 2014 v Obůrce. Samozřejmě se bude jako obvykle pořádat i jarní soustředění, ale zatím není znám jeho termín.

Již jsou známy termíny obou jednorázových týmových soutěží, které FYKOS pořádá. Fyziklání online [4] bude 4. prosince 2014 od 17.00 SEČ. 9. ročník FYKOSího Fyziklání [5], které bude jako obvykle v Praze, se bude konat 13. února 2014, tj. den po Jednom dni s fyzikou, který pořádá MFF UK.

Struktura semináře

V rámci MFF UK se k 1. 1. 2014 osamostatnil seminář Výpočty fyzikálních úkolů. V souvislosti s touto změnou došlo k rozdělení všech akcí FYKOSu. Výfuk v současnosti organizuje akce pro základní školy, tedy například i Náboj Junior, původně MFnáboj. Výfuk má již své nové webové stránky [6].

Ukázka úloh z 27. ročníku FYKOSu

Zadání aktuálních úloh semináře lze nalézt na stránkách FYKOSu [7]. Stejně tak je zde i archiv brožurek jednotlivých sérií semináře a ročenek [8] a možnost fulltextového vyhledávání v zadání úloh [9].

Nezastavitelný terminátor [10]

Zadání

Jak rychle se pohybuje hranice světla a tmy (terminátor) na povrchu Měsíce? Je možné utíkat před tmou, když jste na rovníku?

V čem je úloha zajímavá

Předně je zajímavá už zjištěním toho, že terminátor není jenom robot z budoucnosti, který přišel buď zničit či zachránit lidstvo, ale jedná se o fyzikální pojem.

Dále je potřeba se zamyslet nad tím, jak rychle vůbec Měsíc rotuje a jak rychle se na něm střídá noc a den. Rozlišujeme více možných dob rotace Měsíce. První z nich je rotace kolem vlastní osy vůči vzdáleným hvězdám – siderická doba (27,32 dne). Nicméně ta není pro nás v tuto chvíli moc zajímavá, protože chceme znát rychlost pohybu terminátoru a tedy dobu, která se označuje jako synodická ($T = 29,53$ dne). Jde o dobu, za kterou se vystřídají fáze Měsíce a tedy dobu, za kterou "terminátor" oběhne Měsíc. Pokud zanedbáme sklon Měsíční osy (ta se od roviny ekliptiky odchyluje o $88,5^\circ$ a ne o 90° – takže v polární oblastech náš výpočet fungovat moc dobře nebude, ale kolem rovníku půjde o velice dobrý odhad), pak stačí určit délku rovnoběžky a z podílu této délky a synodické doby dostáváme rychlost pohybu terminátoru na dané rovnoběžce. Pro výpočet délky rovnoběžky uvažujeme, že Měsíc je kulatý s poloměrem R a z její zeměpisné šířky φ .

$$d(\varphi) = 2\pi R \cos \varphi \Rightarrow v(\varphi) = \frac{2\pi R}{T} \cos \varphi$$

Pro rovník nám tedy vychází $v(0^\circ) = \frac{2\pi R}{T} = 4,3 \text{ m s}^{-1} = 15,4 \text{ km h}^{-1}$. To je rychlost, kterou se dá relativně dobře běžet, alespoň na Zemi. Na Měsíci by mohl být problém se skafandrem, nezvykem na nižší tíhové zrychlení apod.

Závěrem poznamenejme, že ani na Měsíci není tak ostré rozhraní jako v animovaném seriálu, který tuto úlohu inspiroval. Sice na něm není přítomná atmosféra, ve které dochází k disperzi, ale i tak má například Slunce nenulový úhlový rozměr nad povrchem Měsíce.

Bublina v ropovodu [11]

Zadání

Máme malou kulatou bublinku plynu v kapalině, která teče nějakou rychlostí vodorovným potrubím. Jak se změní její rozměry, když se dostane do místa, kde je potrubí

zúžené? K čemu se to dá využít, nebo naopak kde to dělá problémy? Uvažujte laminární proudění.

V čem je úloha zajímavá

Tato úloha je zajímavá už kvůli tomu, že na otázku, jestli se bublinka v místě zúžení zvětší, či zmenší, odpoví pravděpodobně špatně. Nejspíše si bez dlouhého uvažování řeknou, že v zúžení by se měla bublinka zmenšit, možná i kvůli tomu, že tam bude vyšší tlak. Nicméně pokud se podíváme na rovnici kontinuity pro nestlačitelnou kapalinu a Bernoulliho rovnici, dospíváme k tomu, že tlak v místě zúžení bude nižší.

$$Sv = S_0v_0 \Rightarrow v = v_0 \frac{S_0}{S}$$

$$\rho \frac{v^2}{2} + p = \rho \frac{v_0^2}{2} + p_0 \Rightarrow p = \rho \frac{v_0^2}{2S^2} (S^2 - S_0^2) + p_0$$

(v je rychlost kapaliny v zúžení, v_0 je rychlost před zúžením, S je průřez v zúžení, S_0 je průřez před zúžením, p je tlak v zúžení, p_0 tlak před a ρ je hustota kapaliny)

Pokud bude tlak v zúžení nižší, pak se bude bublina v místě zúžení zvětšovat místo toho, aby se zmenšovala.

Pokud na úloze pracujeme dále, pak se za pomoci stavové rovnice, v nejjednodušším případě pro ideální plyn, pak můžeme dojít i k relativně přesnému vztahu závislosti poloměru na průřezu potrubí.

(Ne)užitečnost tohoto jevu se může projevat i v lidském životě. Například by mohly bubliny způsobovat problémy pro dopravě ropy, zemního plynu či vody. Také může být problematická bublinka v krevním řečišti v lidském těle. Naopak pozitivní může být, že tento jev nám pomáhá při rozprašování sprejů do aerosolu.

To pravé gravitační zrychlení [12]

Zadání

Faleš chtěl v Praze (V Holešovičkách 2 v přízemí) určit hodnotu *gravitačního* zrychlení z experimentu, kdy pouštěl kulatý míček z výšky pár metrů na Zemi. Rozmyslete si, jaké korekce musel při zpracování měření zahrnout. Poté navrhnete vlastní experiment na stanovení gravitačního zrychlení a diskutujete jeho přesnost.

V čem je úloha zajímavá

Úloha je zajímavá tím, že přiměje řešitele k úvahám, co všechno ovlivňuje tak jednoduchý experiment, jako je volný pád tenisového míčku. Je pravdou, že velká část těchto parametrů jsou efekty vyšších řádů a nemají obvykle měřitelný vliv. Nicméně u velice přesných experimentů, které měří některé veličiny na mnoho platných cifer, mohou být tyto vlivy značně rušivé a experimentátor s nimi musí počítat.

Co všechno je potřeba uvážit, abychom se dostali co nejbližší skutečné hodnotě **gravitačního zrychlení** v daném místě?

- Techniku měření času "volného pádu" – pokud se spolehneme na měření pomocí stopky, pak se může jednat i o nejsilnější vliv na experiment. To můžeme však vylepšit například tím, že budeme měřit pád pomocí dvou optických závor. Pokud bychom měřili čas s chybou 0,2 s, pak u pádu řádově z jednoho metru docházíme k chybě kolem 50 %.
- Rotující Země je neinerciální soustava – měřit zde budeme tíhové zrychlení, která je výslednicí gravitační a odstředivé síly.
- Vztlková síla vzduchu – dokonce nebudeme nejspíš ani měřit přímo tíhové zrychlení, ale v průběhu pádu v atmosféře na míček bude působit vztlková síla. Současně nám přítomnost vztlkové síly působí problémy při velké části metod vážení tělesa a je potřeba provést korekci na to, abychom získali skutečnou hmotnost.
- Odpor vzduchu – stejně jako v předchozím případě, pokud bychom míček neumístili do vakua, tak nám měření bude "kazit" atmosféra, a to i odporem vzduchu v průběhu pádu.
- Gravitační vlivy jiných těles – ve Sluneční soustavě jsou další tělesa jako Slunce, Měsíc, Jupiter a další planety, které mají na měření vliv, i když relativně zanedbatelný.
- Proměnnost gravitačního zrychlení na výšce nad Zemí – jednak bychom pro účely teoretického výpočtu měli znát relativně přesnou vzdálenost daného místa od těžiště Země a také z hlediska experimentu nebude zcela stejné v průběhu pádu. Stejně tak bychom pro teoretický výpočet potřebovali znát relativně přesně hmotnost Země (či součin hmotnosti Země a gravitační konstanty).

Literatura

- [1] Prezentace a texty o FYKOSu: <http://fykos.cz/prezentace>
- [2] Týden s aplikovanou fyzikou: <http://tsaf.cz>
- [3] Den s experimentální fyzikou: <http://dsef.cz>
- [4] Fyziklání online: <http://online.fyziklani.cz>
- [5] FYKOSí Fyziklání: <http://fyziklani.cz>
- [6] Výpočty fyzikálních úkolů: <http://vyfuk.fykos.cz>
- [7] Zadání aktuální série FYKOSu: <http://fykos.cz/zadani>
- [8] Archiv sérií a ročenek FYKOSu: <http://fykos.cz/ulohy/archiv>
- [9] Vyhledávání v zadání úloh: <http://fykos.cz/ulohy/vyhledavani>
- [10] 27-I-2. – nezastavitelný terminátor: <http://fykos.cz/rocnik27/reseni/reseni1-2.pdf>
- [11] 27-I-3. – bublina v ropovodu: <http://fykos.cz/rocnik27/reseni/reseni1-3.pdf>
- [12] 27-IV-P – to právě gravitační zrychlení: <http://fykos.cz/rocnik27/reseni/reseni4-5.pdf>

K čemu se hodí stará dobrá žárovka, aneb fyzikálně nostalgické ohlédnutí za jedním zajímavým technickým zařízením

PAVEL KONEČNÝ

Přf, Masarykova univerzita, Brno

Abstrakt

Žárovka je z hlediska fyzikálního principu funkce relativně jednoduché technické zařízení. K efektivní výrobě vlákna žárovky, zejména té klasické na síťové napětí, je však zapotřebí sofistikované technologie. V současné době je žárovka na prudkém ústupu, z velké části v důsledku legislativních opatření. I když možnosti jejího dalšího vývoje vzhledem k vyšší účinnosti zcela vyčerpán nebyl, ve srovnání s jinými fyzikální principy generování fotonů z viditelného oboru je tepelný zářič z hlediska účinnosti jako zdroj viditelného světla neperspektivní. Ale tam, kde je zapotřebí nahradit slunce nejen v jeho světle, ale i tepelném záření, (chovatelství), tam jsou úsporné zářivky a LED svítidla k ničemu. Nadšení z nových úsporných zdrojů světla nebývají zpravidla ani ti výtvarníci a grafici, kteří ještě netvoří pomocí počítače. Klasická žárovka je docela zajímavá z hlediska školské fyziky. Představuje totiž velmi levnou, na podtlak odolnou průhlednou komůrku se dvěma elektrickými průchodkami, kterou je možné ji využít k pokusům s elektrickými výboji. Vláknem žárovky lze využít jako teplotní čidlo (25W žárovka má ohmický odpor kolem 165 Ω). Vzhledem ke konvektivní cirkulaci ochranné atmosféry kolem horkého vlákna, která vlákno chladí a jejíž intenzita závisí na tíhovém zrychlení, funguje žárovka také jako akcelerometr.

Žárovka jako komůrka pro elektrické výboje.

Žárovky nízkých výkonů s paticí E 27 se toho času prodávají pod názvem „topné těleso“ apod. Mají průměr baňky kolem 55 mm a velmi tenkou stěnu. Za předpokladu kulového tvaru a síle stěny 0.5 mm je při vnějším přetlaku 0.1 MPa sklo zatíženo cca 2,8 N mm⁻² v tlaku. Praktická pevnost masivního skla je udávána 500-2000 MPa na tlak a 40-100 MPa v tahu. Je tedy tedy víc než řádová rezerva pevnosti. To platí ovšem jen za předpokladu, že ve skle není zbytkového pnutí. Proto nelze implozi a explozi vyloučit a je tedy nutno dbát na ochranu zraku všech přihlížejících.

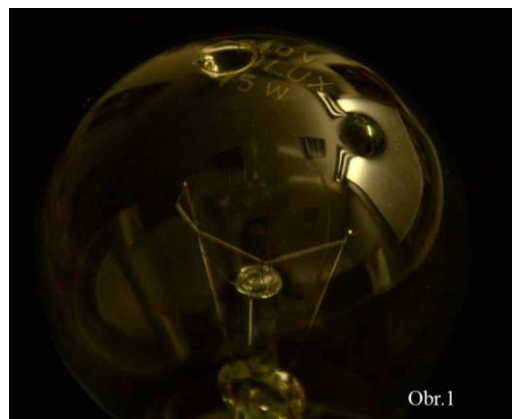
Provrtání otvoru žárovky

„Oficiální“ vstup do žárovky vede tenkou zatavenou trubičkou pod paticí, kterou je třeba odpreparovat (postup viz [1]). Pokud má zůstat patice zachována, což je praktické a pokud není nutno žárovku znovu uzavřít zátavem, je lepší vytvořit otvor přímo ve stěně baňky. Lze to provést různě. Velmi jednoduchý a rychlý způsob je protavením malým soustředěným plamínkem. Vhodné jsou miniaturní hobby propanbutanové hořáčky. Existuje mnoho typů, nejlepší je provedení v podobě zapalovače. Velký

výběr k datu 2014 poskytne internetový vyhledávač po zadání hesla *Plynový pájecí hořák a zapalovač*, v ceně cca 100-400 Kč. Plamínek by měl být ostrý, seřiditelný na průměr centrální části cca 2 mm a délku 10-20 mm. V žárovce plněné ochranným plynem je za studena mírný podtlak, kolem 80 % atmosférického tlaku [1]. Je-li veden plamínek na stěnu žárovky svrchu, protavený otvor má okraj vtažený dovnitř, což je žádoucí, protože do takového otvoru lze zasunout hadičku, popřípadě jej ucpat zátkou. Je-li protavováno zespodu, konvekci se ochranný plyn v žárovce rychleji prohřeje, zpravidla přesáhne atmosférický tlak a sklo se vyfoukne směrem ven. Protavený otvor má průměr v nejširším místě cca 5 až 8 mm. Je nutno si uvědomit, že po takovém zásahu zůstane ve skle v okolí otvoru značné pnutí. Zkušenost ukazuje, že další zapravování okrajů otvoru plamínkem nebo pokus o relaxační žihání velmi výrazně zvyšuje pravděpodobnost popraskání žárovky. Stejně tak zabrušování okrajů otvorů. Při těchto operacích je třeba dbát na ochranu zraku brýlemi nebo štítem!

Určení podtlaku či přetlaku

Uvedeného postupu lze použít pro důkaz podtlaku či přetlaku v žárovce. Pro omezení ohřevu ochranné atmosféry použijeme co nejostřejší plamínek. Působíme jím na stěnu baňky shora a velmi krátce jen do změknutí skla. Podtlak nebo přetlak pak prozradí důlek nebo kopeček ve skle. Například u vypnuté a následně zapnuté žárovky viz obr. 1. Opět je třeba zdůraznit nutnost ochrany zraku brýlemi nebo štítem!



Obr. 1

Demonstrace elektrického výboje v plynech

K demonstracím elektrických výbojů v plynech za sníženého tlaku je zapotřebí buďto sady speciálních trubic, nebo vakuové komory s průchodkami a vývěvou s mezním tlakem cca 1 Pa a čerpací rychlostí od 1 l/s. V školních podmínkách přichází v úvahu v podstatě jen dvoustupňová rotační vývěva. Cena nové je cca deset tisíc až několik desítek tisíc. Vyřazené laboratorní vývěvy, u kterých obvykle stačí propláchnutí a naplnění kvalitním rotačkovým olejem, lze sehnat zhruba o řád levněji. Namátkově velmi dobrá laboratorní vývěva Československé provenience VRO 05/2 i s motorem, údajně nepoužitá, za cca 13 000 Kč.

Jako vakuovou komůrku lze použít žárovku s přepáleným vláknem, s otvorem v baňce, kterou přisajeme přes o kroužek k vývěvě. Vstup vývěvy je nutno náležitě chránit před nasátím nečistot a zejména v případě imploze skleněných střípků alespoň jemným sítkem, nejlépe sítkem, úhlovou expanzní komůrkou a dalším sítkem.

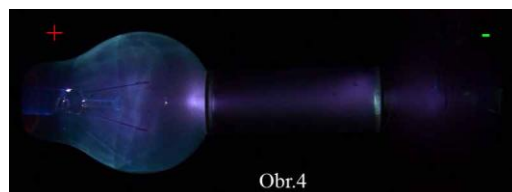
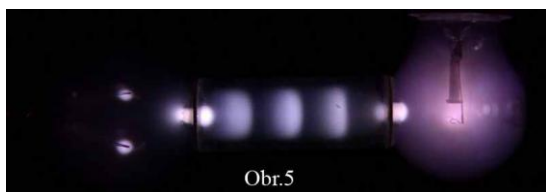
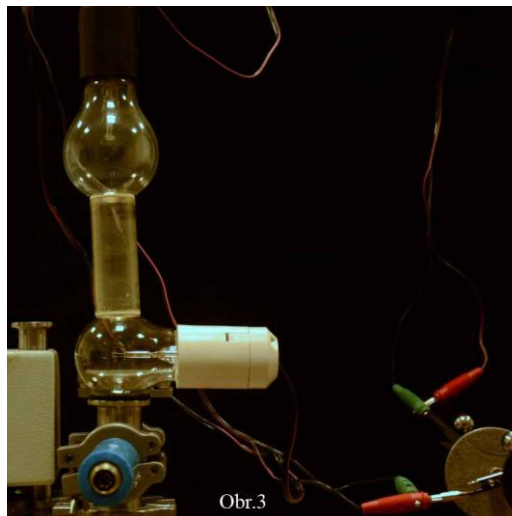
Zajímavější efekty umožňuje uspořádání dvou žárovek spojených skleněnou trubičkou. V popsaném experimentu byla použita trubička délky 74 mm vnější průměr 28 mm a vnitřní



Obr. 2

24mm. Na oba konce trubičky je nalepena silikonovým lepidlem silikonová guma tloušťky cca 1mm jako těsnění. Sestava viz obr.2.

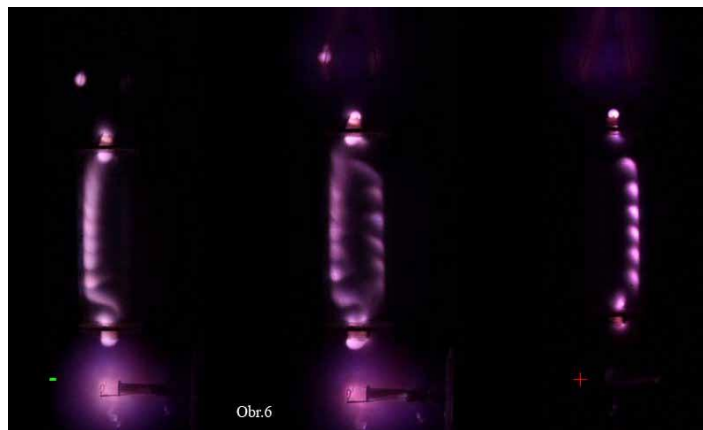
Žárovka u vývěvy musí mít otvory dva, nejlépe proti sobě, celek drží pohromadě atmosférickým tlakem. Natékání přes o kroužky a silikonová těsnění nehraje pro tlaky nad 1Pa větší roli. Celá sestava je dobře patrná z následujícího obrázku. Napájena je z Ruhmkorffova generátoru (dále R. g.), kde vysokonapěťový pulz vzniká vždy při rozepnutí obvodu primární cívky, při sepnutí vzniká napětí nižší a s opačnou polaritou. VN pulz má kladnou polaritu na spodní žárovce. V levém dolním rohu je vidět Piraniho vakuová měrka.



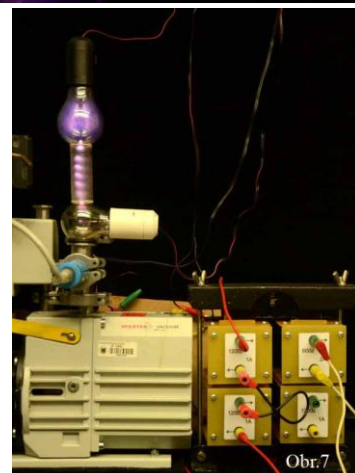
Obr 4. Expoziční doba 1/10 s, zdroj VN: R. g., polarita vyznačena, tlak cca 3 Pa. Na baňce na snímku vlevo (horní baňka) je pozorováno světélkování skla.

Obr 5. Expoziční doba 1/200 s, zdroj VN: R. g., tlak $p > 10\text{Pa}$, polarita pravděpodobně opačná.

Pro vyšší tlaky se výboj zapaluje v obou fázích. To je patrné z rozštěpení výboje po přiložení magnetického pole (vektor magnetické indukce směřuje kolmo z nákresny), Viz obr 6. Z leva do prava: dolní elektroda záporná, obě fáze, dolní elektroda kladná Synchronizační čas je 1/200, expoziční doba 1/400.



Zápalné napětí je tedy nižší. V takovém případě je výhodnější použít vysokonapěťový rozptylový transformátor doplněný usměrňovačem, výstup je lépe definován. Velmi měkký transformátor lze vytvořit spojením dvou U jader rozkladných transformátorů proti sobě. Viz Obr. 7. Na takto vzniklý magnetický obvod je možno umístit více cívek a získat jejich kombinacemi víc variant transformačního



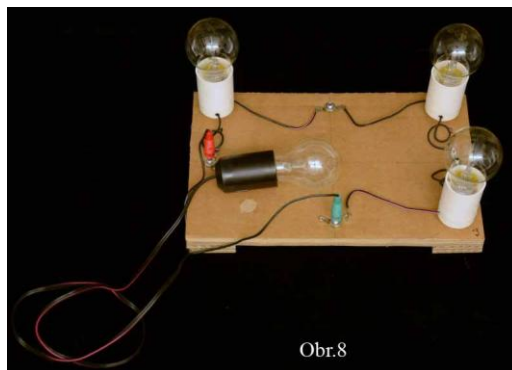
poměru. Vstup transformátoru je napájen z regulačního transformátoru. Spodní žárovka je připojena na kladné napětí. Tlak dle Piraniho měřky cca 80Pa. Na obr. 7, výboj v trubičce hoří v magnetickém poli feritového magnetu, magnetická indukce leží v nákresně.

Žárovka jako detektor zrychlení

Standardní klasická žárovka je pro potlačení sublimace W drátku plněna ochrannou atmosférou na cca 80% atmosférického tlaku [1]. Za takového tlaku se kolem žhavého vlákna vytváří konvektivní proudění, které jej ochlazuje. Intenzita a chladicí účinek tohoto proudění závisí na řadě parametrů, jedním z nich je tíhové zrychlení. Při nulovém tíhovém zrychlení by konvektivní proudění nevzniklo, teplota vlákna by byla za daných podmínek maximální. Přes efekt změny tíhového zrychlení zrychlením kinematickým se superponuje řada dalších jevů, především náklon žárovky, teplota okolí (okolního vzduchu) respektive teplota povrchu žárovky, intenzivní tepelné a světelné záření. Vzhledem poměrně vysoké hodnotě teplotního koeficientu elektrického odporu wolframu, cca $4,5 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ jsou i poměrně malé změny teploty vlákna detekovatelné.

Pomocí jednoduchého můstkového zapojení jsou výše popsané jevy detekovatelné. Stačí k tomu obyčejný školní „bakelitový“ demonstrační přístroj s modulem 3-0-3 mA (vnitřní odpor 10Ω), zdroj cca 40 V DC a zapojení čtyři 25 W žárovky do Wheatstoneova můstku, z toho jedna pohyblivě na kabelu. Viz obr. 8

V tomto zapojení lze spolehlivě detekovat zrychlení žárovky v řádu ms^{-2} a změny teploty žárovky kolem 100 C. Uvedený miliampérmetr není optimální, sice umožňuje detekci změny v obou polaritách a je poměrně rychlý, zato má pro měření na můstku příliš malý vnitřní odpor. Vhodnější by byl voltmetr s rozsahem $\pm 1\text{V}$, což zhruba odpovídá změně tíhového zrychlení z 1g na 3g.



Obr.8

Literatura

- [1] H. G. Riveros, A. I. Oliva: *Experiment tests pressure in light bulbs*. 2006 Phys. Educ. 41. s.487,

Experimenty z Kroužku fyziky MFF UK v médiích

VÁCLAVA KOPECKÁ, VOJTĚCH ŽÁK

Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy v Praze

Příspěvek představuje spolupráci Kroužku fyziky, který pořádá Matematicko-fyzikální fakulta UK v Praze, s médii – webovým portálem Alik.cz, tištěnými novinami MF DNES a televizí NOVA. V textu jsou uvedeny návody na tři vybrané fyzikální experimenty – *Koukání „za roh“*, *Kuličkový kaleidoskop* a *Optické bludiště*. V závěru příspěvku se krátce zamýšlíme nad touto spoluprací.

Úvod

Jak už bylo dříve zmíněno ([1], [2]), Kroužek fyziky organizovaný Matematicko-fyzikální fakultou Univerzity Karlovy v Praze (MFF UK) spolupracuje s českými tištěnými i elektronickými (digitálními) médii. Hlavním cílem této spolupráce z hlediska Kroužku fyziky je vyvolávat a podporovat zájem lidí, zejména mladých, o fyziku. Naší ambicí je posilovat tímto způsobem kladný vztah k fyzice také u lidí, kteří se fyzikou profesně nikdy zabývat nebudou. Těch je nakonec ve společnosti naprostá většina.

V následujícím textu jednak shrnujeme, se kterými médii spolupracujeme, a dále uvádíme odkazy, kde jsou dostupné výsledky této spolupráce. Uvádíme také několik konkrétních námětů na přípravu experimentů, které byly připraveny během spolupráce s médii a z nichž některé byly již v médiích uveřejněny.

Média spolupracující s Kroužkem fyziky

Webový portál Alik.cz

Jak jsme již informovali v minulém roce [2], Kroužek fyziky spolupracuje od roku 2012 s portálem [Alík](#) [3]. Během této spolupráce bylo zveřejněno kolem 50 návodů na domácí pokusy, které jsou určeny zejména dětem ve věku kolem 10 let. Mezi návody najdeme jak ty, které děti mohou provádět zcela samy, např.: *Obojí taje, ale každé jinak*; *Led versus sníh*; *Lehký těžký kov*; *Proč se led solí?*; *Kapalinový semafor*, ale i takové, které vyžadují asistenci dospělého člověka, např.: *Navigace z korkové zátky*; *Všeho moc škodí*. Návody na tyto a další fyzikální experimenty jsou k nalezení na webové stránce [3], v sekci Alíkoviny, v podsekci Zábavná fyzika. Jako autoři jsou uvedeni autoři tohoto příspěvku.

Tištěné noviny MF DNES

Kroužek fyziky byl v roce 2014 osloven s nabídkou vytvořit sérii návodů k jednoduchým fyzikálním experimentům pro stejnou věkovou skupinu jako na portálu Alík, tentokrát ale do letní tištěné přílohy deníku MF DNES. Celkem autoři tohoto příspěvku vytvořili pět návodů: *Koukání za „roh“* (30. 6.), *Probodni balonek* (7. 7.),

Dva obrázky v jednom (14. 7.), Nafukování zavázaného balonku (28. 7.) a Nafukování balonku teplou vodou (4. 8.).

Přestože zaměření experimentů pro tištěný deník bylo stejné jako u pokusů určených pro webový portál, několik odlišností při jejich přípravě se přeci jen najde. V první verzi plánu této spolupráce jsme pokusy měli pouze připravit a následně provést korekturu textů, které měli vytvořit studenti přítomní při fotografování experimentů. Nakonec ale bylo rozhodnuto, že návody vytvoří vedoucí Kroužku fyziky (autoři tohoto příspěvku) a studenti pouze doplní své komentáře s tím, že délka jednotlivých textů se měla pohybovat kolem 1100 znaků. To, co se nezměnilo oproti článkům připravovaným pro uveřejnění na internetu, byla skutečnost, že i tyto pokusy nafotil profesionální fotograf, Petr Topič [4].

Pro přiblížení struktury návodů v MF DNES uvádíme článek *Koukání „za roh“*, který popisuje, jak provést jednoduchý a efektní experiment týkající se lomu světla (obr. 1). Jak je vidět, návod se skládá kromě nadpisu z 5 textových částí, kterými jsou motivační 1 až 2 věty; seznam pomůcek; popis postupu při přípravě a provádění pokusu, někdy doplněný o dětské komentáře; velmi jednoduché fyzikální vysvětlení pokusu a poznámka propagující MFF UK. Text každého návodu doprovází několik fotografií.

PONDĚLÍ 30. ČERVNA 2014
WWW.IDNES.CZ

DNES

Zábavná fyzika

Koukání „za roh“



Chceš poradit, jak se podívat za neprůhlednou stěnu hrnku, „za roh“?

Pomůcky
prázdný neprůhledný šálek (nebo hrnek), mince (např. 1 Kč), voda

Postup
Na dno šálku k jeho stěně polož minci (např. 1 Kč). Připrav si nádobu s vodou a sedni si. Posouvej šálek s mincí po stole směrem od sebe, dokud se mince neschová za jeho stěnu. Od této chvíle nehýbej hlavou. Vezmi sklenici s vodou a pomalu přelévaj vodu do šálku. Uvidíš, že mince začne „vylézat“ z úkrytu za stěnou! Nakonec můžeš zkontrolovat, že se mince na dně šálku nepohnula a zůstala pořád na stejném místě!



Vysvětlení
Zjednodušené vysvětlení jsem ti nakreslil, podívej se na náčrtek: čárkovaná přímka je světelný paprsek, který jde z kraje mince těsně nad stěnou šálku, když v šálku ještě není voda. Jak je vidět, do oka se nedostane a my minci nevidíme. Nepřerušovaná čára je paprsek, který jde do oka po nalití vody do šálku. Paprsek prochází nejprve vodou a pak vzduchem. Lidé už dávno zjistili, že se při přechodu z vody do vzduchu světlo láme (změní směr). Proto má šanci dostat se do oka, i když vyšel z místa, které je schované „za rohem“.

Pokus jsem pro tebe připravil ve spolupráci s Kroužkem fyziky na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy v Praze.

Vojtěch Žák



motivační věta

seznam pomůcek

popis postupu

vysvětlení pokusu

propagační poznámka

Obr. 1. Návod na jednoduchý experiment otištěný 30. 6. 2014 v deníku MF DNES

Televize NOVA

V říjnu 2013 nás oslovila TV NOVA, konkrétně Josef Kubeš, reportér magazínu Víkend, s žádostí o natočení reportáže o Kroužku fyziky. Po určitém odkládání kvůli sevřeným časovým možnostem obou stran byla na přelomu května a června 2014 reportáž natočena. Ta byla odvysílána 12. 8. 2014 v pořadu Víkendové prázdniny s podtitulem Třaskavé pokusy ([5], [6]). Během reportáže, která zachycuje pokusy jako je nafukování cukrářského indička pomocí ruční vývěvy, var vody za sníženého tlaku, výroba jednoduchého gramofonu nebo odraz laserového paprsku zrcátka na určené místo (v našem případě jazyk Alberta Einsteina na obrázku), je divák seznámen i se základními informacemi o Kroužku fyziky.

Další náměty na experimenty uveřejněné v médiích a provedené na Kroužku fyziky

Kuličkový kaleidoskop? [3]

Tento návod ukazuje další možnost výroby kaleidoskopu, tentokrát bez použití drobných předmětů, které spolu se zrcátky vytvářejí zajímavé obrázky.

Kromě tří podlouhlých stejně velikých zrcátek je potřeba široká lepicí páska, asi 20 cm dlouhý drát o průměru přibližně 1 mm a průhledná skleněná kulička s poloměrem rovnajícím se asi třetině šířky použitých zrcátek.

Zrcátka k sobě delšími stranami slepte lepicí páskou (vytvoříte plášť trojbokého hranolu). Odrazné plochy musí směřovat dovnitř hranolu. Drát přehněte uprostřed tak, aby oba konce byly asi půl centimetru od sebe. Skleněnou kuličku vložte do oka drátu a drát kolem kuličky zahněte tak, aby kulička nevypadla. Kuličku v oku přiložte na místo podstavy kaleidoskopu a konce drátu přiložte k jeho boku. Konce drátu přilepte lepicí páskou k zrcátku. Kaleidoskop (krasohled) je hotový!

Při vzniku obrazu, který v kaleidoskopu vidíme, využíváme zákon odrazu i zákon lomu. Zákon lomu se uplatňuje na povrchu skleněné kuličky a zákon odrazu na zrcátkách. Tento pokus podporuje porozumění zákona odrazu a lomu, ale přispívá i k rozvoji motorických dovedností žáků.

Optické bludiště

Jedná se o aktivitu inspirovanou například pokusem *Hod' „prasátko“ na místo* [7], jejímž cílem je odrazit paprsky ze zdroje světla na určené místo.

K jejímu provedení jsme použili laserové ukazovátko upevněné ve stojanu, několik zrcátek a fotografii Alberta Einsteina připevněnou na stěnu místnosti.

Vzhledem k věku žáků, pro které byla aktivita určena, jsme zvolili netradiční uspořádání pomůcek tak, aby k jejímu splnění bylo třeba použít více než jedno zrcátko. Jedním z uspořádání bylo například umístění laseru na místě, ze kterého by svítil přesně na jazyk Alberta Einsteina, kdyby ovšem nebyla na jejich spojnici zeď. V dalším uspořádání byl laser ve stejné místnosti jako obrázek, ale svítil rovnoběžně s rovinou papíru, na kterém byl obrázek.

K úspěšnému vyřešení úkolu, nasměrování stopy paprsku na určené místo, je třeba použít zákon odrazu světla. Tento zákon je žákům známý a je jednoduchý k teoretickému pochopení; tato aktivita také přispívá k rozvoji psychomotorických dovedností žáků (aplikace zákona v praxi, kdy manipulují se zrcátky).

Závěr

Jak jsme zmínili v úvodu, hlavním cílem spolupráce Kroužku fyziky s médii je podporovat zájem lidí o fyziku, a to i těch, kteří se fyzikou ve svém zaměstnání nikdy zabývat nebudou. Je zřejmé, že není možné udělat obecný a silný závěr, zda se tohoto cíle daří dosahovat. Na druhou stranu např. po odvysílání reportáže v televizi jsme

zaznamenali několik pozitivních reakcí (z řad učitelů, rodičů dětí, ale i pracovníků MFF UK).

Domníváme se, že díky spolupráci s médii vzniká zajímavý textový a obrazový materiál. Náměty, stručné texty návodů a kvalitní fotografie (zejména na portálu Alik.cz) jsou využitelné jak při domácím experimentování, tak i ve výuce fyziky, zejména na základních školách.

Účastníci Kroužku fyziky si během přípravy, fotografování a natáčení experimentů mohou, podle našeho názoru, uvědomit, že přibližování fyziky lidem je společenským tématem a že fyzika a její propagování je součástí toho, co by šlo vzletně nazvat „lidská kultura“.

Určitý přínos mohou mít tyto aktivity i pro samotnou MFF UK, která nás v této činnosti podporuje. Ačkoliv je stěžejní náplní činnosti fyzikální sekce fakulty rozvoj oboru – fyziky (i prostřednictvím vzdělávání VŠ studentů), věnuje se na fakultě pozornost také přibližování fyziky širší veřejnosti.

Jako kriticky uvažující lidé bychom chtěli na tomto místě také zdůraznit, že výsledné produkty zmíněné spolupráce jsou určitým kompromisem. Bohužel jsme se při spolupráci setkali i s neochotou měnit texty připravené redakcí na základě našich věcných a včas poskytnutých připomínek. Televizní reportáž jsme neměli po natočení materiálu možnost jakkoli měnit. Výslednou reportáž, sestříhanou a doplněnou komentáři televizních pracovníků jsme sledovali až spolu s ostatními ve vysílacím čase. Přes tyto kompromisy se domníváme, že spolupráce s médii má smysl, a proto se jí ani do budoucna nebráníme.

Literatura

- [1] Konečný M., Žák V.: *Kroužek fyziky – setkávání lidí nejen s fyzikou*. In: Československý časopis pro fyziku, 5–6/2012, s. 411–412.
- [2] Žák V., Kopecká V.: *Návody k fyzikálním experimentům na portálu Alik.cz*. In: Sborník z konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 18. Ed.: Křížová M., Gaudeamus, Univerzita Hradec Králové, 2013, s. 331–335.
- [3] <http://alík.idnes.cz/>
- [4] <http://vice.idnes.cz/mafra/fotografove.aspx>
- [5] <http://tn.nova.cz/clanek/vikend/vikendove-prazdniny-traskave-pokusy.html>
- [6] <http://www.mff.cuni.cz/verejnost/konalo-se/2014-08-media/>
- [7] Kopecká V.: *Zájmový kroužek Pokusy kolem nás*. Diplomová práce. MFF UK, 2006, s. 18–19.

Interaktivní show Fyzika všemi smysly

VĚRA KOUDELKOVÁ, MARIE SNĚTINOVÁ, PETR KÁCOVSKÝ

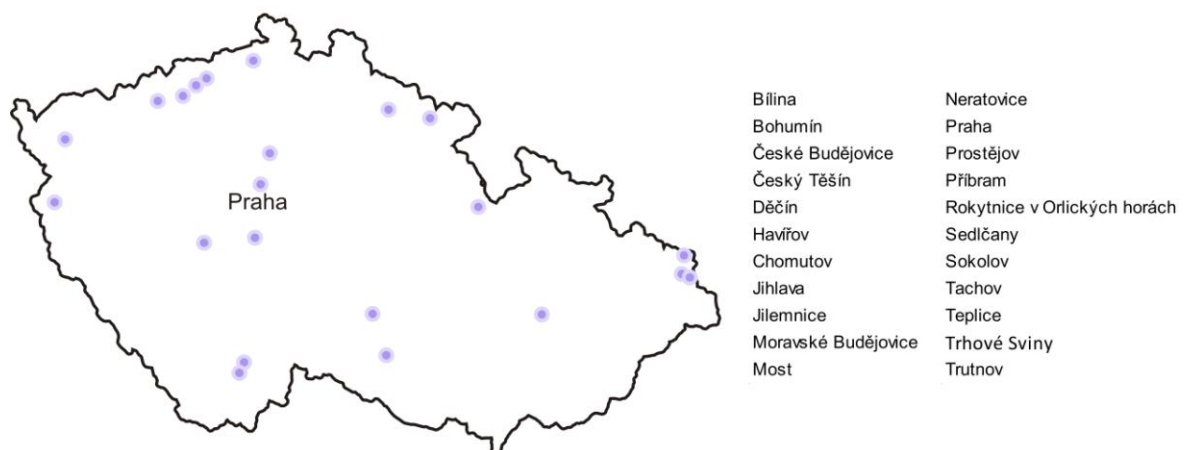
Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy v Praze

V příspěvku představíme jednu z aktivit KDF MFF UK sloužících k popularizaci fyziky na středních školách – interaktivní show Fyzika všemi smysly. Čtenáře seznámíme se zkušenostmi s touto show a některé z experimentů podrobněji popíšeme.

Úvod

Interaktivní show Fyzika všemi smysly vznikla v roce 2012 v rámci projektu PROGMA na KDF MFF UK. Jejím hlavním cílem je podpořit atraktivitu fyziky u studentů středních škol a pokud možno je motivovat k dalšímu studiu fyziky (či učitelství fyziky) na vysoké škole. Hlavní cílovou skupinou, na kterou je projekt zaměřen, jsou studenti středních škol. Fyzikální show je však možné upravit i pro žáky základních škol.

Od roku 2012 se show zúčastnilo více než 1500 studentů z 28 škol z 22 měst z celé České republiky (viz obr 1).



Obr. 1. Města, kde se konala show Fyzika všemi smysly

Realizace

Show trvá přibližně 90 minut a obsahuje téměř 30 experimentů, rozdělených – jak už název napovídá – do skupin podle lidských smyslů. K experimentům používáme jak velmi jednoduché pomůcky (plastové trubky, igelitový sáček) tak i moderní přístroje (USB mikroskop, senzory Vernier). Studenti se setkají i s pomůckami, které běžně znají z domova, ale obvykle je během show používáme netradičním způsobem (kuchyňská vakuovací nádoba, dálkové ovládání). Všechny experimenty jsou voleny tak, abychom pomůcky mohli převážet vlakem či autobusem a měli tím možnost cestovat po celé republice.

Show je v roce 2014 podpořena projektem IRP, proto je pro zúčastněné školy zdarma.

Podrobnější informace, požadavky na vybavení školy či fotografie z proběhlých show lze najít na webových stránkách Fyziky všemi smysly [1].

Některé experimenty

Jak už jsme výše uvedli, experimentální celek Fyzika všemi smysly se skládá z přibližně třiceti pokusů, jejichž složení lze do jisté míry přeskupovat a měnit s ohledem na věk posluchačů, popřípadě s ohledem na časové možnosti, které máme k dispozici. Rozsah tohoto článku nám bohužel neumožňuje seznámit čtenáře se všemi předváděnými experimenty, kromě toho některé tyto experimenty byly převzaty od kolegů, kteří je již v letech minulých na předcházejících Veletrzích nápadů či podobných akcích prezentovali (např. [2], [3]). Proto v následujících odstavcích představíme pouze sedm vybraných experimentů, které jste současně mohli vidět „naživo“ přímo během naší prezentace na letošním Veletrhu nápadů učitelů fyziky.

Infračervené (IR) záření

Úvodní experiment celého našeho vystoupení využívá tu nejběžnější technologickou rekvizitu, jakou je možné si v domácnosti představit – dálkové ovládání. Dálková ovládání televizí, DVD přehrávačů, dataprojektorů či set-top boxů běžně využívají pro komunikaci se spotřebičem blízké IR záření, které je pro lidské oko neviditelné – při pohledu na pracující infračervenou diodu ovládání nic zajímavého nepozorujeme. Tato situace se změní, když si na pomoc vezmeme moderní techniku a podíváme se na diodu objektivem digitálního fotoaparátu či kamery – CCD čipy těchto zařízení jsou dostatečně citlivé i v blízké infračervené oblasti a po stisknutí tlačítka na dálkovém ovládání registrují rychlé blikání jeho diody. Experiment tedy umožňuje velmi rychle a přitom elegantně zobrazit fyzikální fenomén, který lidskému oku uniká. (Pozor! Budete-li tento experiment provádět s fotoaparáty v nejnovějších mobilních telefonech, můžete se se zlou potázat – některé tyto telefony mají ještě před CCD čipem filtr, který blízké IR záření pohlcuje.)

USB mikroskop

Přímé nahlédnutí do mikrosvěta bývá pro studenty obvykle atraktivní podívanou a může se stát významným aktivizujícím prvkem v některých hodinách fyziky, chemie či biologie. V našem vystoupení používáme malý přenosný mikroskop (délka 110 mm, průměr 33 mm, přiblížení 20× a 220×), který po připojení USB kabelem k počítači nabízí přenos obrazu v reálném čase, pořizování fotografií, videí a měření vzdáleností. Z nejatraktivnějších objektů ke zkoumání, které používáme při našich vystoupeních, zmiňme tkaniny, látky či koberce (vše překvapuje komplikovanou strukturou), barevné tisky (je patrná technika míchání barev), kůži, vlasy, vousy, některé potraviny a v neposlední řadě pixely tvořící displeje digitálních zařízení (viz obr. 2)



Obr. 2. Svět pohledem USB mikroskopu: zcela vlevo koberec, uprostřed plíseň na chlebu, vpravo pixely displeje mobilního telefonu

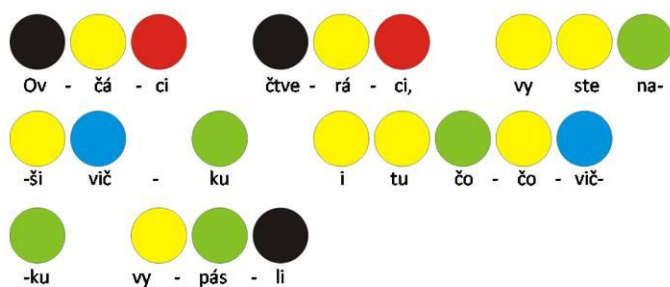
Ruční vývěva

Užitečným a poměrně levným pomocníkem při výkladu o rozdílech tlaku je ruční vývěva (kuchyňská vakuovací nádoba), která se běžně používá pro uschování čerstvé zeleniny či ovoce. Jednoduchým pístem lze z průhledné plastové nádoby vysát část vzduchu a pozorovat, jak na snížení tlaku reagují předměty uvnitř. V našem vystoupení vkládáme do ruční vývěvy buď cukrářské laskominy z nadýchaného krému, nebo kelímek piva s pěnou (v závislosti na věku publika...). V obou případech způsobí snížení okolního tlaku rozepnutí bublin vzduchu v krému/pěně a značné nabobtnání původního objemu. Po vysvětlení tohoto jevu je přirozeným krokem zeptat se studentů, co se stane po dofouknutí vzduchu zpět do vývěvy, a samozřejmě ověřit jejich hypotézy experimentem.

Hra na trubky

Jedním z nejinteraktivnějších experimentů je „koncert“, při kterém se deset studentů stává hudebníky a jejich úkolem je na plastové trubky o průměru 2 cm zahrát připravenou melodii. Inspiraci k tomuto experimentu jsme získali v článku Kateřiny Lipertové [3].

Trubky mají různou délku a při úderu dlaní do jednoho jejich otevřeného konce vydávají tón odpovídající výšce vzduchového sloupce uvnitř, tj. právě délce trubek (chcete-li vědět, jaká délka odpovídá jakému tónu, podívejte se na webové stránky [1]). Jednotlivé tóny, které mají studenti hrát, nejsou znázorněny notami, ale barevnými značkami, které říkají, že v daném okamžiku má „zahrát“ trubka se stejným barevným označením – jak takový (ne)notový zápis vypadá, ukazuje obrázek 3.



Obr. 3. Hra na trubky – vlevo „notový“ zápis písničky Ovčáci, čtveráci; vpravo pobavení hudebníci

Magdeburské polokoule

Slavný experiment Otto von Guericke z roku 1656, kterým tento německý vědec poprvé ukázal existenci atmosférického tlaku, předvádíme ve skladné a nenáročné školní úpravě nevyžadující vývěvu – namísto polokoulí používáme přísavky, které lze zakoupit coby pomůcku k nošení skla. Po přiložení přísavek k sobě a stlačení pákového držáku se od sebe pogumované strany přísavek odtáhnout a vytvoří tak mezi sebou kapsu s nižším tlakem, než je tlak atmosférický. Vzniklý rozdíl tlaků vně a uvnitř této kapsy pak znemožní snadné odtržení přísavek a stává se vítaným soupeřem pro dvojice studentů, kteří mohou v rámci soutěže zkoušet od sebe přísavky oddělit (obr. 4). (Poznámka: Tato soutěž je sice dobrým aktivizujícím prvkem, ale je třeba ji velmi dobře uvést a dohlížet na aktéry, aby při náhlém oddělení přísavek nehrozil studentům úraz.)



Obr. 4. Odtrhávání magdeburských přísavek

Šplhající autíčko

Kromě ruční vývěvy a výše uvedených přísavek lze pro získání představy o atmosférickém tlaku použít velmi lehké autíčko na délkové ovládání, které je opatřené malým kompresorem (autíčko lze najít na internetu pod názvem „antigravitační autíčko“). Díky tomu autíčko vysává vzduch pod svým podvozkem, kde se tím snižuje tlak, a atmosférická tlaková síla pak zařídí, že autíčko se může pohybovat nejen po vertikál-

ních stěnách, ale i hlavou dolů. Podobně jako ostatní zde zmíněné experimenty s atmosférickým tlakem má i tento vést k poznání, že v případě tlaku typicky nejde o jeho velikost v daném místě, ale o rozdíly tlaků ve srovnání s okolím. (Pozor, na nerovných vertikálních površích se autíčko udrží jen s obtížemi, je nutné poskytnout mu dostatečně hladkou plochu.)

Závěr

Reakce od studentů i učitelů bývají velmi pozitivní, jak dokazují i reportáže na webových stránkách některých navštívených škol (odkazy lze nalézt na našich facebookových stránkách [4]). Jako úspěch vnímáme i to, že v některých regionech učitelé sdílejí zkušenosti o show a jsme tak do daného regionu zváni opakovaně.

Máte-li o show zájem, vyberte si z volných termínů na webových stránkách a dejte nám vědět nejlépe e-mailem na adresu fyzikavsemismysly@kdf.mff.cuni.cz .

Literatura

- [1] Fyzika všemi smysly [online]. Dostupné z:
<http://kdf.mff.cuni.cz/fyzikavsemismysly> [cit. 19.8.2014]
- [2] Reichl, J.: Drobnosti do hodin fyziky. In: Veletrh nápadů učitelů fyziky 17, sborník konference, Praha, 2012.
- [3] Lipertová, K. Fyzikální a matematické blbinky 2. In: Dílny Heuréky 2009-2010. sborník konferencí projektu Heuréka. Prometheus, Praha, 2011.
- [4] Fyzika všemi smysly [online]. Dostupné z:
<https://www.facebook.com/vsemismysly> [cit. 19.8.2014]

Projektové vyučování ve fyzice (expertní skupiny)

ALEŠ KOZÁK

Př. F. Univerzita Hradec Králové; ZŠ Liberec

Projektové vyučování ve fyzice (expertní skupiny)

V posledních letech se čím dál tím více mluví o projektové výuce, mezioborových vztazích a dalších příbuzných pojmech. Ve skutečnosti se nejedná o nic jiného než o propagaci již dávno známých metod výuky.

V historii se můžeme odkazovat na pedagogy, mezi něž patří J. A. Komenský, John Lock, Jean Jacques Rousseau, John Dewey a další.

Bohužel většina projektů je ve skutečnosti školní akcí, exkurzí nebo skupinovou výukou. Projektem není jen forma výuky, kdy dětem zadáme práci a oni vytvoří „nějaký“ poster. Je to promyšlená, cílená a organizovaná činnost. Cílem projektu není jen žákům něco předvést nebo je nechat zpracovat nějaké informace, ale nasměřovat je k tomu, aby si část cílů stanovili sami. Vybudit v nich tak zájem o hlubší poznání daného problému.

Projekt meteorologie

„Meteorologie“ je dlouhodobějším projektem, který může být zařazen do běžné výuky v 8. ročníku. Jeho konkrétní podobu jsme sepsali s kolegyní RNDr. Evou Bielikovou na naší škole.

Základní koncept je založen na EUR modelu (**E**vakace, **U**vědomění, **R**eflexe).

V první fázi můžeme prezentací, obrázky, článkem, apod. evokovat u žáků to, jaké další pojmy znají v kontextu s termíny „Meteorologie“ a „Pčasí“. Při evokaci můžeme využít například tyto metody: volné psaní, brainstorming, tvorba myšlenkových map, diskuse, apod.

Na základě evokace si žáci mohou pod vedením učitele stanovit dílčí cíle, které by v rámci projektu měli naplnit. Hlavní cíle může učitel stanovit sám anebo žáky navést k tomu, aby se staly jejich vlastními cíli.

Domovské skupiny

Žáci jsou rozděleni do domovských skupin (cca 5–6 žáků). Rozdělení můžeme provést dle libovolného klíče. Důležité je zachovat rovnováhu mezi skupinami.

K rozdělení může dojít již při první (evokační) fázi.

V domovských skupinách žáci pracují s textem, získávají první informace, které jim předloží učitel. Na základě získaných informací a předchozí evokace si žáci stanovují cíle: „Co vše bude naším výstupem“. Na tuto aktivitu mají 5 minut, učitel se každé skupině věnuje cca 1 minutu. Při této příležitosti je směřuje k vymyšlení potřebných cílů.

Celá aktivita nemá být týmovou prací, ale prací **kooperativní**. Kooperativní metoda se liší tím, že každý ve skupině, má svou vlastní roli a úlohu, kterou by měl naplnit. Role si stanoví skupina na základě sepsaných cílů tak, aby jich bylo možné dosáhnout. Učitel koordinuje žáky tak, aby mohly vzniknout tzv. **expertní skupiny**. V každé domovské skupině si dle schopností jednotlivých členů rozdělí role, tak aby každý člen mohl být pro skupinu maximálně přínosný (např. člověk s horší známkou z matematiky bude spíše zpracovávat historii, než samotné měření). Role lze sepsat na tabuli, ty které jsou spolu příbuzné, můžeme označit společným názvem nebo je jednoduše sloučit.

Do **expertních skupin** se žáci rozdělí ihned po přidělení rolí. Každá expertní skupina si stanoví vlastní cíle a přerozdělí si dílčí práci, na kterou se soustředí jednotlivci. Je na zvážení členů skupiny, jestli na každé části bude pracovat pouze jednatel nebo dvojice.

Učitel je po celou dobu v roli konzultanta, dohlíží na práci žáků, stanovování cílů a na plnění jednotlivých úkolů.

Příklad rolí a jejich úkolů:

- HISTORIK – Zpracuje historii předpovídání počasí, kterou vyznačí na časové ose (např. od Klementina po meteorologické balóny), a způsoby měření se zaměřením na místa, meteorologické stanice, balóny.
- MĚŘIČ TEPLOTY - naměří teploty v průběhu týdne v domácnosti a ve škole (meteorologické stanice), vypracuje přehlednou tabulku a graf změny teploty v závislosti na čase. Zpracuje informační leták o teploměrech (suchý a vlhký teploměr).
- MĚŘIČ TLAKU – naměří hodnoty atmosférického tlaku v průběhu týdne, vypracuje přehlednou tabulku a graf změny tlaku v závislosti na čase. Zpracuje informační leták o barometrech a aneroidech.
- MĚŘIČ VLHKOSTI – naměří hodnoty vlhkosti vzduchu z meteorologické stanice ve škole, vypracuje přehlednou tabulku a graf změny vlhkosti v závislosti na čase. Zpracuje informační leták o způsobech měření vlhkosti a připojí informace o změnách vlhkosti v rámci zeměpisné polohy.
- MĚŘIČ SRÁŽEK – zaznamená objem srážek pomocí meteorologické stanice ve škole, ty zpracuje do přehledné tabulky a vytvoří z nich graf. Dále subjektivně zaznamenává jaké je počasí (déšť, zataženo, polojasno, ...), informace porovná s předpovědí počasí, která je určena pro danou oblast (čerpá může z novin, televize, rádia, internetu).
- POJMOLOG – Vysvětlí pojmy, které souvisí s meteorologií (bouřka, kroupy, vítr, hurikán, cyklóna a anticyklóna, oblaka, apod.).

Realizace úkolů

Samotné zpracování úkolů může proběhnout v rámci hodiny, ale lze předpokládat, že při typické hodinové dotaci je to pro většinu učitelů veliký luxus. Proto je potřeba do

konce této hodiny mít přesně rozděleny úkoly v rámci expertních skupin. Jedná se o úkoly jednotlivých „expertů“, kteří je splní v rámci domácí přípravy.

Je-li k dispozici školní meteostanice, lze několik žáků pověřit pravidelným měřením hodnot. Máte-li k dispozici dílny či předmět „pracovní činnosti“, pak je možné v rámci hodin vytvořit i jednoduché měřicí přístroje, apod.

Další hodinu začneme v expertních skupinách. Žáci mají zpracovat informace, které si donesli z domova. Tyto informace musí mezi sebou sdílet a hlavně si vysvětlit vše potřebné. Ostatní členové expertní skupiny si rovnou vytváří čistopis z informací, které shromažďují od ostatních členů týmu. Tento čistopis poté nesou do své domovské skupiny.

Po návratu do domovské skupiny jednotliví experti sdělují své informace, kontroluje se naplnění dílčích cílů, sestavuje se poster nebo prezentace, dokončují se nesplněné úkoly apod.

V poslední hodině následuje prezentace získaných informací, aby naplnění cílů mělo hlubší smysl. Nechávám jednotlivé skupiny prezentovat získané informace v jiných třídách (např. v rámci přírodovědy v 5. ročníku). Žáci jsou tak vystaveni kritice publika, musí odpovídat na dotazy z řad žáků a mohou pocítit jak vlastní úspěch, tak i neúspěch v případě, že svou práci neodvedli správně.

Hodnocení

Může se zdát problémem, jak hodnotit žáky, ale ve skutečnosti lze během tohoto projektu vytvořit hned několik známek.

První hodnocení – za přínos v rámci expertní skupiny. V průběhu práce učitel prochází jednotlivé skupiny, každý z žáků mu předloží seznam svých úkolů a výsledky své domácí přípravy. V rychlosti pohovoří s učitelem (stačí minuta až dvě, při které se zeptám na pár otázek, dle kterých lze poznat, jestli si žák dané informace pouze našel na internetu a vytiskl, nebo jestli je nějakým způsobem zpracovával a mohl si je tak, alespoň částečně osvojit). V závěru diskuse s žákem se můžete zeptat na sebehodnocení (v 90 % případů si žáci dávají odpovídající známku). Na papír si zaznamenejte známku, kterou by si udělil žák, i známku, kterou byste mu dali sami.

V tomto případě rozdám žákům papíry a na konci práce v expertních skupinách chci, aby každý napsal hodnocení spolužáků. V něm neudávají pouze známku, ale i krátké zdůvodnění. Jsem vždy mile překvapen, když vidím zdůvodněné 1 za přínos pro skupinu, 3 za nízkou aktivitu nebo 4 či 5 za nepřipravenost. Tyto známky si přepíši do tabulky (např. v Excelu). Většinou se shodují s mými známkami, ale zároveň je to vodítko k aktivitě, kterou jsem nemohl postřehnout. Na základě známek žáků pohybuji v některých případech s mou vlastní známkou (max. o jeden stupeň).

Druhé hodnocení – za prezentování vlastní části v rámci závěrečného výstupu s mateřskou skupinou. Opět máte možnost hodnotit každého žáka zvlášť. Hodnocení opět můžete opřít o známky žáků ze skupiny či o autoevaluaci žáka.

Třetí hodnocení – každá domovská skupina sepíše několik otázek (lze je poté zapsat na tabuli). Učitel doplní několik dalších klíčových otázek, které nebyly zapsány, ale v rámci projektu byly zpracovány. Žáci znají otázky k testu, odpovědi jsou zpracovány na posterech (popř. ve vlastních sešitech, kde si průběžně dělali poznámky). Test se píše s týdenním až dvoutýdenním zpožděním, je-li to nezbytné, může učitel v další hodině udělat shrnutí a doplnit informace, které nebyly zpracovány.

Závěrem

Projektová výuka může většině učitelů připadat jako ztráta času nebo jako výuka, která není efektivní. Máme-li učit žáky dovednostem, je potřeba je do výuky aktivně zapojovat. Pomáhat jim při samostudiu a stanovování cílů nejbližšího rozvoje. Ano, není to jednoduché a na poprvé se nemusí vše vydařit dle vašich představ. Vše, co si jednou připravíte, vám zůstává do dalších let a projekt je poté na přípravu nenáročný a vy máte prostor věnovat se jednotlivým studentům. Problémem může být nepřipravenost žáků, jejich počáteční nezáměr a nepřipravenost na to, aby převzali část odpovědnosti za své výsledky. Stejný problém může být s rodiči, kteří se učitelů ptají, jak je můžete zkoušet z něčeho, co nebylo žákům podáno výkladem. Ale tento model se s reálným řešením problémů shoduje daleko více, než jen frontální vysvětlování.

Nechci zde stavět projektové vyučování nad běžnou výuku, ale zařazování obdobných aktivit může mít výchovný smysl a žáky učí kompetencím, které jsme si sami v našich ŠVP stanovili.

*„Bez zájmu se učení nedaří, nepomáhá ani úsilí učitelů o lepší vysvětlení, porozumění, o lepší metody učení“ (ČÁP, J.: *Psychologie pro učitele*. Praha, SPN 1980, s. 50.)*

Literatura

- [1] ČÁP, Jan. *Psychologie pro učitele*. Vyd. 1. Praha: Portál, 2001, 655 s. ISBN 80-717-8463-X.

Akustické a kmitavé pokusy

PAVEL KRATOCHVÍL

Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň

Príspevek nabízí návody na výrobu několika netradičních hudebních nástrojů. Demonstruje vznik zvuku v různých typech hudebních nástrojů za pomoci plastových trubek.

Vznik zvuku v hudebních nástrojích

Hudební nástroje můžeme dělit podle způsobu vzniku zvuku. Zdrojem zvuku tak může být kmitání:

- pružného dřevěného plátku (klarinet)
- listových pružin (harmonika)
- umělé či přírodní blány (buben)
- struny (kytara)
- hudebníkových rtů (trubka)
- proudu vzduchu po nárazu na ostrou hranu (píšťala)

Některé z těchto typů nástrojů lze napodobit pomocí instalatérských, elektrikářských a jiných trubek. Výrobou takovýchto nevšedních hudebních nástrojů lze osvěžit vyučování fyziky na téma kmitání, vlnění.

Píšťala

K nasimulování zvuku píšťaly lze použít elektrikářskou trubku (tzv. husí krk). Nejlépe se mi osvědčily trubky o průměrech 20, 25, 32 mm, délky cca 50 cm. Trubku uchopíme na konci a roztočíme nad hlavou – ozve se hvízdavý zvuk. Při bádání nad místem vzniku zvuku zacpeme trubku druhou rukou – zvuk zmizí. Z tohoto experimentu můžeme vyvodit závěr: proud vzduchu uvnitř trubky způsobený odstředivou silou naráží na vroubky, je rozkmitán a způsobuje zvuk kvalitativně podobný zvuku píšťaly. Můžeme experimentovat s různými délkami a průměry trubek a hledat souvislosti mezi výškou tónu a rozměry „rezonančního objemu nástroje“.

Trubka

V trubce jsou zdrojem zvuku rozkmitané hudebníkové rty. K nasimulování tohoto nástroje lze použít i elektrikářské trubky, vhodnější je však instalatérská odpadová trubka průměru 40 nebo 50 mm, délky cca 1 m, případně trubka papírová. Aby trubka vydala ten správný rezonující zvuk, musíme k ní přitisknout ústa a rty dostatečně rozkmitat „prskáním“. Před veřejným vystoupením doporučuji dostatečně dlouhý trénink „nátisku“, odměnou nám bude zvuk kvalitativně shodný s hudebním nástrojem didge-

ridoo. Pro většinu studentů je překvapením, že do trubky se pouze nefouká, ale „prská“.

Bubny

Různé druhy trubek nabízí širokou škálu použití jako bicích nástrojů.

Elektroinstalační trubka – tenká, pevná (průměr cca. 32 mm)

Úderem dlaně na konec trubky, vzniká tón, jehož čtvrtina vlnové délky je rovna délce trubky. Trubka je totiž v okamžiku úderu na jednom konci uzavřená a na druhém volná – vzniká zde tedy stojatá čtvrt-vlna. Nařezáním trubek o délkách 316, 281, 253, 237, 210, 189, 169, 158 mm dostáváme stupnici c1, d1, e1, f1, g1, a1, h1, c2.

U těchto trubek lze dobře ukázat změnu tónu při otevřeném a uzavřeném konci. Vezmeme dvě trubky stejné délky, konec jedné zcela přelepíme tuhous lepící páskou, konec druhé trubky přelepíme pouze částečně (cca 2/3). Při poklepání na takto vytvořenou blánu slyšíme dva odlišné tóny. Zatímco v trubce s uzavřeným koncem vzniká stojatá čtvrt-vlna, v otevřené trubici vznikne stojatá půl-vlna (obr. 1). To odpovídá dvojnásobné frekvenci. Pokud použijeme trubku s dvojnásobnou délkou (např. trubky c1-316 mm a c2- 158 mm), kratší trubici přelepíme konec zcela a delší trubici pouze částečně, uslyšíme při poklepání z obou stejný tón. Při tomto experimentu je třeba použít u obou trubek lepící pásku. Pokud bychom na kratší trubku poklepali dlaní bez izolepy a na delší přes izolepu, dostáváme sice tóny stejné výšky ale různé barvy, což nehupební ucho vyhodnotí jako rozdílné tóny.



Obr. 1. Stojatá půl-vlna v částečně otevřené trubici (vlevo), stojatá čtvrt-vlna v uzavřené trubici (vpravo).

Elektroinstalační trubka – široká, ohebná

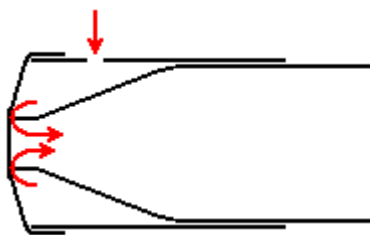
Ze širších trubek (průměru alespoň 75 mm – ohebné elektroinstalační nebo pevné odpadové) lze vytvořit hudební nástroj „tubulum“. Pro tóny „velké oktávy“ nařezejte trubky o délkách 253, 225, 202, 190, 169, 152, 135, 127 cm. Konec trubek šikmo seřízněte a několikrát přelepte pevnou lepící páskou (obr. 2). Lepící páska slouží jako bicí plocha nástroje. Tento hudební nástroj je možné zhlédnout na odkazu [1].



Obr. 2. Přelepením seříznuté trubky získáme bicí plochu.

Houkačka

Pokud vyrobíte bubínek z 10 cm krátké trubky (průměr cca 75 cm), jako blánu použijete lepicí pásku nebo nafukovací balónek, zjistíte, že zvuk je velmi slabý. U každého hudebního nástroje je totiž nutné, aby jeho tělo (rezonanční prostor) korespondovalo s frekvencí vytvářenou zdrojem zvuku. Z takto krátké trubky však lze také vyrobit zdroj silného zvuku, stačí do trubky vlepit uříznutou PET láhev tak, aby její hrdlo napínalo blánu tvořenou nafukovacím balónkem (obr. 3). Z boku trubky vytvoříme otvor, do kterého foukáme. Tlak vzduchu vytváří nadzvedáváním blány nucené kmity, korespondující s rozměry „hudebního nástroje“, dochází tak k zesílení zvuku. Nápad na výrobu houkačky je převzat z [2]



Obr. 3. Houkačka z trubky, PET láhve a nafukovacího balónku.

Struna

Tenkou ohebnou elektroinstalační trubku lze použít i jako strunu. Vhodné je použít trubku o průměru 16 mm, délky cca 50 cm. Protože má tato struna velkou hmotnost, frekvence jejích kmitů bude velmi malá. Abychom dostali tón slyšitelné frekvence, je vhodné trubku napnout na stůl dvěma svorkami.

Vytvořený tón je velmi slabý. K jeho zesílení však můžeme použít světelnou závoru, spínající reproduktor. Dostáváme tak optický snímač kmitů, který je pro správnou funkci třeba seřadit do místa s největším rozkmitem tak, aby byl laserový paprsek zlehka přerušován hranou trubky. Nápad na optický snímač byl převzat z [3].

Literatura a zdroje

- [1] Monster Tubulum: Time To Start. *YouTube* [online]. 2010 [cit. 2014-10-27]. Dostupné z: http://www.youtube.com/watch?v=PBEFzop3_R4
- [2] Pokusy v přírodovědě na 1. stupni ZŠ: Téma 3: Zvuk. [online]. [cit. 2014-10-27]. Dostupné z: <http://kdf.mff.cuni.cz/~mandikova/prirodoveda/zvuk.pdf>
- [3] UDiF - co je to zvuk?. *YouTube* [online]. 2011 [cit. 2014-10-27]. Dostupné z: <http://www.youtube.com/watch?v=ILLduuOT26o>

Zrcadlovka s výměnným objektivem jako demonstrace dírkové komory

MARTIN KRYNICKÝ
Gymnázium, Třeboň

Abstrakt

Na úvod studia optiky, je vhodné vyjasnit vznik obrazu. Pomocí zrcadlovky se sundaným objektivem si můžeme snadno ukázat, že obrazový čip k vytvoření obrazu nestačí. Situaci však může zachránit malá díрка v alobalu.

Obraz a digitální zrcadlovka s výměnným objektivem

V současnosti patří digitální zrcadlovky s výměnným objektivem k cenově dostupné technologii, používané i v mnoha školách. Kromě vyšší kvality snímků i širším možností neautomatického provozu patří mezi jejich hlavní výhody i výměna objektivů. Když objektiv zcela sundáme, můžeme zkusit, jak vypadá fotografie s kvalitního zařízení, které nemá objektiv (naprostá většina studentů je přesvědčena, že obraz vzniká na čipu a zrcadlovka bude fungovat - i když hůře - i bez objektivu).

Nejdříve vyfotografujeme třídu i s objektivem a pak vytvoříme několik fotografií s různou expoziční dobou již bez objektivu. Získáme tak podobnou sérii fotografií.



Foto 1: Fotografie s nasazeným objektivem

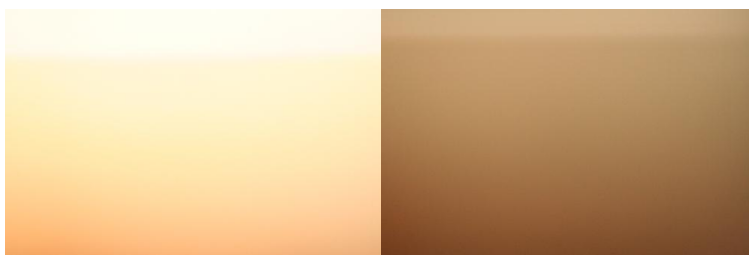


Foto 2: Fotografie bez objektivu s postupně se prodlužující expoziční dobou

Z fotografií je zřejmé, že obraz ve fotoaparátu bez objektivu vůbec nevzniká. Důvod je zřejmý - z každého místa fotografované scény dopadá světlo na každé místo snímače a proto je nutné počet dopadajících paprsků omezit například tak, že snímač zakryjeme a světlo necháme dopadat pouze malou dírkou.

Vhodným materiálem pro zakrytí se ukázal staniol - je možné ho mačkat, částečně drží tvar, nepropouští světlo a zároveň je do něj možné snadno vytvořit díru.



Foto 3: Fotoaparát s připravenou dírkovou okomorou

Protože dírkou prochází do fotoaparátu daleko méně světla než přes objektiv je nutné prodloužit expoziční dobu (v závislosti na osvětlení scény až na 1/10 s - náhled fotografií na display umožňuje ihned reagovat a expoziční dobu měnit). Takto získané fotografie nejsou stejně ostré jako s objektivem, ale zároveň zřetelně ukazují funkčnost zvoleného řešení.

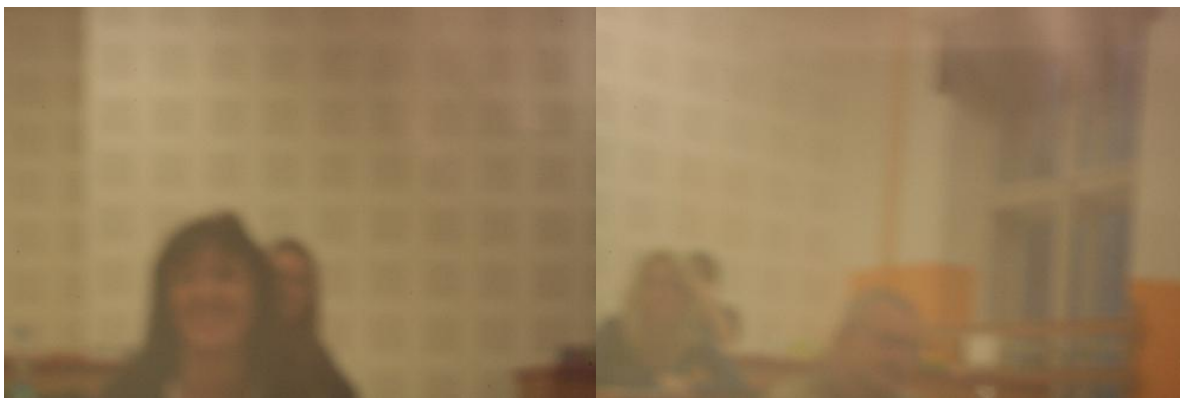


Foto 4: Fotografie bez objektivu foceně dírkou v alobalu

Didaktické využití

Příklad didaktického využití je uveden na webových stránkách [1] v učebnici fyziky pro střední školy v hodině *050201 Vznik obrazu, dírková komora*.

Literatura

[1] <http://www.realisticky.cz>

PhysDuino - cenově dostupný systém pro školní fyzikální měření

ŠTĚPÁNKA KUBÍNOVÁ, JAN ŠLÉGR

Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové, Hradec Králové

Príspevek bude zaměřen na předvedení několika přírodovědných měření za využití cenově dostupného dataloggeru, který využívá v poslední době velice populární vývojovou platformu Arduino. Výsledná cena měřicího zařízení se tak pohybuje v řádu stokorun.

Úvod

Při výuce přírodovědných předmětů se setkáváme zejména se dvěma druhy experimentů – demonstračními a frontálními. V prvním případě může učitel použít demonstrační měřicí přístroj, ať už ve spojení s počítačem (zobrazení výsledků na dataprojektoru, grafické znázornění závislostí, další zpracování dat...) nebo bez něj (tehdy je nutné, aby měl demonstrační přístroj dostatečně velký displej).

V případě frontálních experimentů provádějí žáci experimenty samostatně. I v tomto případě lze používat elektronická měřicí zařízení pro měření různých fyzikálních veličin.

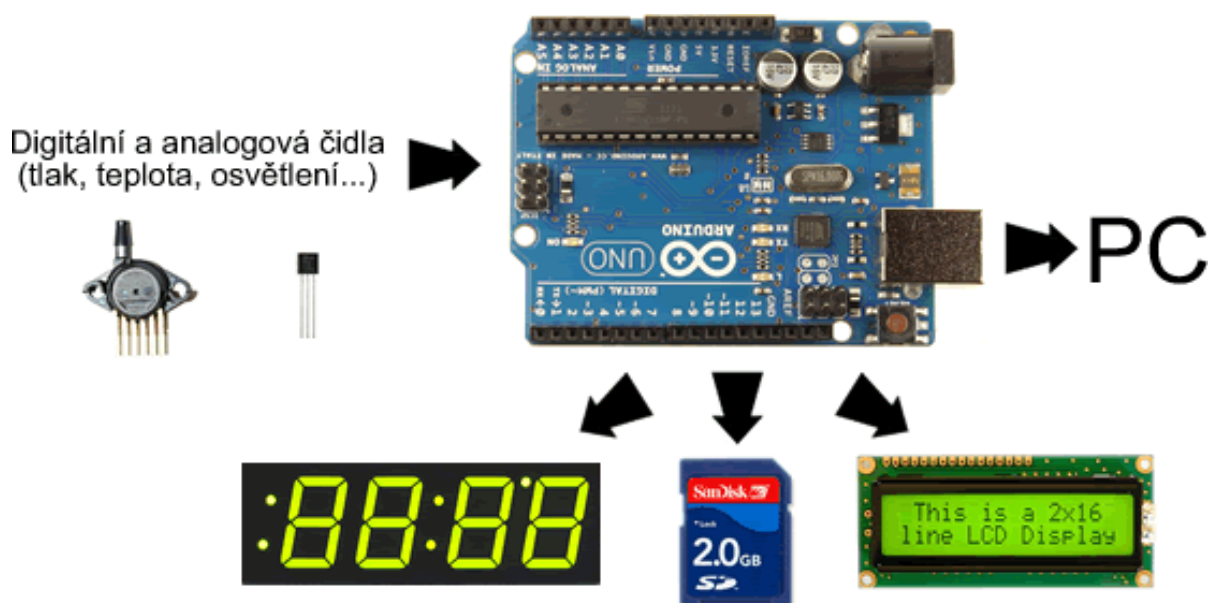
V tomto příspěvku bychom rádi představili měřicí zařízení, které může být použito jako demonstrační měřicí přístroj, jako počítačové rozhraní i jako základ pro žákovské měřicí soupravy.

Karta Arduino

Arduino je v poslední době velmi populární zařízení obsahující mikroprocesor ATmega s celou řadou rozhraní. Procesor lze programovat pomocí velmi jednoduchého programovacího jazyka Wiring. Bližší informace je možné najít v [1]

Díky popularitě mezi nadšenci je cena této desky poměrně nízká, což je pro školní použití značná výhoda. Zároveň je dostupná celá řada vstupních a výstupních zařízení. Schéma systému, který jsme si dovolili označit PhysDuino, je na obrázku 1.

Analogové vstupy desky mohou zpracovávat signály z čidel, jejichž výstupní veličinou je napětí (např. čidla teploty LM36, čidlo tlaku MPX4115). Digitální vstupy zpracovávají data z digitálních čidel (např. zesilovač pro termočlánek s digitálním výstupem, pH metr nebo akcelerometr). Na digitální výstup karty může být pro demonstrační účely připojen LED displej s velkými číslicemi, pro frontální použití LCD displej, rovněž může být použit záznam na SD kartu. Naměřená data lze posílat do PC přes USB port.



Obrázek 1: Možnosti karty Arduino

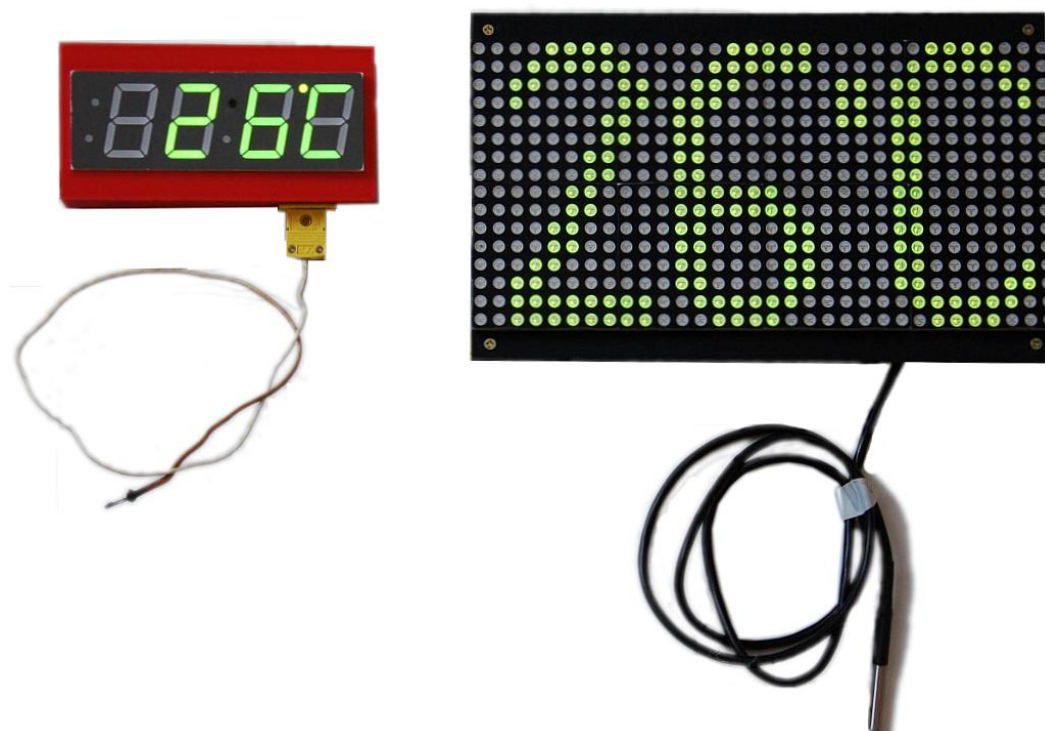
PhysDuino

Na webové stránce [2] je popsán hardware nutný k sestavení různých měřicích zařízení: Z demonstračních přístrojů s velkým LED displejem se jedná o stopky, teploměry s rozsahem -55 až 120 °C a s rozsahem -100 až 1400 °C, tlakoměr, voltmetr a pH metr.

Pro zkonstruování demonstračního měřicího přístroje je zapotřebí samotná deska Arduino (nejlevnější varianta stojí kolem 200 Kč) a LED displej s 3 cm vysokými číslicemi (je dobře viditelný v učebnách obvyklých rozměrů a dostupný za přibližně 400 Kč), nebo LED displej vysoký 12 cm. Ten je sice dražší (kolem 800 Kč), ale je čitelný i ve velkých přednáškových místnostech. Díky univerzalitě systému stačí mít jeden základ (desku Arduino a displej) a připravovat si takové demonstrační zařízení, které je právě potřeba (tato varianta je výhodná tehdy, pokud na škole působí přírodovědný nebo technický kroužek, jak se autorům osvědčilo).

Analogové vstupy umožňují měření napětí do pěti voltů s rozlišením $0,005$ V (procesor obsahuje desetibitový AD převodník). Rozsah je možné zvětšit pomocí děliče napětí. Vstupy karty jsou chráněny diodami, takže krátkodobé přepólování napětí kartu neohrozí. Podobně je možné ke kartě připojit analogové senzory, které mají jako výstupní veličinu napětí, které je přímo úměrné např. teplotě (např. teploměr LM36). Program v kartě pak přepočte napětí na teplotu, kterou následně zobrazí na displeji nebo odešle do PC.

V dnešní době existuje celá řada digitálních senzorů pro měření rozličných fyzikálních veličin. Velmi levně lze pořídit takzvané break-out boardy, což je malá destička plošných spojů, která má na sobě senzor, případně další obvody (zesilovač signálu, AD převodník). Tyto destičky lze ke kartě Arduino snadno připojit a obvody pak komunikují přes rozhraní One-wire nebo I²C (bližší informace lze nalézt na webu [2]).



Obrázek 2: Dva demonstrační teploměry (v měřítku)

Na obrázku 2 jsou dva výše zmíněné teploměry – vlevo teploměr s termočlánkem a LED displejem o výšce 3 cm, vpravo teploměr s displejem o výšce 12 cm a digitálním teploměrem DS18B20 s rozsahem -55 až 120 °C.

Závěr

Všechna popsaná zařízení lze sestavit velmi jednoduše. Pokud na škole existuje přírodovědný nebo technický kroužek, není problém sestavit demonstrační měřič, který bude učitel potřebovat např. další týden, a to za cenu podstatně nižší, než je cena podobných zařízení dodávaných profesionálními firmami.

Webová stránka [2] obsahuje schémata zapojení, fotografie zařízení a zdrojové kódy programů v jazyce Wiring, stejně jako návod na nahrání kódu do karty Arduino. Uvítáme komentáře učitelů a nápady na další demonstrační a frontální měřicí přístroje.

Poděkování

Tento příspěvek byl podpořen projektem specifického výzkumu Přírodovědecké fakulty Univerzity Hradec Králové 2104/2014.

Literatura

- [1] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Arduino>
- [2] <http://lide.uhk.cz/prf/ucitel/slegrja1/physduino/>

Spektrální charakteristiky světelných zdrojů a světla prošlého a odraženého

LENKA LIČMANOVÁ, LIBOR KONÍČEK

Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita v Ostravě, Ostrava

Abstrakt

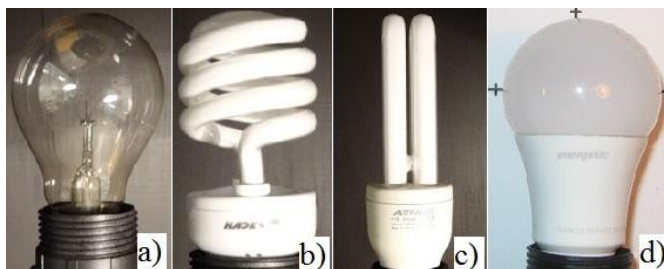
Príspevek se zabývá popisem nových moderních úloh v kurzu Fyzikální praktikum z optiky na Ostravské univerzitě. Kurz je povinný pro studenty bakalářského studia fyziky, kteří většinou pokračují v navazujícím magisterském studiu učitelství fyziky. Přínos spočívá v zatraktivnění úloh pomocí modernějšího pojetí s využitím informačních a komunikačních technologií (ICT) a moderních pomůcek. Cílem je především propojení těchto laboratorních úloh s praxí a využitím výsledků v každodenním životě. Jednotlivé úlohy se zabývají spektrálními vlastnostmi různých zdrojů světla, spektrálními vlastnostmi světla odraženého od různých materiálů a také spektrálními vlastnostmi světla prošlého přes různé materiály. K měření se využívají materiály z běžného života, např. se jedná o odraz světla na smirkovém papíru či průchod světla barevnými fóliemi, slunečními brýlemi či okenní fólií. Studenti rozvíjejí experimentální dovednosti a získají představu o mísení barev, a proč člověk vidí předměty kolem sebe danou barvou.

Modernizace fyzikálního praktika

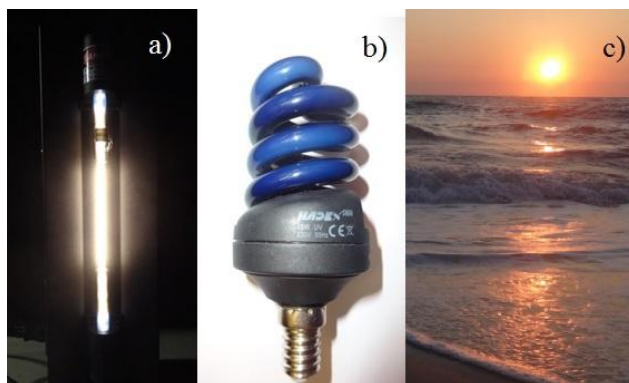
Současné úlohy ve fyzikálním praktiku z optiky byly inspirovány publikacemi Praktikum školních pokusů pro studující pedagogických fakult [1] a Praktikum školních pokusů pro pedagogické fakulty [2]. Byla vytvořena zadání pro 10 úloh [3]. Nicméně tato zadání byla vytvořena již v roce 2004. S vývojem nových technologií, modernějších přístrojů a především nových zdrojů světla se stávají tyto úlohy zastaralé. Jedná se především o úlohu týkající se naměření polárního diagramu osvětlení pro 12 V žárovku, která se již běžně nepoužívá. Nahrazena je novými zdroji světla, např. úspornými zářivkami či LED. Při měření se již využívají čidla připojená k pc, jedná se o luxmetr a čidlo vzdálenosti od firmy Vernier [4]. Práce při měření je tímto ulehčena a studenti mohou proměřit více zdrojů světla než pouhý jeden. Taktéž v praktiku chybělo jakékoliv měření spektrálních charakteristik běžně používaných zdrojů světla. Pomocí klasického mřížkového nebo hranolového spektrometru se pouze určovaly vlnové délky spektrálních čar helia a neonu, se kterými se studenti v každodenním životě nesetkají. Nyní studenti měří jak s tradičními mechanickými spektrometry, tak také s novým spektrometrem, který lze přes USB připojit k pc. Mohou tak snadno porovnávat i jednotlivá spojitá spektra různých zdrojů světla. Taktéž spektrometr využijí v dalších úlohách zaměřených na prostupnost přes různé barevné fólie a odrazivost od různých materiálů.

Zdroje světla

Studenti ve fyzikálním praktiku z optiky využívají při měřeních především ty zdroje světla, se kterými se setkávají v běžném životě. Jak vidíme na obrázku 1, jedná se tedy o klasické žárovky, kompaktní úsporné zářivky a dnes stále častěji používané LED. Samozřejmě se objeví i zdroje světla, se kterými se každý člověk nesetká, ale ve fyzice se používají, jedná se o různé spektrální výbojky, především se jedná o výbojku s heliem, vodíkem či rtutí, viz. obrázek 2. Tyto výbojky jsou v praktiku zařazeny proto, že někteří absolventi bakalářského či magisterského studia fyziky se v budoucím povolání mohou setkat se spektrální analýzou různých látek či světla přicházejícího z hvězd. A právě na základě této spektrální analýzy mohou určit, jaké prvky daný objekt tvoří.



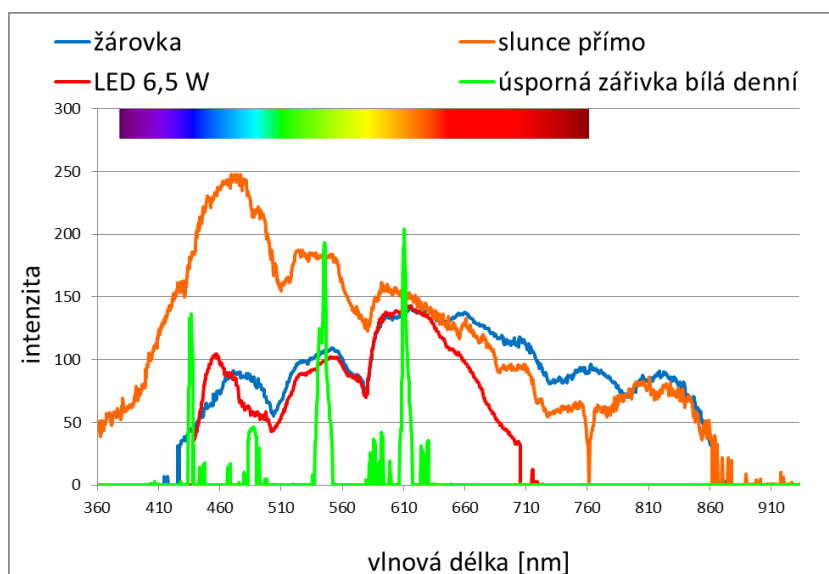
Obrázek 1 Zdroje světla:
a) klasická žárovka; b) kompaktní úsporná zářivka - spirála;
c) kompaktní úsporná zářivka - podélná; d) LED



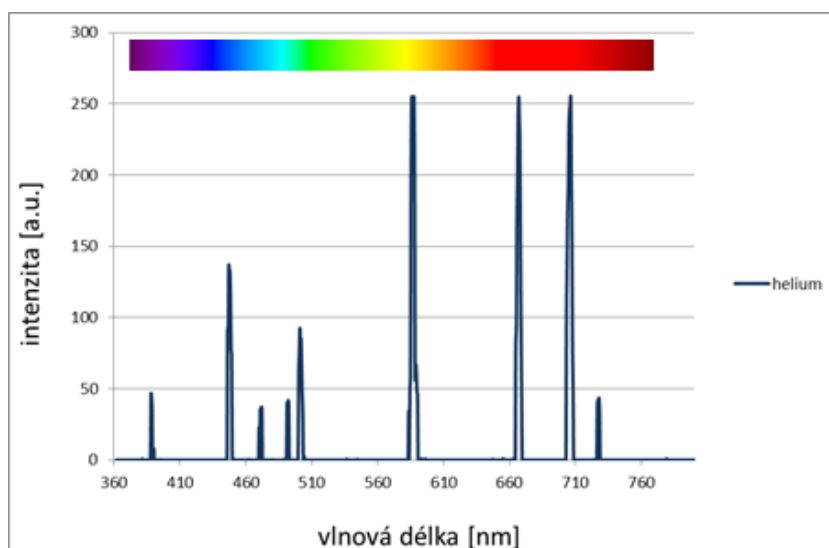
Obrázek 2 Zdroje světla: a) spektrální výbojka - helium;
b) kompaktní úsporná zářivka UV; c) sluneční záření

Spektrální charakteristiky různých zdrojů světla

V první úloze studenti proměřují spektrální charakteristiky různých zdrojů světla. V teoretické části se seznámí s typy spekter a na základě měření určují, jaká spektra mají proměřované zdroje světla. Získaná spektra vzájemně porovnávají, zejména porovnají se spektrem slunečního záření. Studenti vždy zpracují protokol o měření a zodpoví všechny otázky dle zadání. Studenti pracují se spektrometrem Spectra 1 firmy Kvant [5]. Na následujících obrázcích vidíme jednotlivá spektra zdrojů světla.



Obrázek 3 Spektrální charakteristiky: sluneční záření, klasická žárovka, kompaktní úsporná zářivka a LED

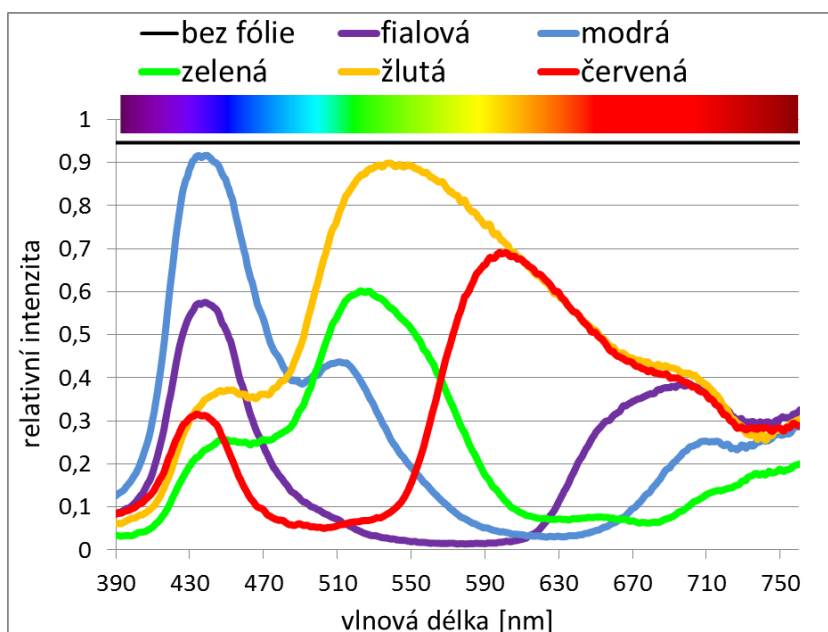


Obrázek 4 Spektrum helia

Jaké spektrální charakteristiky bude mít světlo prošlé přes různé barevné fólie?

U této úlohy se studenti seznamují se vznikem bílého světla. Co se stane, pokud bude bílé světlo procházet přes různé barevné fólie. Důležité u této úlohy je použitý zdroj bílého světla. Je tedy požadováno, aby zdroj bílého světla měl zastoupeny všechny barvy. Toho docílíme vhodnou kombinací různých zdrojů světla. Osvědčila se klasická žárovka v kombinaci s bílou chladnou LED a UV LED. Bílé světlo vzniklé kombinací těchto tří zdrojů necháme procházet přes různé barevné fólie, použít můžeme obyčejné kancelářské fólie nebo barevné průsvitné papíry. Cílem této úlohy je uvědomění si, že světlo, které projde barevnou fólií, má již jinou spektrální charakteristiku než světlo původní. Vzniklé světlo za fólií má v některých vlnových délkách výrazně nižší intenzitu. Vždy samozřejmě závisí na použité barvě fólie. Například

v případě, že použijeme modrou fólii, bude mít vzniklé světlo za fólií nejmenší pokles intenzity právě pro vlnové délky odpovídající modré barvě. Pro ostatní vlnové délky bude pokles intenzity výraznější. Platí to analogicky i pro ostatní barvy, jak můžeme vidět na následujícím grafu.



Obrázek 5 Spektrální charakteristiky světla prošlého přes barevné fólie

U této úlohy lze místo kancelářských barevných fólií použít např. sluneční brýle a sledovat jak se mění spektrum prošlého světla a úlohu je možné doplnit o naměření intenzity prošlého světla a také propustnost UVA či UVB brýlemi. Skla slunečních brýlí mohou být zabarvena do šeda, do hněda, ale také do modra. V následující tabulce můžeme vidět propustnost světla některými slunečními brýlemi.

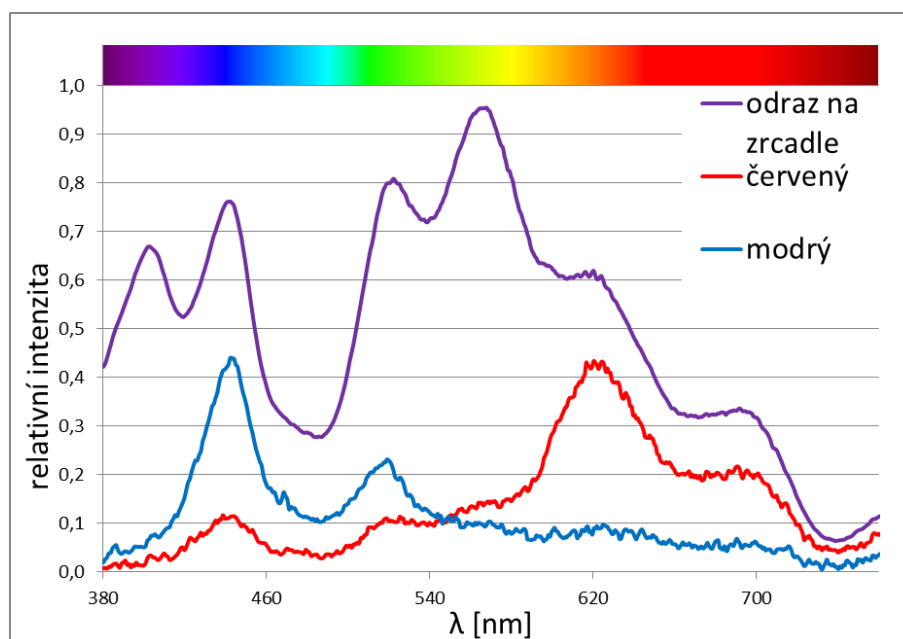
Tabulka 1 Propustnost světla, UVA a UVB slunečními brýlemi

Osvětlení [lux]	UVA [mW/m ²]	UVB [mW/m ²]	Místo nákupu
97 432 (100 %)	6173	107	hodnoty bez brýlí
16 261 (17 %)	0	0	sport
15 789 (16 %)	0	0	sport
29 325 (30 %)			
10 688 (11 %)	0	0	tržnice
20 849 (21 %)			
13 277 (17 %)	0	0	supermarket
31531 (32%)	529	0	optika

Zajímavé je, že dioptrické sluneční brýle zakoupené v optice propouštějí i částečně UVA, téměř 12% UVA brýlemi projde. Naopak brýle zakoupené v nedávné době na tržnici UVA i UVB nepropouštějí.

Jaké spektrální charakteristiky bude mít světlo odražené od povrchů různých barev?

Na obrázku 6 vidíme spektrální charakteristiky světla odraženého od modrého a červeného povrchu. Tyto křivky ještě nejsou normovány. Normujeme tak, abychom původní bílé světlo měli v grafu reprezentováno přímkou, tak jak je tomu na obrázku 5.



Obrázek 6 Spektrální charakteristiky odraženého světla od různě barevných povrchů - nenormované

Úlohu opět můžeme doplnit o další část, kdy k odrazu použijeme povrchy s různou drsností a budeme sledovat množství světla, které se od daného povrchu odrazí. Použít můžeme například smirkové papíry s různou drsností. Souvislost s praxí spočívá, že studenti zjistí, že nejvíce světla se odrazí od stříbrného a hladkého povrchu. Současně na odrazu bílého světla od povrchů různé barvy odvodí, proč člověk vidí předměty barevně. Děje se tak na základě odrazu světla od předmětů a poté toto odražené světlo vniká do lidského oka, které jej dále zpracovává.

Shrnutí

Nové úlohy zahrnuté do Fyzikálního praktika z optiky se inspiroují novými zdroji světla, modernějšími přístroji vhodnými k měření a především si kladou za cíl studentům přiblížit smysl měření propojený s využitím výsledků v běžném životě. Úlohy budou studenti měřit poprvé v akademickém roce 2014/2015.

Další informace

Příspěvek byl vypracován za podpory projektu IRP 2014 38 Modernizace fyzikálního praktika 3 (praktikum z optiky: KFY/FYZP3).

Literatura

- [1] Mazáč J., A. Hlavička: *Praktikum školních pokusů z fyziky pro studující pedagogických fakult.* SPN, Praha, 1968. ISBN 16-902-68
- [2] Lehotský D. a kol.: *Praktikum z fyziky pre pedagogické fakulty. Slovenské pedagogické nakladateľství,* Bratislava, 1966. ISBN 68-049-67
- [3] HRIVŇÁK D.: *Fyzikální praktikum.* Vyd. 1. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2004, 47 s. ISBN 80-7042-883-x.
- [4] <http://www.vernier.cz/produkty/senzory>
- [5] <http://www.forschool.eu/spectrometry/spectra/>

Vzdálené laboratoře v oblacích

FRANTIŠEK LUSTIG, PAVEL KURIŠČÁK, JIŘÍ DVOŘÁK

Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha

Vzdálené laboratoře již vzalo na vědomí mnoho učitelů. Mají své uplatnění ve formách e-learningu, ale nyní již i v klasické výuce. Příspěvek přináší ukázky nově zrekonstruovaných vzdálených experimentů vytvořených s novou softwareovou stavebnicí „ISES WEB Control JavaScript“. Název příspěvku chce naznačit, že tak jako stahujeme z pomyslného internetového oblaku hudbu, video, knihy, tak nám v tomto internetovém oblaku (v cloudu) nově přibýly vzdálené laboratoře. Použití JavaScriptu při tvorbě vzdálených experimentů otevřelo nové možnosti využívání vzdálených experimentů i v mobilních zařízeních (mobilní telefony, tablety).

Úvod

První generace vzdálených experimentů byla vybudována na Java apletech. Od roku 2002 se postupně rozvíjejí vzdálené laboratoře v ČR a SR na MFF-UK Praha, na PedF-TU Trnava, též na PedF-MU Brno aj. Ukázky rozcestníků: např. na MFF-UK Praha <http://www.ises.info> , resp. na PedF-TU v Trnavě <http://kf.truni.sk/remotelab> .

Vzdálené experimenty s Java aplety

V těchto vzdálených laboratořích se využívala universální souprava ISES [1], [2] a softwareová stavebnice ISES WEB Control [3], která obsahovala asi 30 základních Java apletů (pro graf, tlačítko, kameru, snímání dat, přenos dat, výběr dat, dále poměrně sofistikované řízení a zpracování právě měřených dat, aj.). Vzdálené experimenty na této bázi se tvořily snadno i neprogramátorům, kteří měli jenom základní znalosti z HTML.

Od roku 2012 však Java aplety začaly být omezovány samotným poskytovatelem Javy (firmou Sun Microsystems a později Oracle), protože se zde objevily bezpečnostní díry. Uživatel musel potvrzovat u každého apletu, že si je vědom rizika. Tato technologie se stala nepoužitelná nejenom pro nás, tvůrce vzdálených laboratoří, ale i banky aj. Od roku 2013 se od Java apletů odklání téměř všichni uživatelé.

Vzdálené experimenty s JavaScriptem

Také na MFF-UK Praha přecházíme od roku 2013 při tvorbě vzdálených experimentů k používání JavaScriptu. Vzdálené experimenty tvoříme s novou softwareovou stavebnicí „ISES WEB Control JavaScript“ [4]. Filosofie této softwareové stavebnice „ISES WEB Control JavaScript“ je stejná jako původní „ISES WEB Control“ [3] .

Vzdálený experiment je aplikace typu server-klient. Na serverové straně je počítač s experimentem, na klientské straně je pouze počítač s prohlížečem typu Internet Ex-

plorer, Mozilla Firefox, Chrome aj. Musí to být novější verze prohlížečů, které podporují skriptovací jazyky. Skriptování musí být v nastavení prohlížečů povoleno! To platí samozřejmě i pro mobilní zařízení.

Serverovou stranu se vzdáleným experiment tvoří počítač zapojený do sítě Internet. K tomuto počítači je připojena měřicí aparatura (např. náš ISES, resp. LabVIEW, resp. i přístroje a zařízení s RS 232, např. to mohou být i krokové motory, říditelné zdroje, multimetry aj.) a samozřejmě reálný experiment. Pozn.: pokud chceme vytvářet experimenty, které mají mít nějaké řízení, ovládání, nejsou pro tyto vzdálené experimenty vhodné měřicí systémy, které nemají výstupní kanál. Např. systémy jako je Pasco, Vernier, aj. mají pouze vstupní kanály a umožňují jenom vzdálené experimenty typu „sensing“, kdy se pouze snímají nějaké hodnoty. Vzdálené experimenty typu „control“ umožňují např. systémy ISES, LabVIEW aj., které mají několik analogových řídicích kanálů a mnoho digitálních řídicích kanálů.

Na serveru musí samozřejmě běžet speciální programy – servery: **MaesureServer** – speciální server, který komunikuje s hardware měřicí aparatury. Je to speciální vytvořený program, který komunikuje s čidly např. soupravy ISES.

Další nezbytný server je nějaký **WEB server**. My používáme volně šiřitelný NginX. Zde jsou samozřejmě uloženy i vlastní WWW stránky k experimentu napsané v HTML kódu s vloženými widgety z nové stavebnice ISES WEB Control JavaScript.

A pokud chceme mít podporu on-line kamery, je ještě třeba spustit **VideoServer** (také je součástí stavebnice ISES WEB Control JavaScript), který přenáší obraz metodou streamu, resp. jednotlivými obrázky, které se rychle snímají.

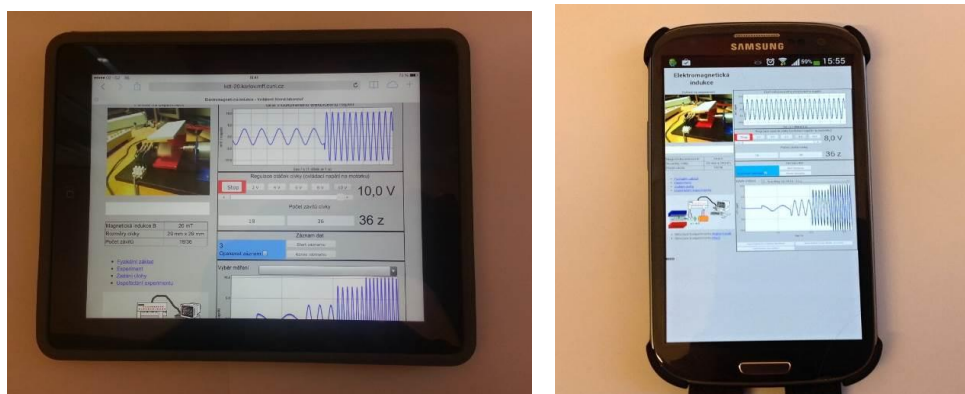
ISES WEB Control JavaScript je stavebnice, která obsahuje opět cca 30 základních JavaScriptů (grafické JavaScripty se často nazývají widgety). Tyto widgety mají mnoho flexibilních užitečných parametrů, jsou bohatě komentované a umožňují rychle „slepit“ i složitou měřicí a řídicí vzdálenou úlohu s přenosem dat i videa aj. i neprogramátorovi. Měřicí widget nově umožňuje nejenom naměření, ale třeba i spline vyhlazení dat, export různých formátů dat, grafický výstup a četnou další sofistikovanou funkčnost. No prostě je radost pracovat s tato předpřipravenými widgety. Poznámka na závěr: a pro programátory je zde možnost si tyto widgety dále programátorsky upravovat, neboť JavaScript je ve zdrojovém editovatelném tvaru.

No a ještě několik poznámek k hardware měřicí aparatury. V současné době používáme soupravu ISES-PCI, která využívá ADDA PCI kartu instalovanou ve stolním PC. Velikou výhodou řešení založených na ADDA kartě je velké množství jak vstupů, tak výstupů (např. ISES PCI s deskou relé má k dispozici 8 analogových vstupů, 2 analogové výstupy, 4 digitální výstupy a 16 reléových výstupů). Tak široké možnosti řízení experimentů nemá žádná podobná souprava. PCI karta v počítači není limitující, protože jako serverový počítač je vhodný klasický PC, který musí běžet non-stop i několik let. Proto ke vzdáleným experimentům nejsou vhodné notebooky aj. Přesto jsme připravili novou jednodušší soupravu ISES-USB, která má pouze 1 analogový vstup a jeden analogový vstup/výstup a 5 digitálních výstupů/vstupů, resp. mini soupravu ISES-USB-link, která má 1 analogový vstup a 1 analogový výstup a 6 digitál-

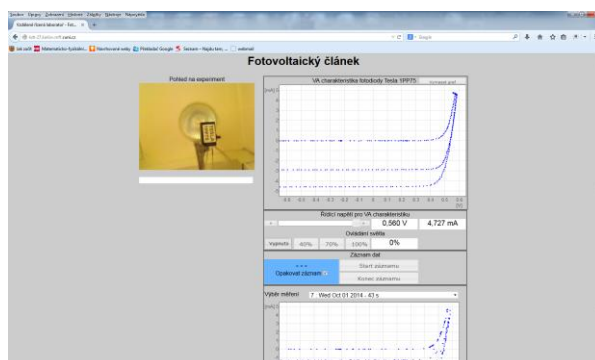
ních vstupů/výstupů. Všimněte si, že všechny varianty disponují výstupem/výstupy. Bez výstupních kanálů není vzdálený experiment!

Ukázky vzdálených experimentů s JavaScriptem

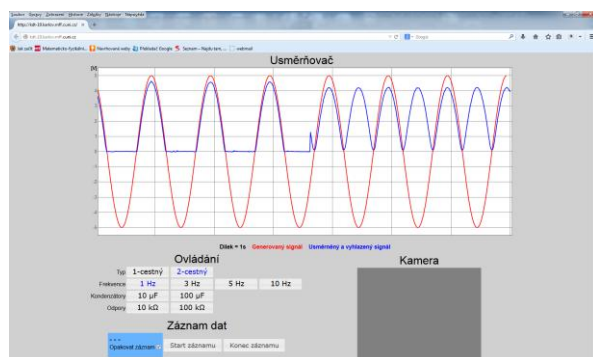
Nyní již ukázky funkčních vzdálených experimentů, které běží 24/7 (24 hodin, 7 dní v týdnu):



Obr.1: Vzdálený experiment „Elektromagnetická indukce“, http://kdt-20.karlovy.mff.cuni.cz/ovladani_2_en.html na mobilním zařízení iPad a na mobilním telefonu.



Obr.2: Vzdálený experiment „Fotovoltaický článek“, <http://kdt-27.karlovy.mff.cuni.cz> na notebooku.



Obr.3: Vzdálený experiment „Usměrňovač“, <http://kdt-19.karlovy.mff.cuni.cz> na notebooku.

Seznam dosud převedených vzdálených experimentů pod JavaScript je na <http://www.ises.info/index.php/cs/laboratory> .

Jednotlivé vzdálené úlohy:

- kdt-38.karlov.mff.cuni.cz/distances/experiment_js.html - Závislost radioaktivity na vzdálenosti od zářiče,
- kdt-38.karlov.mff.cuni.cz/shielding/experiment_js.html - Závislost radioaktivity na druhu a tloušťce vrstvy stínícího materiálu
- kdt-38.karlov.mff.cuni.cz/background/experiment_js.html - Monitorování přírodního radiačního pozadí
- kdt-17.karlov.mff.cuni.cz - Nucené kmity,
- kdt-20.karlov.mff.cuni.cz/ovladani_2_en.html - Elektromagnetická indukce
- kdt-26.karlov.mff.cuni.cz - Monitorování přírodního radiačního pozadí (bez doprovodného textu)
- kdt-27.karlov.mff.cuni.cz - Fotovoltaický článek (pozn.: pracovní adresa, později bude opět kdt-4.karlov.mff.cuni.cz)
- kdt-19.karlov.mff.cuni.cz – Usměrňovač (pozn.: pracovní adresa, později sledujte <http://www.ises.info/index.php/cs/laboratory>).

Závěr

Očekáváme, že nové technologie vzdálených experimentů s JavaScriptem, které fungují i na mobilních zařízeních, vzbudí zájem u mladé generace. S mobilními zařízeními přichází i nový m-learning a WEB 3.0 (Read/Write/Collaborate) aj.

Literatura

- [1] SCHAUER, F. LUSTIG, F. OŽVOLDOVA, M. *ISES - Internet School Experimental System for Computer-Based Laboratories in Physics*. 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.
- [2] LUSTIG, F. *Computer based system ISES*. Available at <http://www.ises.info>, 1990-2012.
- [3] LUSTIG, F., DVOŘÁK, J. *ISES WEB Control - software kit pro vzdálené laboratoře se soupravou ISES*. Výroba učebních pomůcek PC-IN/OUT, U Druhé Baterie 29, 162 00 Praha 6, tel. 602 858 056, Praha, 2003.
- [4] LUSTIG, F., DVOŘÁK, J. *ISES WEB Control JavaScript - software kit pro vzdálené laboratoře se soupravou ISES*. Výroba učebních pomůcek PC-IN/OUT, U Druhé Baterie 29, 162 00 Praha 6, tel. 602 858 056, Praha, 2013.
- [5] Rozcestník ISES a vzdálených experimentů <http://www.ises.info>
- [6] 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.
- [7] LUSTIG, F. *Školní laboratoře badatelského typu - integrace tradičních, vzdálených a virtuálních fyzikálních experimentů*, Veletrh nápadů učitelů fyziky 16, Olomouc, 2011.
- [8] SCHAUER, F., LUSTIG, F., OŽVOLDOVÁ, M. *Internet Natural Science Remote e-Laboratory (INRe-L) for Remote Experiments*, In: Innovations 2011: World Innovations in Engineering Education and Research, iNEER / ed. W. Aung, et al. - (2011), s.51-68.

Vzdělávání nadaných žáků ve fyzice

DANIELA MARTINCOVÁ

pro Gymnázium Litoměřická, Praha 9 - Prosek

Abstrakt

Příspěvek obsahuje stručný vhled do problematiky nadání a práce s nadanými žáky na 2. stupni ZŠ, SŠ a gymnáziích v předmětu fyzika. Nabízí návod jak s těmito žáky pracovat a rozvíjet jejich nadání i osobností rozvoj v hodinách fyziky i v mimoškolní činnosti. Jakým způsobem a proč je nutné propojení formálního vzdělávání nadaných žáků s neformálním vzděláváním. Příspěvek pojednává o problematice nadaných žáků, jako žáků se specifickými vzdělávacími potřebami.

Náhled na pojmy nadání, talent, genialita, inteligence a mimořádné nadání v legislativě

Z 26leté pedagogické praxe praxe učitelky matematiky a fyziky pro 2. a 3. stupeň vzdělávání vím, že většina žáků, má i dlouhodobé, vysoké a často i nadprůměrné výkony v oblasti mimo školního (formálního) vzdělávání a současně se tyto jejich výkony do hodnocení jejich výkonů ve škole promítají v malé míře.

Pojmy jako „nadání“ nebo „vysoké nadání“ nebo „talent“ v pedagogické literatuře i v praxi a nejen zde, bývají běžně používány a mnohdy zaměňovány jako synonyma. Přístupů k jejich vysvětlení je několik a autoři se navzájem definicemi a svými výklady pojmu nadání i liší, co pro běžnou pedagogickou praxi učitele není zcela podstatné. Ať už se přikloníme k pojetí jednoho či druhého autora, je na místě říci, že mnozí se shodují v tom, že **určitou míru nadání má v sobě každý jedinec**, protože všichni máme dispozice alespoň k něčemu. Pro úplnost se zmíním o:

- **Schopnosti** jsou vlastnosti osobnosti, které umožňují lidem dosahovat vytyčených cílů. ***Tuto složku osobnosti rozvíjíme učením***
- **Vlohy** - jsou chápány pouze jako ***možnosti, které je nutno rozvíjet***, jinak zakrní
- **Nadání** - souhrn schopností jednoho druhu, který umožňuje ***nadprůměrné výkony*** (souhrn vloh nebo obzvláště vyvinuté vlohy)
- **Talent** - rozvinuté nadání, ***vysoce rozvinutý souhrn schopností***, který umožňuje člověku dosáhnout ***vynikajících výkonů*** ve svém oboru
- **Genialita** - mimořádně rozvinutý talent, který umožňuje vytvářet ***vrcholná díla***, které posouvají lidské možnosti a stávají se součástí kulturního dědictví.

Mimořádně nadaným žákem se pro účely vyhlášky (Vyhláška č. 73/2005 Sb. § 12, odst. 1.) rozumí jedinec, jehož rozložení schopností dosahuje ***mimořádné úrovně při vysoké tvořivosti*** v celém okruhu činností nebo v jednotlivých rozumových oblastech, pohybových, uměleckých a sociálních dovednostech.“

Více faktorový model vysokého, mimořádného, nadání

Rozvoj nadání v talent a umožnění dosahovat u dětí a žáků vysokých a nadprůměrných výkonů vysvětluje nejčastěji používaný více faktorový model. Tento model je založen na triádě se třemi osobnostními znaky (schopnost + tvořivost + motivace) a třemi sociálními okruhy (rodinou, školou a okruhem přátel) [1].

Z různých výzkumů plyne, že většina tvořivých osob je také vysoce nadaná. Pro učitele je důležitá však i další skutečnost a to, že vysoké nadání je projevem schopnosti dosahovat vysokých výkonů, přičemž hodnota IQ není výslovně determinující. I v běžných třídách se učitel setkává s nadanými žáky nebo také se žáky „vysoce nadanými“, kteří mají tyto projevy:

- vývojově jsou před svým věkem
- učí se rychleji a také po svém, jsou ještě málo kreativní, ale sledují vlastní představy a vyvíjejí metody řešení problému
- mají schopnost hlubokého soustředění, kdy vše kolem nich plyne „flow“ a oni na to zapomenou, mají přání něco ovládat, jsou lační po vědění.

Lidé s nejvyššími výkony obecně mají lepší schopnost vnímat, organizovat a pamatovat si informace, což je výsledkem dlouhodobého procesu, promyšleného cvičení - a tato schopnost platí i navzdory věku. Jsou schopni si budovat vlastní model, jak funguje i jejich obor jako systém.

Promyšlené cvičení a jeho účinek

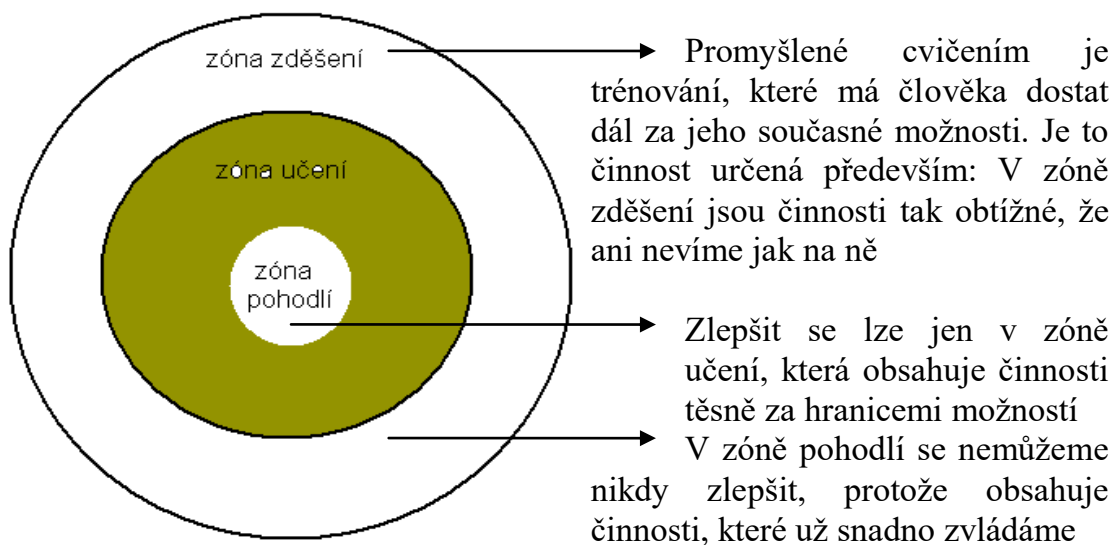
Noel Tichy, profesor Obchodní fakulty Michiganské university a bývalý šéf Centra pro rozvoj managementu Crotonville při General Electric vysvětlil myšlenku promyšleného cvičení nakreslením tří kruhů (Obr. 1). Pozitiva promyšleného cvičení jsou, že **rozdělí a umožňuje překonat a obejít hranice, které většina z nás považuje za kritické a rozvíjí schopnosti ve výjimečné**. Takto trénovaní lidé projevují obecně výjimečné vnímání, vidí, slyší stejně jako ostatní, ale vnímají z viděného, slyšeného více ve všech oblastech lidské činnosti. **Dosahují vysokých výkonů, o nichž již víme, že nejsou bez kreativity možné.**

Promyšlené cvičení má tři charakteristické rysy:

- ke zlepšení výkonu, často s pomocí někoho dalšího, lepšího, učitele
- mnohokrát se opakuje s neustálou zpětnou vazbou
- je velice duševně namáhavá při intelektuálních i i fyzických činnostech
- není zábavná

Vlivem promyšleného cvičení se mění tělo i mozek. Příklady výsledků užití promyšleného cvičení: Wilma Rudolfová, která byla jako dítě postižená obrnou a později vyhrála tři zlaté medaile v běhu, šíslající Winston Churchill, Tiger Woods.

Lidé s nejvyššími výkony obecně mají lepší schopnost vnímat, organizovat a pamatovat si informace, což je výsledkem dlouhodobého procesu, promyšleného cvičení - a tato schopnost platí i navzdory věku. Jsou schopni si budovat vlastní model, jak funguje i jejich obor jako systém. [2].



Obr. 1. Model promyšleného cvičení

Negativní dopad promyšleného cvičení je, že tvůrčí osobnosti, většinou obětují normální vztahy na osobní úrovni, aby mohli pokračovat v práci. Jsou své práci chorobně oddáni. Společenský život nebo koníčky pro ně nejsou důležité. Jejich sebevědomí se pojí s ješitností, sebestředností a narcismem. Každý z nich se zdá být z větší části soustředěný pouze na sebe, a nejenže je do svých projektů plně zabrán, ale často je uskutečňuje na úkor ostatních lidí. I tyto skutečnosti je učitel musí brát v úvahu.

Dvoji nadání = nadané děti s handicapem

Nadané děti s handicapem jsou v odborné literatuře označovány opodstatněně jako „dvakrát výjimeční“ (twice exceptional). Vyznačují se nejen výjimečnými schopnostmi v určité oblasti, ale i z důvodu své poruchy či handicapu různého stupně i intenzity se řadí k žákům se specifickými vzdělávacími potřebami. Tato skupina žáků je v našem školství velmi zanedbávanou skupinou. Jedním z důvodů, proč se tak děje, může být složitost identifikace těchto dětí. Mnohdy mohou identifikaci negativně ovlivnit očekávání jak rodičů, tak i učitelů. ***Nadání těchto žáků zůstane často skryto také proto, že některé děti využijí svoje schopnosti ke kompenzaci svých nedostatků a následně se ve třídě jeví jako průměrní jedinci, kterým není třeba věnovat zvláštní pozornost.***

Specifické poruchy učení se projevují u dětí napříč celým spektrem rozložení inteligenčního kvocientu, tedy jak u dětí nadprůměrně (např. Albert Einstein byl také dyslektik), tak i podprůměrně inteligentních. Vývojovou poruchou čtení byl postižen například slavný státník Winston Churchill nebo zakladatel Microsoftu Bill Gates. Další významné osobnosti měly poruchu čtení: W. A. Mozart, Leonardo da Vinci, Gustav Flaubert, Walt Disney, Hans Christian Andersen, Tom Cruise, Whoopi Goldberg, Pablo Picasso nebo také Alexander Bell, gen. George S. Patton, Thomas A. Edison, J. F. Kennedy, Woodrow Wilson, George Bush a jiní [3] .

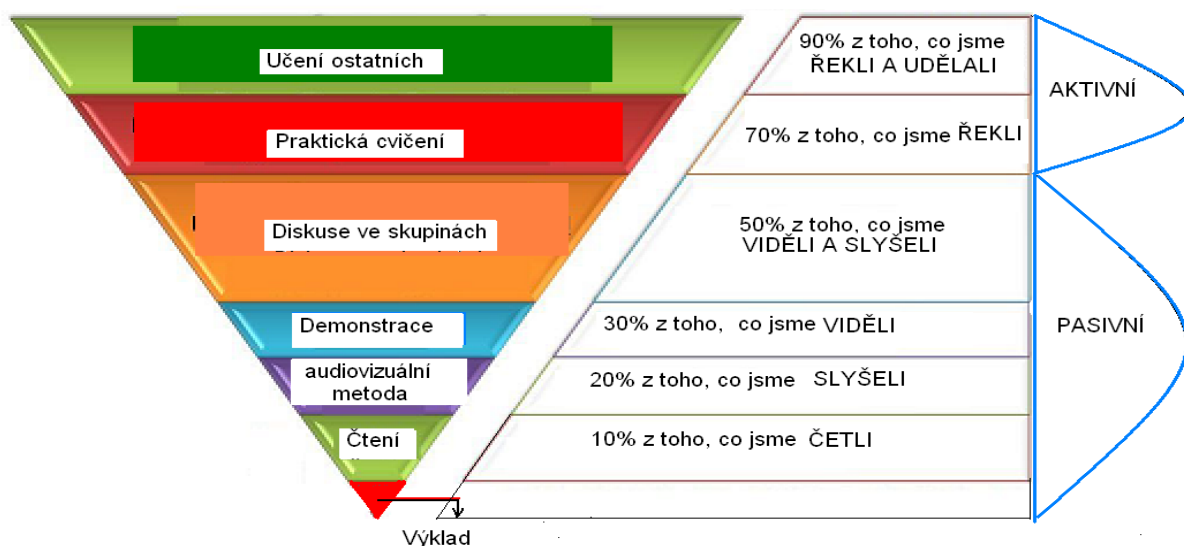
Příklady z pedagogické praxe:

- **žáci jsou identifikováni jako nadaní, ale mají řadu problémů ve škole.** Tyto děti, žáci i studenti, bývají často charakterizováni jako líní, s nedostatkem motivace, se sníženým sebe pojetím. Porucha učení nebývá u této skupiny odhalena. Dítě se s nadměrným úsilím snaží handicap maskovat. Problém narůstá zejména v těch školních oblastech, kde se musí rychle a správně číst, psát a memorovat fakta
- **žáci jsou identifikováni jako děti s poruchami učení, avšak bez výjimečných schopností.** Neinformovaní pedagogové mají tendenci tuto skupinu dětí často výrazně podhodnocovat. Intelektové schopnosti těchto dětí se dále nerozvíjí, dítě nedostává odpovídající podnětné materiály, ztrácí motivaci a často na školu rezignuje
- **žáci, u kterých se jejich nadprůměrné schopnosti a nadání vzájemně maskují.** Těmto dětem se nedostává ani kompenzace poruch učení, ani se nehodnotí a neidentifikují jako výjimečné. Ve škole jsou hodnoceni jako průměrní, bez problémů, ve skutečnosti fungují na nižší úrovni, než jsou jejich schopnosti. [4]

Efektivita učení

Návod jak zvýšit efektivitu práce učitele ve výuce v běžné třídě je možné najít také v pyramidě učení podle Kalouse, Obst a kol., 2002. Ta je obecně platná pro výuku jakéhokoliv předmětu. Vyjadřuje míru pasivní a aktivní práce samotných žáků. [5]

Efektivita učení upravená podle pyramidy učení Kalhous, Obst & kol., 2002



Učitel se sám rozhoduje nejen v hodině fyziky, jestli látku odučí, předvede pokus a pod, anebo se rozhodne danou látku i s pokusem žáky naučit, anebo jako svou pedagogickou metodu si určí, **umožnit žákům danou látku naučit své spolužáky a nejen je.** Efektivně vytvářet možnosti, aby žáci a studenti se mohli učit navzájem a tím rozvíjet své silné stránky a sdílet je se svým okolím jsou různé. Od aktivizačních metod práce v hodině až po objevitelské, školní a mimoškolní projekty, zájmové a neformální vzdělávání, činnosti a soutěže, SOČ, e-learning. Každý ročník VNUF je

jejich pestrá přehlídka, které stačí už jen dělat. Potřebu sdílet své dobré zkušenosti a poznatky a i tím se dál rozvíjet, mají stejnou jak učitelé, tak i jejich žáci.

Projekt Vím proč!, SOČ a další

Jako dobrý příklad z praxe při odhalování i latentního nadání svěřených žáků, ve výuce fyziky s cílem podílet se na jejich osobnostním rozvoji bych se ráda zmínila především o projektu s názvem „Vím proč!“ Tento projekt v sobě sjednocuje všechny výše již uvedené možnosti jak zvýšit efektivitu školního vzdělávání sdílením vědomostí mezi žáky a studenty. Je cíleně zaměřen pro výuku fyziky a jejich příbuzných technických a přírodovědných oborů přednostně pro žáky na 2. stupni ZŠ a SŠ a gymnázií. Účastnit se ho mohou samotní žáci a studenti i s učiteli, rodiči a také žáci nižší věkové kategorie s učitelem, rodičem, vedoucím kroužku, klubu. Nabízí obohacení výuky formálního vzdělávání o poznatky a dovednosti samotných žáků i ze vzdělávání neformálního a vhodným způsobem je spojuje. Tento projekt byl představen na minulém VNUF 2013, v Hradci Králové a pro šk. rok 2014/2015 vstupuje do 2. ročníku se svou soutěžní částí, která začíná od 1. 10.2014. Ukázky sdílených videí nejen mých žáků z primy a sekundy víceletého gymnázia, kterou vytvořili někdy s větší, jindy s menší mojí pomocí nebo rodičů a se spolužáky a kamarády najdete na <http://www.vimproc.cz>.

Na závěr mého příspěvku bych se ráda krátce zmínila o projektu SOČ (Středoškolské odborné činnosti), která je určena cíleně pro talentované středoškoláky. Odborná témata a náměty i ze soutěže „Vím proč!“ lze zpracovat na různé úrovni a také rozvinout pro praktické použití. Tudiž, mohou být podnětem k další individuální práci s nadanými studenty. [5]

Závěr

I ve výuce fyziky se v práci se žáky do popředí dostává odhalování jejich nadání, vytváření možností pro rozvoj jejich kreativity a komplexní rozvoj jejich osobnosti. Současné speciální diagnostické metody tomu napomáhají. Ve srovnání s vývojem v dopravě (minulost a současnost), v medicíně a pod je dobré si uvědomit, že i současné metody vzdělávání se vyvíjí a dosahují úrovně „Mozartova génia“. Tyto skutečnosti nabývají ještě většího významu u žáků a studentů se dvojitým nadáním. Zvýšení efektivity své práce učitel může docílit také vytvářením podmínek pro sebe prezentaci žáků a studentů, pro jejich učení se navzájem a propojením s neformálním vzděláváním, nehledě na další možnosti obohacování výuky, doporučení akcelerace, IVP, e-learning, mimoškolní zájmové vzdělávání, mentoring.

Literatura

- [1] Mönks F.J., Ypenburg I.H. : *Nadané dítě*, Praha GRADA, 2002, str. 23
- [2] Geoff Colwin : *Talent nerozhoduje*, Computer Press, 2010, s. 188
- [3] <http://www.nidm.cz/neformalni-vzdelavani/specificke-poruchy-uceni-1-cast>
- [4] Dočkal. V. : *Zaměřeno na talenty aneb Nadání má každý*, Nakladatelství lidové noviny, 2005, s. 191
- [5] Kalhous. Z., Obst O. : *Školní didaktika*, Nakladatelství Portál, Praha, 2003

Poloha, rychlost, zrychlení

TOMÁŠ NEČAS

Gymnázium Brno

Abstrakt

V příspěvku stručně předvedu postup, jak výklad uvedených pojmů postavit na měření polohy pomocí sonaru. Představím několik nápadů na využití programu Geogebra v kinematice a doplním jeden námět na studentský projekt s akcelerometrem.

Motivace

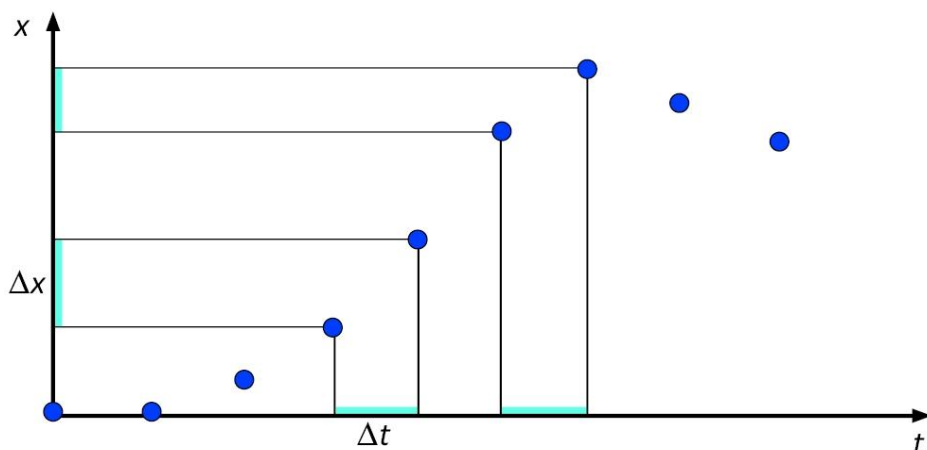
Kinematika na střední škole nabízí hodně možností, jak přispět k budování stěžejních matematických konceptů ve fyzice (souřadnice, funkce, vektory, diferenciální počet, numerické metody). Následující text nabízí několik nápadů, jak toho dosáhnout a neztratit přitom příliš mnoho času. V prvé řadě považuji za nezbytné rozdělit pohyb po přímce a pohyb ve více dimenzích, podobně jako je tomu např. ve známé učebnici [1]. Pokud toto neučiníme, bude výklad buď špatný nebo příliš složitý. Logika našeho postupu pak přibližně sleduje následující schéma:

- 1) Určování polohy pomocí souřadnic.
- 2) Jak popsat, pochopit a změřit přímočarý pohyb (definice veličin, grafy, měření).
- 3) Jednoduché druhy pohybu a jejich matematický popis.
- 4) Přejít do prostoru (může být jen kvalitativně).

Dále se budu věnovat už jen vybraným nápadům.

Měření

K zavedení kinematických veličin nám významně pomůže senzor polohy (sonar) a počítač ke zpracování dat. Dál stačí obyčejný vozík nebo autíčko, stůl a dlouhá deska. Sonar měří polohu v závislosti na čase danou vzorkovací frekvencí. To je pro náš postup ideální, můžeme zaznamenávat různé druhy pohybu vozíku a analyzovat získané grafy. Studenti pak mohou celkem přirozeně dojít k definici rychlosti $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ a to včetně znaménka a úvahy o tom, že pohyb vozíčku je ve skutečnosti spojitý (viz obrázek 1).



Ovládací program pak umí zobrazit i dopočítávaný graf $v(t)$, který lze využít k definici zrychlení. Rovnoměrný pohyb můžeme zrealizovat pomocí vozíčku s pohonem a pohyb rovnoměrně zrychlený pomocí mírně nakloněné roviny.

Geogebra

K vizualizaci pohybu, kreslení grafů či numerickému řešení úloh lze velmi snadno vytvořit aplikace v programu Geogebra, který je volně šířitelný [2]. Na webové stránce autora [3] lze stáhnout několik ukázkových aplikací s tématy

1) Pohyb po přímce – srážka vlaků

Animace pohybu bodu a kreslení grafu $x(t)$ je předvedena na úloze rychlík dohání osobní vlak. Úlohu můžeme řešit graficky a měnit parametry zadání.

2) Šikmý vrh

Animace klasického šikmého vrhu s možností volby parametrů – dva různé způsoby řešení.

3) Pohyb s odporem vzduchu

Ukázka numerického řešení úlohy pomocí Newtonovy metody, aneb jak se vyhnout diferenciálním rovnicím.

Výhodou je, že na rozdíl například od appletů dostupných na síti nejde o „černou skříňku“. Tvorbu aplikací v Geogebře zvládnou i šikovnější studenti.

Zrychlení auta při rozjezdu

Kinematika by se mohla zdát poměrně teoretická, avšak opak je pravdou, neboť v dnešní době je například akcelerometry vybavena většina aut a mají je i studenti v chytrých telefonech. Můžeme jim pak zadat jako samostatný úkol nebo projekt měření zrychlení v různých situacích. Že to opravdu může být zajímavé vás snad přesvědčí následující příklad. Studenti porovnávali zrychlení dvou různých aut při akceleraci z 0 na 100 km/h. společně jsme se pak pokusili o některé výpočty a jejich porovnání s nameřenými daty (to však vyžaduje i znalosti z dynamiky). Zde jsou výsledky:

Renault Megane Grand Tour

Motor: 1,5dCi, výkon 81 kW

Poháněná náprava: přední

Hmotnost 1400 kg

Převodovka: manuální

Udávané zrychlení (0-100): 11s

Výpočty

$$a_{\text{prům}} = \Delta v / \Delta t = 28 / 11 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$a_{100} = P / mv = 81000 / 1550 \cdot 28 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 1,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$a_0 = 0,6 \cdot g f = 0,36 g = 3,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Škoda Octavia Combi

Motor: 1,8TSI, výkon 132kW

Poháněná náprava: 4x4, odpojitelná

Hmotnost: 1350 kg

Převodovka: automatická (DSG)

Udávané zrychlení (0-100): 7,5 s

Výpočty

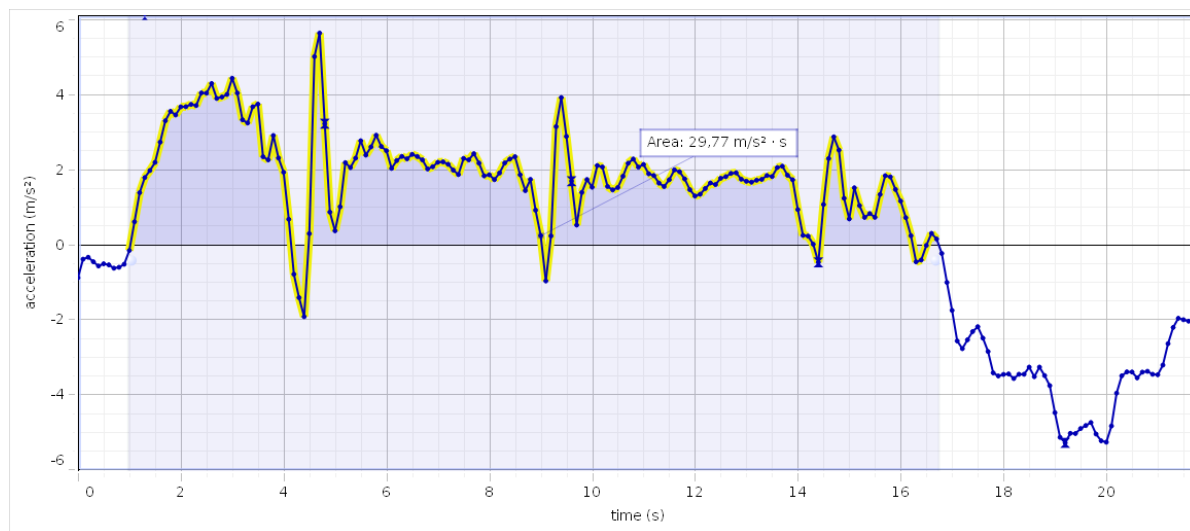
$$a_{\text{prům}} = \Delta v / \Delta t = 28 / 7,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 3,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

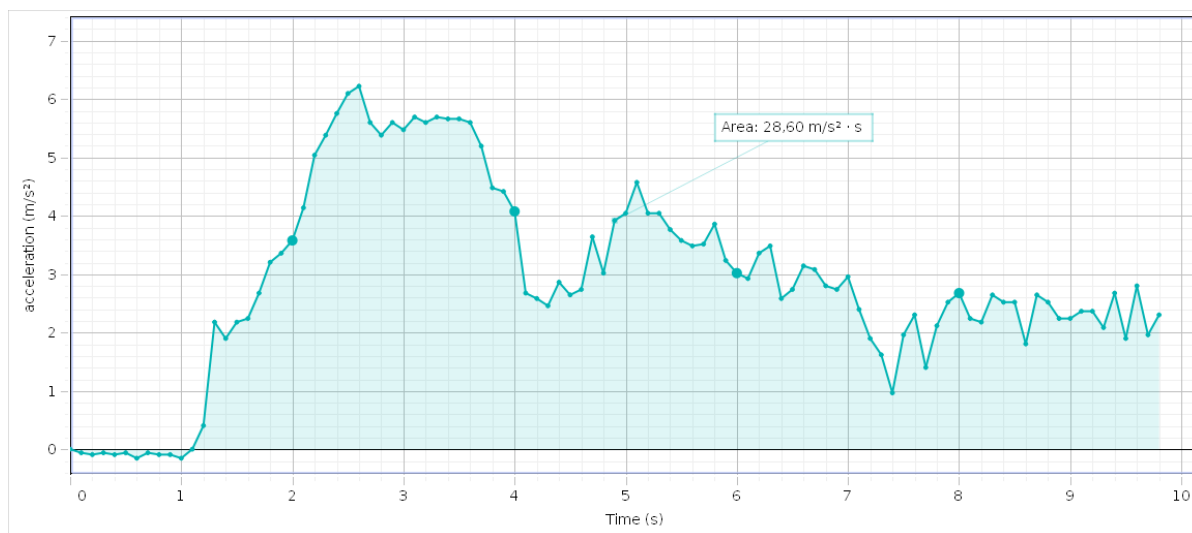
$$a_{100} = P / mv = 132000 / 1500 \cdot 28 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 3,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$a_0 = g f = 0,6 g = 6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$a_{\text{prům}}$ je průměrné zrychlení na celém úseku, a_{100} je maximální teoretické zrychlení při rychlosti 100 km/h počítané z výkonu motoru (bez započítání odporových sil), a_0 je maximální možné zrychlení počítané z maximální třecí síly (u pohonu všech 4 kol počítáme s ideálním rozložením síly na nápravy, u pohonu přední nápravy počítáme s tím, že 60% hmotnosti auta zatěžuje přední nápravu), koeficient tření silnice – pneumatiky 0,6.

Změřené grafy najdete na obrázcích 2 a 3. V rámečku je vypočítaná plocha pod grafem odpovídající dosažené rychlosti (přibližně 100 km/h).





Literatura

- [1] Halliday D. a kol.: *Fyzika*. VUTIUM Brno, Prometheus Praha, 2000.
- [2] <http://www.geogebra.com/>
- [3] <https://sites.google.com/site/jaroska14>

Liquid Crystals in the Classroom

JERNEJA PAVLIN

Faculty of Education, University of Ljubljana, Slovenia

Liquid crystal displays are a context for exploring many different physics phenomena. In the contribution few experiments related to liquid crystal displays are presented. The focus is on liquid crystals, its role in liquid crystal displays and on experiments that illustrate the key liquid crystals properties.

Introduction

Physics education community deals with the fact that there is lack of interest for studying physics [1,2]. The reason that school physics seems uninteresting, not useful and boring might be topics they meet are old [3]. An attempt was made to partly solve the problem with the introduction of interdisciplinary modern science contents into teaching of physics. When thinking about physics topics, which are interesting, related to daily life and enable students to identify the connection with current academic research and applied science liquid crystals immediately come to the front. Why to teach and learn about liquid crystals? Liquid crystals can be directly put into the context of liquid crystals displays, which students handle every day. Another important fact is that liquid crystals research field is active [4,5]. Liquid crystals are interdisciplinary topic intertwining chemistry, physics, computer sciences, biology, math, etc. Various experiments can be carried out with liquid crystals. The content of experiments covers aims from the curricula. One can also find number of publication about liquid crystals on different level of difficulties as some researchers, besides an academic research, try to present their work also to wider audience [4,5].

What are we staring at every day?

We cannot imagine life without laptops, ipods, mobile phones, etc. All those have something in common – the liquid crystal display (LCD). Have you ever observed the display through a drop of water on it? Try it. Water droplet acts like a lens and one can easily see pixels. Curiosity might leads us further to the question how does the LCD work. One can find explanation on web which is important source of information. If we write into *google* "LCD*" we get billion of hits. It seems that people have interest in LCDs. Since physics should present the bridge between physical innovations and applications as well as physical correct information physics teacher have to follow to the development.

If we simplify the LCD monitor has a power supply, an electronic circuit and a screen. Typical parts of LCD monitor screen are fluorescent lamp, light guide plate, first diffusive foil, prism foil, second diffusive foil and LCD panel with part of the electronics [6]. In the contribution we focus on LCD panel, more specifically on LCD

picture element (pixel). Pixel has three parts – red, blue, green. Each part of the pixel (the cell) is composed of crossed polarizers with twisted nematic liquid crystal between and colour filter (red, blue or green). In the described case the cell transmits light and the state is bright. When electric field is applied the electric dipole is induced in a nonpolar liquid crystals' molecules. Electric torque tends to arrange molecules in the direction parallel or perpendicular to the external field, depending on the molecular properties [7]. The greater the dipole is (at constant electric field) the greater is the torque and the consequent average rotation of molecule. The arrangement of molecules in cells used in displays is shown on Figure 1 [4,8].

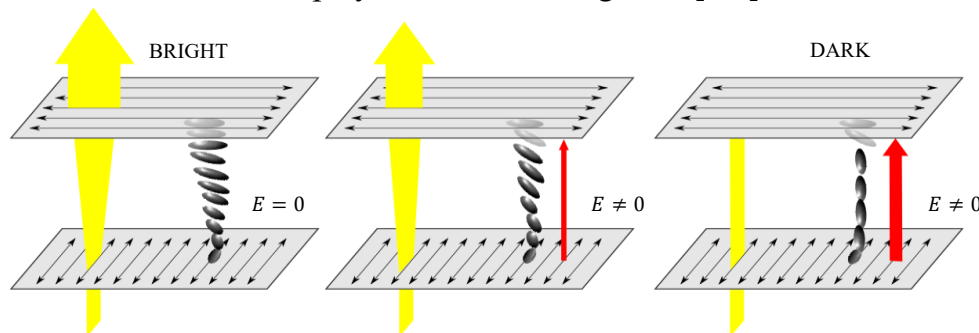


Figure 1: The arrangement of molecules in cells used for displays. (a) The 'bright state' is achieved without an applied electric field (the cell transmits light); (b) when voltage is applied to the two glass plates molecules rearrange and the cell partly transmits light; (c) the 'dark state' is achieved when high voltage is applied and molecules rearrange in the direction of E-field (the cell does not transmit light) [9]

Activities presented in continuation are related to exploration of LCD and to more detailed presentation of liquid crystals on qualitative level.

(1) Observing of LCD with USB microscope

We suggest that students explore the LCD screen by themselves by using USB microscope. Focus of students' attention is achieved by observing of figure with the primary and secondary colours and white. They find out why primary colours are primary and how the primary colours are combined into the secondary colours and white (Figure 2a). From observing few random parts of the screen it is seen that the pattern repeats. The smallest element of pattern is called pixel. It has three parts, one for each colour. From observations it can be also concluded that intensity of each part can be manipulated (Figure 2b).

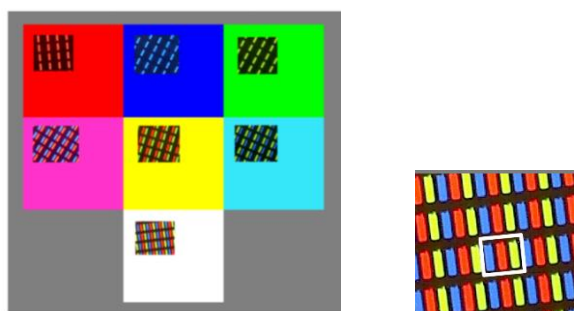


Figure 2. (a) Colour scheme for observing with USB microscope, on each colour is presented the image observed under the USB microscope; (b) Pixel

PowerPoint can be used for the preparation of colour scheme (Figure 3). Tasks for the students after observing the screen with USB microscope are (1) explore colours during setting different coloured backgrounds in PowerPoint and (2) find the area on the figure where the presented image seen under the USB microscope was taken (Figure 4).

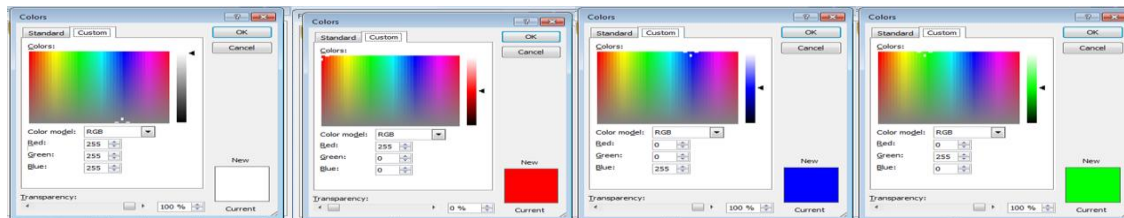


Figure 3. Settings for white, red, blue and green background in PowerPoint



Figure 4: (a) Part of the figure on the right under the USB microscope; (b) The observed figure; the presented part seen under the microscope is a border between magenta flower and orange background

(2) Showing the existence of liquid crystalline phase

Intensity of each part of the pixel can be manipulated. The substance which orientation is manipulated in LCD by electric field is a liquid crystal [10]. By name liquid crystals are meant materials that have at least one additional phase between liquid and solid. This phase is called the liquid crystalline phase and it has properties from both the liquid and crystalline phases: it flows like a liquid and it is anisotropic. Anisotropy is a property of crystals that physics properties differ in different directions [11,12]. In the most of the LCDs are used mixtures of nematic liquid crystals. Nematic phase has the simplest type of long-range ordering. Molecules in nematic phase are in general oriented in the same direction. The molecular order in the crystalline phase, the nematic liquid crystalline phase and in the isotropic liquid phase is shown schematically in Figure 5 [8].

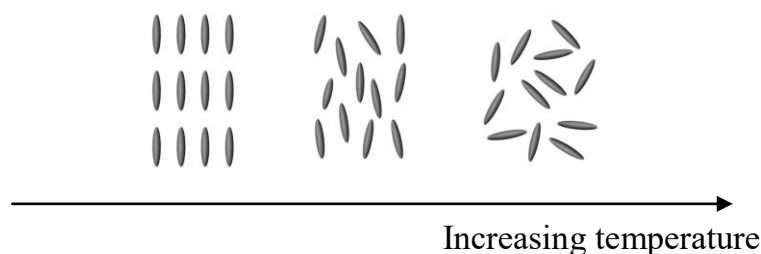


Figure 5. (a) Molecules of crystal have a long-range positional and orientational order; (b) In nematic phase exists some orientational order of long molecular axes; (c) Isotropic liquid

For getting experiences how liquid crystals look like in different phases students heat the test tube with liquid crystal in water bath, measure temperature and precisely observe what happens (Figure 6). When crystalline liquid crystal is heated it melts at the melting point and changes to liquid crystalline phase. An opaque liquid is observed. If the liquid crystal in the liquid crystalline phase is heated further the opaque liquid starts clearing and it becomes translucent at clearing point. The phase transition from liquid crystalline phase to isotropic liquid phase appears. When the temperature of liquid crystal is higher than the clearing point it is in an isotropic liquid phase.



Figure 6. Liquid crystal MBBA in different phases: (a) Crystalline; (b) Liquid crystalline (nematic) and (c) Liquid. Liquid crystal MBBA has a melting point 20 °C and a clearing point 41 °C [13,14].

(3) Exploring how polarizers work

Light transmitted through the polarizer is linearly polarized. The polarizers are anisotropic since light polarized in certain direction is absorbed more than light polarized perpendicular to this direction. Two polarizers with perpendicular transmission directions do not transmit light and for parallel do. Optical anisotropic material placed between two crossed polarizers transmits light [15,16].

Students use two polarizers and compare the transmitted intensity of light as a function of the angle between the polarizer axes (Figure 7). With one polarizer students also check whether light from the screen is polarized (Figure 8). They put a drop of liquid crystal MBBA between two crossed polarizers and observe the behaviour of anisotropic material, as liquid crystals are, between (Figure 9).

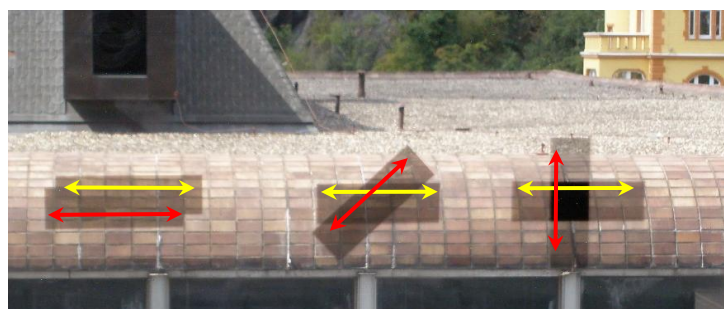


Figure 7. The intensity of transmitted light in dependence of the angle between the polarizer axes. Polarizers do not transmit light if the axes of the polarizers are perpendicular.



Figure 8. Different position of the polarizer on the screen. One can conclude that light from the screen is polarized.



Figure 9. (a) A drop of liquid crystal MBBA (anisotropic) and (b) a drop of water (isotropic) between two polarizers with perpendicular polarizer axes [10]

(5) Mechanical ordering of liquid crystals' molecules

Ordering of liquid crystals' molecules on polymeric and other surfaces is important technologic procedure at manufacturing LCDs. Surfaces applied with polymer are rubbed. Molecules orient with their long axes parallel to the surface in the rubbing direction. The quality of ordering can be observed under the polarizing microscope [4].

Students fabricate a planar cell (Figure 10). They rub the microscope slide with velvet. After the rubbing of microscope slide a drop of liquid crystal is put on it and covered with a cover glass. The fabricated cell is placed the between two crossed polarizer. Students observe it under the microscope.

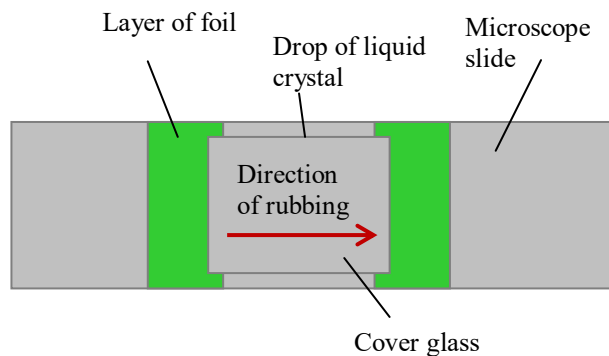


Figure 10. Schematic presentation of the planar cell

(6) Illustrating anisotropy of liquid crystals – double refraction

Liquid crystals are birefringent. The most easily observed and striking optical property of transparent birefringent materials is a double refraction. The double refraction is usually demonstrated by observing the doubling of a text observed through the calcite [16]. When a polarizer is placed behind the calcite (or in front of it), one of the figures disappear if the polarizer's transmission direction coincides with the polarization of the transmitted light. By using a wedge liquid crystalline cell one can carry a more straightforward experiment which demonstrates the splitting of the unpolarised incident light ray into two rays of linearly polarized light [18].

Students direct laser pointer light on the wedge liquid crystalline cell and find the area of the cell where the laser beam splits into two beams (figure 11). The verification of light polarization in the two beams is done by rotating the polarizer between the cell and the distant screen.



Figure 11: Experimental setup for demonstrating the double refraction

Conclusion

The article briefly describes the experiments which help students assimilate concepts related to liquid crystals in context of liquid crystal displays. During the experimental work students gather experiences with liquid crystals, liquid crystal displays, USB microscope, polarizers and the liquid crystalline cells.

Acknowledgment

I am very grateful to Mojca Čepič for many helpful discussions related to liquid crystals. The presented work was partially funded by the Slovenian Research Agency (ARRS) within project J5-4002.

Literature

[1] Osborne J & Dillon J 2008 *Science education in Europe: Critical reflections* (London: Nuffield Foundation)

- [2] Saleh S 2012 The effectiveness of brain-based teaching approach in dealing with the problems of students' conceptual understanding and learning motivation towards physics *Educ. Stud.* **38** 19-29
- [3] Shabajee P & Postlethwaite K 2000 What happened to modern physics? *Sch. Sci. Rev.* **81** 51-6
- [4] Dunmur D & Sluckin T 2011 Soap, science and flat-screen TVs, A history of liquid crystals (New York: Oxford University Press Inc)
- [5] Čepič M 2012 Teaching liquid crystals – observation inspired curiosity *Liq. Cryst.* **41** 452-64
- [6] Planinšič G & Gojkošek M 2011 Prism foil from an LCD monitor as a tool for teaching introductory optics. *Eur. J. Phys.* **32** 601-613
- [7] Moses T & Jensen B 1998 The Freedericksz transition in liquid crystals: an undergraduate experiment for the advanced laboratory *Am. J. Phys.* **66** 49-56
- [8] De Gennes P G & Prost J 1993 *Physics of Liquid Crystals* 2nd edn (Oxford: Clarendon)
- [9] Pavlin J 2013 *Liquid crystals as a means of introducing modern topics into teaching of physics: teaching module Liquid crystals for the highschool and university level* Doctoral thesis (Maribor: Faculty of natural sciences and mathematics)
- [10] Pečar M, Pavlin J, Susman K, Zihlerl S, Vereš L in Čepič M 2012 Hands-on experiments for demonstration of liquid crystals properties. *Proceeding book of the Joint International Conference MPTL '16 - HSCI 2011 : MPTL '16 Workshop on Multimedia in Physics Teaching and Learning [and] Hsci 2011 Conference Hands on Science*
- [11] Zihlerl S, Susman K, Pavlin J, Bajc J & Čepič M Teaching liquid crystals with a wood model *Mol. cryst. liq. cryst.* **547** 241-8
- [12] Čepič M 2012 Knitted patterns as a model for anisotropy *Phys. Educ.* **47** 456-61
- [13] Verbit L 1972 Liquid crystals - synthesis and properties *J. Chem. Educ.* **49** 36-9
- [14] Pavlin J, Susman K, Zihlerl S, Vaupotič N & Čepič M 2011 How to teach liquid crystals *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* **547** 255-61
- [15] Pavlin J, Vaupotič N & Čepič M 2013 Liquid crystals: a new topic in physics for undergraduates. *Eur. J. Phys.* **34** 745-761
- [16] Babič V & Čepič M 2009 Complementary colors for a physicist *Eur. J. Phys.* **30** 793-806
- [17] Hecht E 1998 *Optics* 3rd ed. (Reading: Addison Wesley Longman)
- [18] Pavlin J, Vaupotič N & Čepič N 2013b Direction dependence of the extraordinary refraction index in uniaxial nematic liquid crystals. *Eur. J. Phys.* **34** 331-44

Pár zajímavých nápadů V

VÁCLAV PAZDERA

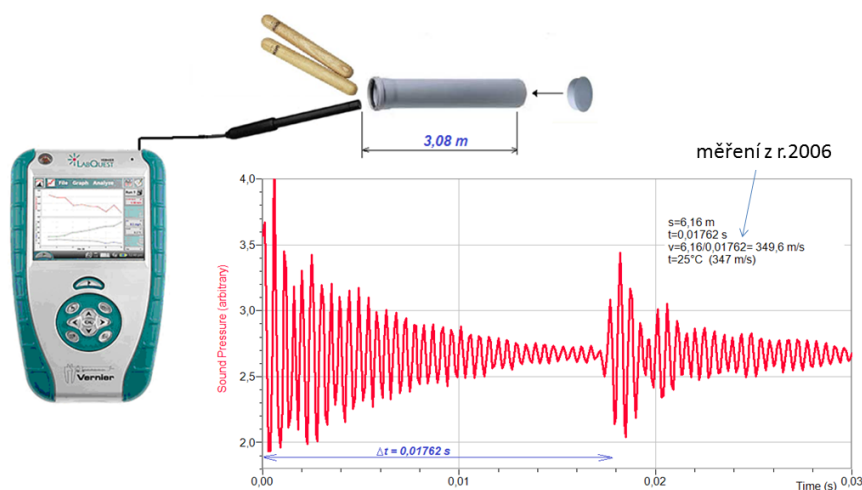
Gymnázium, Olomouc

Abstrakt

V první části je příspěvek věnován měření rychlosti zvuku ve vzduchu pomocí ohňostroje rakety. V druhé části je příspěvek věnován LED zdrojům světla, které lze použít k míšení barev.

Měření rychlosti zvuku ve vzduchu

V roce 2004 jsem na IX. Veletrhu nápadů učitelů fyziky v Brně předváděl metodu měření rychlosti zvuku, kterou jsem doposud nikde neviděl, která k měření využívá odpadové roury [1]. K měření jsem použil analyzátor CBL.



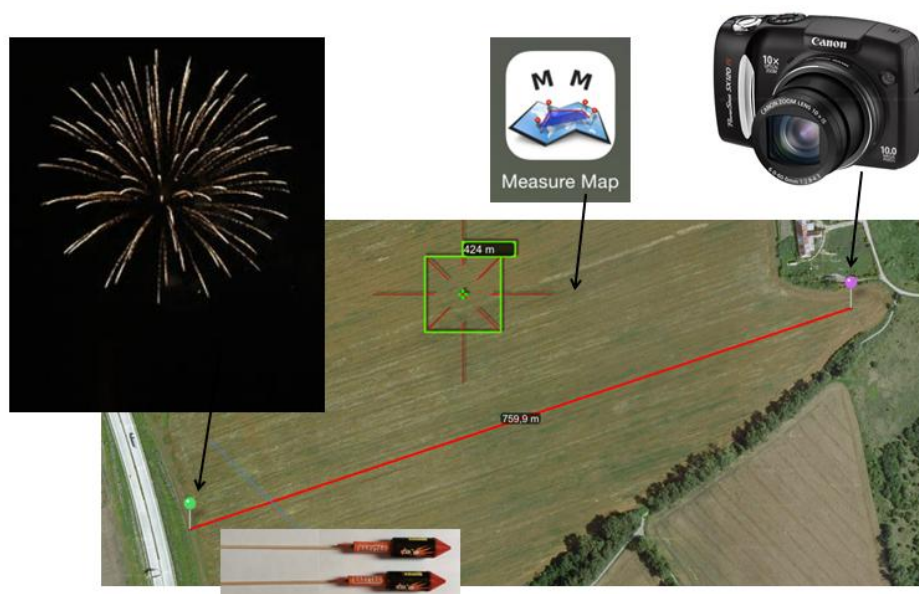
Obr. 1. Princip měření rychlosti zvuku ve vzduchu pomocí odpadových rour. K měření je použit měřicí systém Vernier

Toto měření jsem vymyslel v roce 2002 a měřil jsem ho pomocí měřicího systému CBL (Texas Instruments). Na obr. 1 je měření z roku 2006, kdy jsem už stejnou metodou měřil rychlost zvuku pomocí měřicího systému Vernier. Tuto metodu používám nejčastěji při měření rychlosti zvuku ve své výuce. Je jednoduchá, spolehlivá, velmi přesná (viz výsledek na obr. 1), umožňuje **další varianty** měření (měnit teplotu vzduchu, oddělat zátku, naměřit více odrazů, měnit délku trubky, ...).

Měření rychlosti zvuku ve vzduchu pomocí ohňostroje rakety.

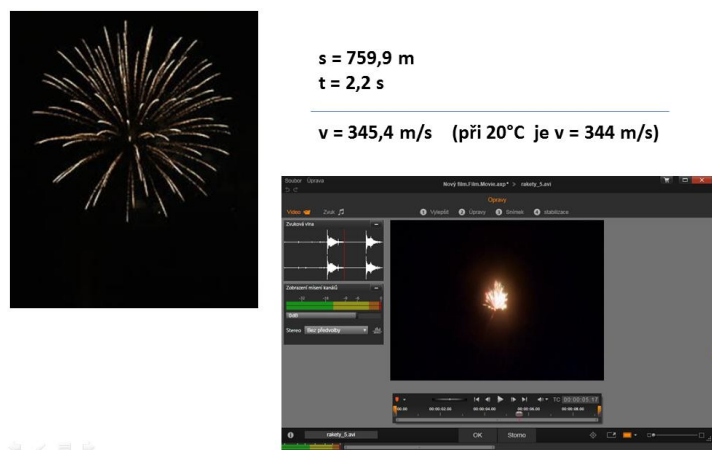
Když se se studenty bavím o rychlosti zvuku, bavíme se i o metodách, které jsou založené na poznatku, že **světlo se ve srovnání se zvukem šíří mnohem větší rychlostí**. Např. dělo umístěné ve známé vzdálenosti od pozorovatele, který měří dobu, která uplyne mezi zábleskem a zvukem výstřelu. Tento jev můžeme pozorovat při vzdálené bouři, kdy vidíme blesk a potom slyšíme hrom [2].

Pokud budeme pozorovat ohňostroje rakety z větší vzdálenosti, budeme také pozorovat nejdříve záblesk rakety a potom uslyšíme zvuk výbuchu [3]. Tato zkušenost mě přivedla k nápadu vyzkoušet si změřit rychlost zvuku pomocí ohňostroje rakety.



Obr. 2. Měření rychlosti zvuku pomocí ohňostroje rakety

Můj pomocník v místě označeném zeleně (viz obr. 2) vypouštěl rakety a já jsem ve vzdálenosti 759,9 m celý děj filmoval pomocí digitálního fotoaparátu [3]. Vzdálenost jsem velmi pohodlně změřil pomocí aplikace „Measure Map“, kterou mám v iPadu. Ze získaného videa [3] jsem pomocí programu pro zpracování videa (viz obr. 3) určil dobu mezi zábleskem a zvukem (2,2 s). Tuto dobu lze také určit docela jednoduše pomocí stopek opakovaným měřením, opakovaným pozorováním tohoto videa. Z naměřených údajů lze vypočítat rychlost zvuku ve vzduchu (viz obr. 3).



Obr. 3. Určení doby mezi zábleskem a zvukem z videa

Obr. 5. Naměřená závislost tlaku na průměru

Míšení barev pomocí LED zdrojů světla

Tuto problematiku už velmi pěkně předváděl Václav Piskač ve svém příspěvku na XV. Veletrhu nápadů učitelů fyziky v Praze [4].

Dnes jsou k dostání velmi levné (300 Kč) LED RGB zdroje světla (žárovky), které jsou dokonce opatřeny IR dálkovým ovladačem. Uvnitř žárovky jsou tři výkonové LEDky (R, G a B).



Obr. 4. Ukázka LED RGB žárovky s IR dálkovým ovladačem

Těmito zdroji světla lze velmi snadno demonstrovat míšení barev. Ovladač je opatřen mnoha tlačítky (viz obr. 3), kterými můžeme volit **základní barvy**, **doplňkové barvy** a několik dalších barev.

Stejně lze míšení barev demonstrovat i pomocí levných (600 Kč) LED RGB reflektorů (10 W).

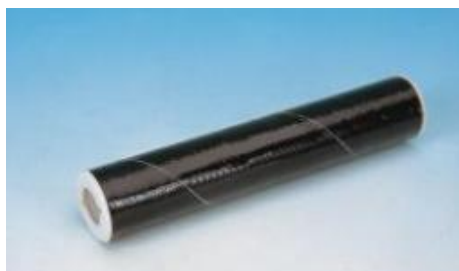


Obr. 5. Ukázka LED RGB reflektoru (10 W) s IR dálkovým ovladačem

S využitím jednoho reflektoru lze předvádět míšení barev. Stejně tak se třemi reflektory při osvětlení tělesa (stačí ruka) vzniká soubor různobarevných stínů na zdi za osvětleným tělesem (můžeme pozorovat základní i doplňkové barvy).

Spektra LED zdrojů

Jak se můžeme přesvědčit o tom, že LED RGB žárovka (viz obr. 4) má uvnitř pouze tři LEDky základních barev? Já k tomu používám jednoduchý mřížkový spektroskop, který si můžeme [5] za 250 Kč koupit nebo za 10 Kč z papíru, plastu a mřížky vyrobit [6].



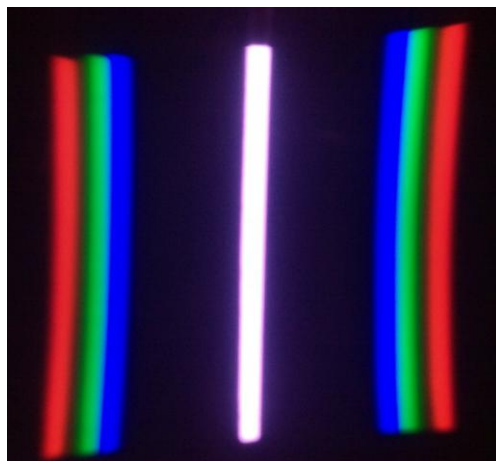
Obr. 6. Mřížkový spektroskop [5]

Aby všichni studenti mohli spektrum (zdroje) světla pozorovat současně, vyrobil jsem si dřevěnou krabici, kde jsou uvnitř různé zdroje světla. V horní části je otvor pro pozorování.

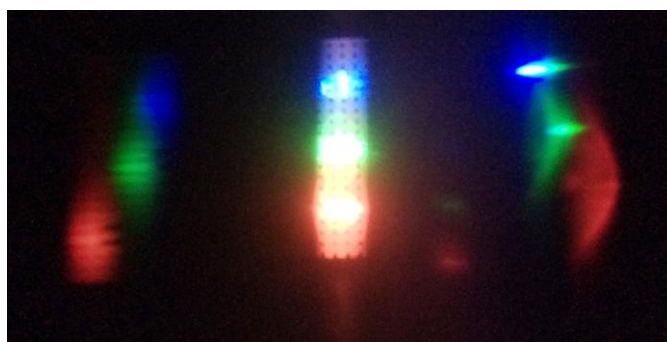


Obr. 7. Krabice k pozorování míšení světél nebo spektra světla

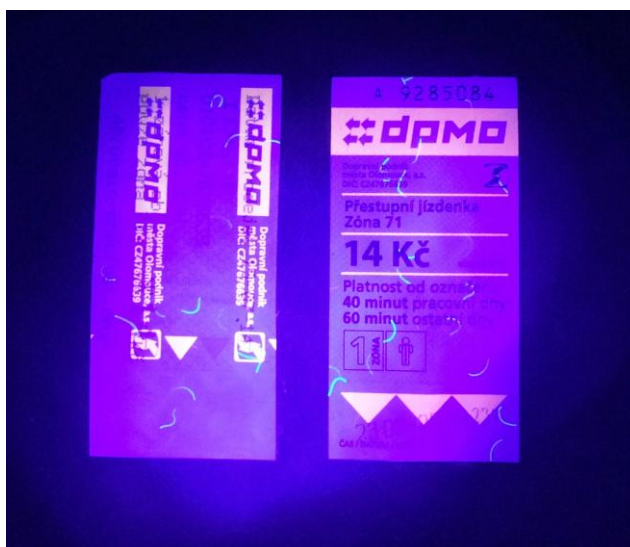
Do otvoru mohu zasunout mřížkový spektroskop a na něj položím iPad, který zapnu jako fotoaparát a obraz promítám pomocí dataprojektoru na plátno v učebně fyziky. Místo iPadu je možno použít digitální kameru nebo vizualizér.



Obr. 8. Spektrum bílého světla LED RGB žárovky v mřížkovém spektroskopu



Obr. 9. Pohled na tři LEDky (R, G, B) v mřížkovém spektroskopu



Obr. 10. Pohled na jízdenky DPMO osvětlené UV LED

Závěr

Metoda měření rychlosti zvuku pomocí ohňostrojevé rakety je velmi zajímavá a může vést studenty k využívání moderních technologií – iPad, digitální fotoaparát, videokamera, počítačové zpracování videa atd. Dále může zajímavým způsobem zpestřit výuku fyziky - měření v noci.

Moderní levné RGB LED zdroje světla ovládané dálkovým ovladačem můžeme velmi snadno, rychle a názorně použít ve vyučování k míšení barev a k demonstraci spekter těchto zdrojů světla a tím lépe a názorně objasnit tuto problematiku.

Literatura

- [1] Pazdera V.: Měření fyzikálních veličin s grafickým kalkulátorem TI-92 a datovým analyzátozem CBL. In: Sborník z konference Veletrh nápadů učitelů fyziky IX, svazek druhý, s. 81-85
- [2] http://youtu.be/_3sIKEc6CQE
- [3] <http://youtu.be/0drAik3SxS8>
- [4] <http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/15-23-Piskac.html>
Piskač V.: Barevné čelovky a spousta mikrofونů, Veletrh 15, Praha 2010
- [5] <http://www.pierron.cz/conatex/ucebni-pomucky-fyzika.php?pg=72&pd=2004460&uev=detailsView>
- [6] <http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/10-04-Hubenak.html>

Vodorovný a šikmý vrh

VÁCLAV PISKAČ

Gymnázium tř. Kpt. Jaroše, Brno

Abstrakt

Příspěvek je zaměřen na demonstrační experimenty, pomocí kterých lze s žáky podrobně rozebrat vlastnosti vodorovného a šikmého vrhu

Klíčová slova

vrhy, katapult, kinematika

1. Úvod

Vodorovný a šikmý vrh se běžně ve středoškolské fyzice popisují jako složení dvou pohybů – rovnoměrného pohybu ve vodorovném směru a volného pádu (vrhu svislého vzhůru) ve směru svislém. Pro mnohé studenty je tato analýza příliš abstraktní, vidí v ní jakýsi matematický trik. O tom, že se jedná o fyzikální realitu, je mohou přesvědčit následující pokusy.

2. Dva míčky

Úvodní experiment jsem viděl před mnoha lety a bohužel si už nepamatuji kdy a kde. Pro jeho provedení jsou nutné dva míčky – jeden pružný a druhý nepružný, pokud možno srovnatelně velké. Jako pružný míček poslouží běžná pryžová „hopskulka“, jako nepružný koule plasteliny. Míčky pustíme současně z výšky na stůl – pryžový se odrazí do výskoku, plastelina zůstane ležet na stole.

Hodíme pryžový míček na zeď tak, aby dopadal v přibližně vodorovném směru – odrazí se vodorovně, pohybuje se vodorovným vrhem. Stejným způsobem hodíme plastelínovou kouli – při nárazu na zeď se prakticky zastaví a padá k zemi volným pádem.

Chytíme míčky do jedné ruky a hodíme je na zeď společně – po odrazu jeden padá volným pádem a druhý se pohybuje vodorovným vrhem ze stejné výšky. Na zem dopadnou oba současně.

Po tomto experimentu už snad žáci uznají, že vodorovný vrh je ve svém svislém směru shodný s volným pádem.

3. Samostříl

Pokud vlastníte samostříl ať už vyrobený továrně nebo doma v dílně (viz [1]), můžete s ním demonstrovat fakt, že i tělesa vystřelená velkou rychlostí se pohybují vodorovným vrhem, tj. od okamžiku výstřelu padají dolů (tento experiment jsem před časem viděl v bruselském technickém muzeu).

Samostříl upevněte svorkami na desku stolu (na horní okraj pevné krabice). K desce přichyťte i laserové ukazovátko, které pomocí vodováhy nasměrujte tak, aby ukazo-

valo vodorovný směr. Do cesty laseru postavte do vzdálenosti cca 2 metry lepenkovou krabici.

Napněte samostříl a vložte do něj střelu – po výstřelu se střela do krabice zabodne níž než ukazuje světelná stopa laseru. Pokud krabici od samostřílu vzdálíte, zabodne se střela ještě níže. I velmi rychlá střela po výstřelu padá dolů (čím bude rychlejší, tím rychleji přeletí vzdálenost k terči a méně „spadne“ dolů).

U kulovnice s ústřovou rychlostí střely 1000 m/s ([2]) „spadne“ projektil na prvních 10 metrech o 0,5 mm (na 20 metrech o 2 mm, atd.) - při výpočtu jsem zanedbal odpor vzduchu.

4. Opice a ořech

V jedné staré sbírce úloh byla uvedena následující úvaha: na větvi stromu sedí opice a drží v prackách ořech. Lovec drží pušku tak, aby její hlaveň směřovala na ořech. V okamžiku, když vystřelí, opice pustí ořech, který volně padá dolů. Co zasáhne kulka – opici nebo ořech?

V této úloze se zanedbává odpor vzduchu, důležitý je předpoklad, že opice upustí ořech v okamžiku výstřelu, nikoliv tehdy, až výstřel uslyší (kulka je rychlejší než zvuk).

Pokusil jsem se úvahu převést do experimentu (podrobně viz [3]). Ořech nahradil blok pěnového polystyrenu, do kterého jsem vtlačil ocelový šroub. Opici nahradil elektromagnet, na kterém je polystyren zavěšen.

Lovce nahradila flusáčka z plastové trubky, ze které lze střílet hliněnými kuličkami. Trubka je osazená do jednoduchého dřevěného stojanu spojeného pevně se stolem. Ke trubce je uchyceno laserové ukazovátko namířené ve směru „hlavně“. Uvolnění polystyrenu při výstřelu zajišťuje tenký pásek alobalu napnutý přes ústí trubky. Alobalem slouží jako spínač elektromagnetu – při výstřelu kulička pásek přetrhne, obvod se vypne a polystyren se uvolní.

Bez ohledu na to, jak daleko a jak vysoko od hlavně je polystyren zavěšen, kulička vždy polystyren v pádu zasáhne. Tento pokus ukazuje jeden zajímavý fakt – šikmý vrh lze rozložit na rovnoměrný pohyb ve směru počáteční rychlosti (x_1 , y_1) a volný pád (x_2 , y_2).

$$x = v_x \cdot t, \quad y = v_y \cdot t - 1/2 \cdot g \cdot t^2$$

$$x_1 = v_x \cdot t, \quad y_1 = v_y \cdot t \qquad x_2 = 0, \quad y_2 = - 1/2 \cdot g \cdot t^2$$

Mimo tíhové pole by kulka letěla stálou rychlostí k volně se vznášejícímu polystyrenu a zasáhla by ho. V tíhovém poli Země se kulka blíží stálou rychlostí k polystyrenu, ale současně spolu padají volným pádem dolů.

5. Demonstrační prak

Vystoupení Petera Horvátha na semináři ve Vlachovicích ([4]) mě motivovalo k výrobě praku, který by dokázal střílet tenisový míček definovaným směrem a definovanou rychlostí.

Stavba praku je podrobně popsána v [5]. Nastavil jsem ho tak, aby s ním bylo možno střílet relativně bezpečně i v učebně – tah gumy je cca 50 N. Lze jej použít v různých partiích fyziky (mechanická práce, elastická energie, skládání pohybů...), zde se omezím na rámec článku.

Základním experimentem bylo určení rychlosti míčku při výstřelu. Střílel jsem z prvního patra naší školy vodorovným směrem na školní dvůr. Parapet okna je ve výšce 5,4 metru, míček doletěl do vzdálenosti 11,6 metru (určeno jako střední hodnota ze 4 pokusů). Z jednoduchého výpočtu (bez zahrnutí odporu vzduchu) plyne, že prak má „úšťovou rychlost“ 11 m/s.

Ověřovací experiment proběhl opět na školním dvoře. Spočítali jsme, jak daleko doletí míček při počátečním sklonu praku 45° - teoretická hodnota je 12,3 metru. Nachystali jsme prak do požadovaného sklonu a pásmem odměřili předpovídanou vzdálenost. Po výstřelu míček doletěl cca 0,5 metru za vyznačenou metu. To vypadá jako přijatelná chyba. Po chvíli nám došlo, že míč neopouští prak na úrovni terénu, ale asi 0,5 metru nad terénem. Proto jsme dali do předpokládaného místa dostřelu židli, která má sedák v potřebné výšce. Míček tentokrát dopadnul do středu sedáku židle. Je vidět, že u těchto experimentů nemá odpor vzduchu výraznější vliv.

K dalšímu experimentu bylo potřeba použít bycicl. Cyklista při jízdě držel prak svisle vzhůru a jel stálou rychlostí. Míček po výstřelu letí šikmým vrhem a při troše štěstí dopadne zpět na cyklistu (to vychází přibližně v polovině pokusů). Pokus je spektakulárním potvrzením toho, že šikmý vrh lze popsat jako složení dvou vzájemně kolmých pohybů.

Závěr

Uvedené experimenty jsou sice náročnější na přípravu, ale zato spolehlivě vycházejí. Jejich předvedení v rámci výuky považuji za důležité pro to, aby žáci pochopili složitější kinematické problémy – vodorovný a šikmý vrh. A hlavně – házení míčků a jakékoliv střílení je vítaným zpestřením jinak spíše teoretické kinematiky. Nadpis části příspěvku

Literatura

- [1] Piskač V.: *Laminátový samostříl*, dostupné online
http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/mechanika/laminatovy_samostril.pdf
- [2] <http://www.czub.cz>
- [3] Piskač V.: *Opice a ořech*, dostupné online
http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/mechanika/opice_a_orech.pdf

- [4] HORVÁTH, P.: *Fyzika na školskom dvore*, sborník semináře „Jak získat žáky pro fyziku?“ , JČMF 2013, ISBN 978-80-7015-016-0
- [5] Piskač V.: *Tenisový prak*, dostupné online
http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/mechanika/tenisovy_prak.pdf

Opakovací otázky do výuky fyziky

JAROSLAV REICHL

Střední průmyslová škola sdělovací techniky Panská, Praha

Článek popisuje některé aktivity a jejich použití ve výuce fyziky k zopakování fyzikálních poznatků. Většina aktivit je zadána žákům ve formě obrázků, které mají žáci popsat, spárovat s matematickým vyjádřením a podobně. Aktivity v článku popsané lze na vyžádání získat od autora článku.

Úvod

Vzdělávací proces žáků by nebyl úplný bez opakování látky a ověřování znalostí, schopností a dovedností žáků. Kromě standardních mechanismů ověřování (zkoušení či testy) zařazují do výuky i netradiční metody testování. V tomto příspěvku budou popsány různé druhy opakovacích kartiček.

Opakovací kartičky

Obecný popis

Opakovacích kartiček mám připraveno v současné době několik druhů (sad). Tematicky zaměřené kartičky na opakování dynamiky (silová bilance, Newtonovy zákony) a na opakování mechanické práce, energie a jejich přeměn vyplývajících ze zákona zachování mechanické energie nebo obecnějšího zákona zachování energie. Dále jsem připravil kartičky zaměřené na opakování více kapitol fyziky - mezi takové kartičky patří křížovky vážící se vždy k jednomu fyzikálnímu celku, AZ kvíz (inspirováno televizní soutěží [1]) a mikroskopové pexeso.

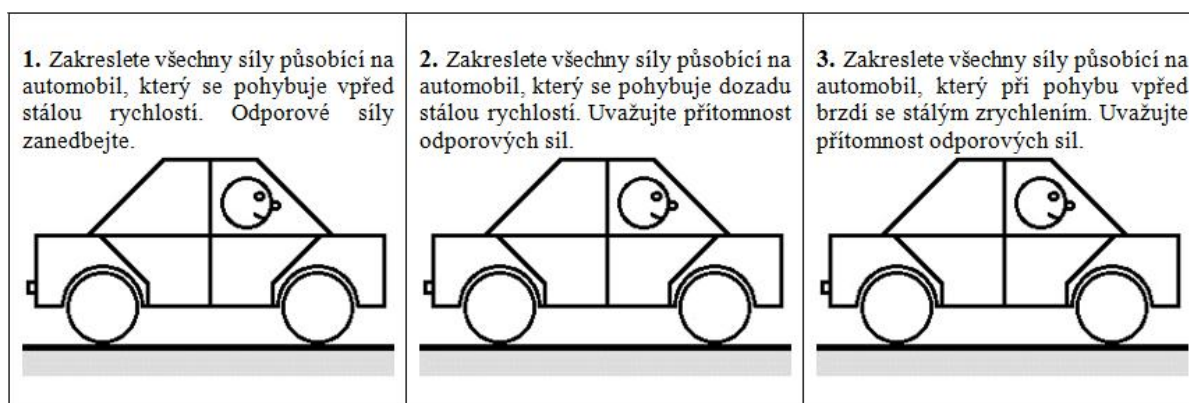
Použití kartiček je různorodé - některé zadávám v rámci opakování přímo v hodinách fyziky, jiné zadávám žákům jako domácí úkol (buď vytištěné nebo ve formě PDF souboru zaslaného elektronicky). Pro zvýšení motivace žáků tyto aktivity samozřejmě hodnotím, ale hodnocení je mírnější než např. u písemných prací či ústního zkoušení.

Dynamika

Kartičky zaměřené na opakování Newtonových zákonů a zakreslování sil působících za daných podmínek na zobrazené těleso mají jednotný vzhled (viz ukázka na obr. 1). Svépomocí jsem vytvořil obrázky (základní obrysy) a k tomu napsal průvodní text. Žáci mají zakreslit síly, které působí na dané těleso za daných podmínek, a zapsat podmínky platící mezi zakreslenými silami. Přitom je nutné správně porozumět textu zadání na kartičce a uvědomit si, zda se těleso pohybuje stálou rychlostí, či zda zrychluje (či zpomaluje), zda se mají do úvah zahrnout vnější síly či ne, z hlediska jaké vztažné soustavy mají žáci úlohu řešit a podobně.

Cílem je, aby si žáci uvědomili, jaká výsledná síla působí na těleso pohybující se rovnoměrně přímočaře, rovnoměrně po kružnici, rovnoměrně zrychleně přímočaře, ...

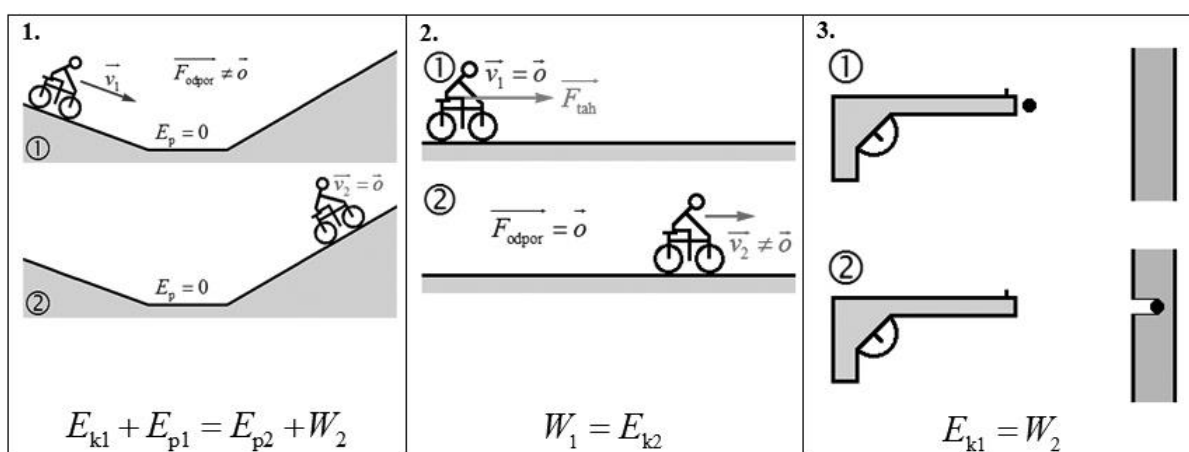
Aby zkrátka dokázali jednotlivé typy pohybů od sebe odlišit a uvědomili si, jaké dílčí síly na těleso během pohybu působí.



obr. 1: Ukázka kartiček z dynamiky

Zákon zachování (mechanické) energie

Po probrání mechanické práce, mechanické energie a zákona zachování (mechanické) energie a po spočítání několika úloh se někteří žáci ptají po „finálním vzorečku“, který si mají pro toto téma zapamatovat. Když jim oznámím, že takový finální vzorec není, ale že v každé situaci má zákon zachování (mechanické) energie jinou matematickou podobu, posmutní. Proto jsem vytvořil další sérii kartiček, které jsou zaměřeny na pochopení vztahu mezi mechanickou prací a mechanickou energií a jejich přeměn. Aktivitu spojenou s těmito kartičkami jsem testoval ve dvou třídách prvního ročníku ve školním roce 2013/2014. Čtyřlenné skupiny žáků dostaly vždy dvě sady kartiček: na jednom typu kartiček byl zobrazen obrázek nějaké situace, na druhém typu kartiček pak matematický popis zákona zachování (mechanické) energie. Žáci měli za úkol kartičky navzájem spárovat k sobě - tj. k zobrazené situaci přiřadit její matematický popis vyplývající ze zákona zachování (mechanické) energie. Na obr. 2 je pro názornost uvedeno jak obrázkové zadání, tak i správný matematický popis.



obr. 2: Ukázka kartiček na téma zákon zachování (mechanické) energie

Energie - zabítí

Další série kartiček může vyvolat řadu nesouhlasných názorů, včetně námitek, že kartičky obsahují nevhodný obsah. Jsem přesvědčen o tom, že to není pravda. Většina populace konzumuje (v různé míře) maso a výrobky z něj připravené. Aby bylo možné maso ze zvířete získat, je nutné zvíře zabít. A právě různé metody zabíjení zvířat mohou posloužit jako ukázky přeměn energií. Je to sice na první pohled kruté, ale na druhou stranu i toto k běžnému životu patří.

Kartičky jsem připravil s využitím obrázků nalezených na různých stránkách internetu; nalezené obrázky jsem pak dokreslil, upravil, případně jich spojil několik dohromady, abych získal obrázek zobrazující daný způsob zabítí živočicha a příslušné přeměny energií. Ukázka kartiček je zobrazena na obr. 2.



obr. 3: Ukázka kartiček zaměřených na přeměny energií při zabítí zvířat

Energie - přeměny

Kartičky na téma přeměny energie vznikají v průběhu celého roku na základě pořizovaných fotografií. Některé fotografie jsem fotografoval cíleně pro tento účel, jiné jsem použil ze svého bohatého archívu fotografií. Na každé kartičce (fotografii) je zachycena určitá situace nebo fyzikální děj (např. i dvě fotografie spojené dohromady v jeden celek - nabíjení a vybíjení kondenzátoru, rozbití hrnku při pádu ze stolu, ...), které je možné vysvětlit pomocí přeměn jednoho typu energie na jiný (viz obr. 4).



obr. 4: Ukázka kartiček na téma přeměn energií

Cílem těchto kartiček je, aby si žáci nejen zopakovali základní poznatky o energii a jejích přeměnách, ale aby si také uvědomili, že veškeré naše konání je energeticky náročné, a proto je nutné energii umět správně využít a šetřit ji. Myslím, že i ve výuce fyziky je na tyto úvahy místo - a přeměny energií jsou velmi vhodným tématem k překročení mezipředmětových hranic.

Křížovky

Pro netradiční testování probrané látky mohou posloužit i křížovky. Jedná se řádkové křížovky, do kterých se vepisují pojmy podle přiložené legendy. Ve zvýrazněném sloupci se objeví další fyzikální pojem, který mají žáci za úkol vysvětlit. Křížovky jsou připraveny z daného tematického celku, případně testují znalost příjmení slavných fyziků.

Vysvětlete pojem (viz tajenka křížovky).	Vysvětlete pojem (viz tajenka křížovky).	Čím přispěl vědě ... (viz tajenka křížovky)?
<p>1 - spojení dvou kruhových pohybů; 2 - změna rychlosti v čase; 3 - popis fyzikální vlastnosti, stavu a změny objektů; 4 - čára opisovaná hmotným bodem při jeho pohybu; 5 - pohyb s konstantní velikostí rychlosti; 6 - základní mechanismus činnosti; 7 - fyzikální veličina charakterizovaná hodnotou a směrem; 8 - závislost fyzikálních veličin zobrazená do soustavy souřadnic</p>	<p>1 - jednotka kapacity kondenzátoru; 2 - část obvodu mezi dvěma uzly; 3 - vodivé spojení dvou a více vodičů; 4 - převrácená hodnota odporu vodiče; 5 - vratně pracující součástka chránící před příliš velkým el. proudem; 6 - přístroj pro měření el. napětí; 7 - energie odebraná od dodavatele el. energie; 8 - vodivé spojení opačných elektrod zdroje napětí bez ochranného rezistoru</p>	<p>1 - Polák propagující heliocentrický systém; 2 - autor teorie vysvětlující fotoefekt; 3 - Rakušan zabývající se změnou frekvence zvuku při vzájemném pohybu zdroje a posluchače; 4 - Ital, který prosazoval zavedení experimentů do fyziky; 5 - autor pravidla pro směr síly, kterou působí mg. pole na vodič s proudem; 6 - učenec, který údajně běhal po svém rodném městě nahý</p>

obr. 5: Ukázky několika připravených křížovek

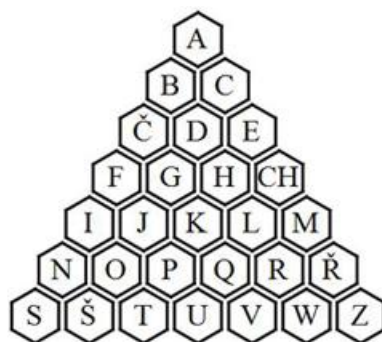
AZ kvíz

Další sada kartiček byla inspirována televizní soutěží AZ kvíz [1]. V programu Mathematica jsem připravil hrací pole sestávající z 28 šestiúhelníků složených do pyramidy, do kterých je vepsáno 28 písmen abecedy. Ke každému takovému hracímu poli bylo náhodně vygenerováno 28 otázek. Přitom je zaručeno, že odpověď na každou z otázek je jednoslovná a toto slovo (resp. označení) začíná jedním z 28 písmen zobrazených ve vykreslených šestiúhelnících (viz obr. 6). Pro ztížení hledání správné odpovědi jsou otázky zobrazeny v náhodném pořadí. Navíc se mohou vyskytnout i „matoucí“ otázky - např. „Jak se nazývá přístroj pro měření tlaku?“ Odpovědí je někdy „tlakoměr“ (tedy písmeno T), jindy „manometr“ (tj. písmeno M). Pochopitelně, že na každé kartičce jsou zastoupeny vždy takové otázky, jejichž jednoslovné odpovědi začínají každým z 28 písmen. Proto musí být řešitel pozorný a na výše uvedenou „matoucí“ otázku správně odpovědět v kontextu všech otázek.

Mikroskopové pexeso

Další sada kartiček vznikla na základě práce s digitálním mikroskopem DigiMicro 2.0 Scale, během které jsem si uvědomil, jak rozdílně vypadají běžné předměty pozorované okem, ve srovnání s pozorováním pomocí mikroskopu. Proto jsem vytvořil sadu fotografií z mikroskopu a k nim ekvivalentní fotografie pořízené běžným fotoaparátem (viz obr. 7). Tak vzniklo vlastně jakési pexeso, které je možné podobným způsobem i hrát se žáky. V tomto případě se nejedná o klasické opakování probrané látky, ale spíše o uvědomění si změny zorného úhlu, pod kterým pozorujeme předměty běžně okem a pod kterým je vidíme mikroskopem. Některé dvojice fotografií jsou totiž velmi zajímavé a skoro až k neuvěření, že se jedná o dvojice patřící k sobě.

5



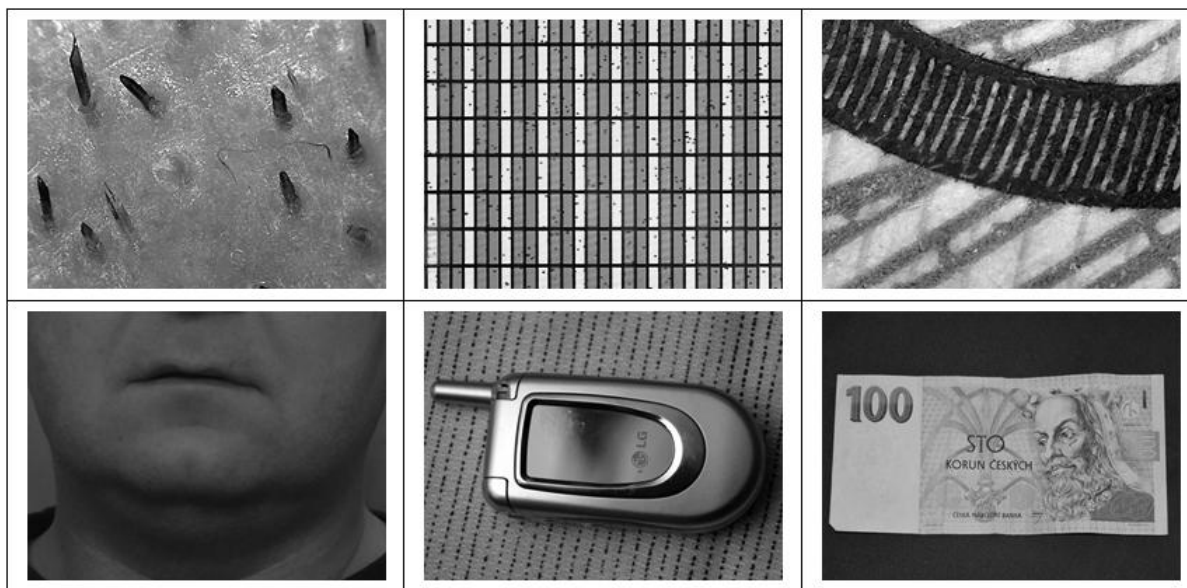
1. Jak se nazývá část ucha zachycující zvukové vlny?
2. Jak se nazývá síla, která vzniká složením dvou a více sil?
3. Jakou jednotku má fyzikální veličina světelný tok?
4. Jak se nazývá závislost velikosti magnetické indukce na velikosti magnetické intenzity?
5. Jak se nazývá otvor ve zdi, do kterého zapojujeme zástrčku elektrických spotřebičů?
6. Jak se nazývá jev, při kterém klesá teplota tělesa?
7. Jak se nazývá malé těleso pohybující se ve Sluneční soustavě?
8. Jak se nazývá veličina popisující počet opakování daného děje za jednotku času?
9. Jak se nazývá štěpná reakce probíhající opakovaně v relativně velkém množství paliva?
10. Jaká je jednotka elektrického odporu?
11. Jak se nazývá vyzáření fotonů látkou v důsledku změny energie jejích elektronů?
12. Jak se nazývá proudění kapaliny, pro které jsou typické víry?
13. Jak se nazývá částice držící pohromadě kvarky?
14. Jak se nazývá zdánlivý elektrický odpor sériového RLC obvodu střídavého proudu?
15. Jak se nazývá lidský smysl, jehož orgánem je ucho?
16. Jak se nazývá částice s nulovým nábojem nacházející se v jádře atomu?
17. Jak se nazývá výkon, který se v obvodu střídavého proudu nevyužívá na přeměnu na práci?
18. Jak se jinak nazývá zrcadlový dalekohled?
19. Jak se nazývá objektiv s krátkou ohniskovou vzdáleností?
20. Jak se nazývá zákon: Tlak vyvolaný vnější silou je ve všech místech tekutiny stejný?
21. Jaká veličina je charakteristická pro popis kondenzátoru?
22. Jaké světlo viditelné lidským okem má nejmenší frekvenci?
23. Jak se jmenuje autor zákona: Součin teploty a vlnové délky s maximální intenzitou je stálý?
24. Jak se nazývá zrychlení, se kterým se pohybuje hmotný bod rovnoměrně po kružnici?
25. Jak se značí fyzikální veličina teplo?
26. Jak se nazývá prvek používaný nejčastěji v Českých jaderných elektrárnách jako palivo?
27. Jaká je zkratka ústavu pro částicovou fyziku nedaleko Ženevy?
28. Jak se nazývá přístroj, který přeměňuje zvukové vlnění na elektrický proud?

obr. 6: Ukázka kartičky pro AZ kvíz

Závěr

Většinu typů opakovacích kartiček, které jsem výše v textu popsal, jsem během jednoho školního roku testoval na svých žácích. Když jsem se jich ptal (pokud je zpracovávali doma v rámci domácí přípravy na fyziku) na jejich názor (přehlednost, užitečnost, ...), byli vesměs spokojeni. Občas sice žáci v řešení některých úloh zobrazených na kartičkách nějaké chyby měli, ale shodovali se na tom, že jim kartičky pomohly probíranou látku ujasnit. Stejný názor měla i skupinka učitelů účastnících se seminářů v rámci projektu Elixír do škol, které jsem některé ze sad kartiček též předložil. Kartičky i u nich vzbudily živý zájem a z následné diskuse vyplynula i potřeba některé pojmy znovu v rámci semináře vysvětlit.

Kartičky nemohou být součástí tištěného sborníku konference - sborník nemůže být tak rozsáhlý a navíc by se velmi ztížilo případné použití kartiček ve výuce. Na vyžádání jsou ale k dispozici a rád je zašlu v elektronické podobě pro jejich další využití ve škole. V případě zájmu je možné některé z nich (zejména AZ kvíz) modifikovat pro potřeby základních škol. Tím, že sám učím na střední škole, jsou kartičky primárně určeny pro mé žáky, tj. žáky středních škol. Proto kartičky mohou obsahovat učivo na základní škole neprobírané.



obr. 7: Ukázka mikroskopového pexesa

Literatura

[1] <http://www.ceskatelevize.cz/porady/1097147804-az-kviz/>

Hustota plynů - jak ji změřit?

PETR SLÁDEK, LUKÁŠ PAWERA

Pedagogická fakulta MU, Brno

Abstrakt

Měření hustoty pevných látek a kapalin je běžná laboratorní úloha na řadě škol, nicméně měření hustoty plynů bývá mlčky opomíjeno. Těžkosti totiž jsou způsobeny jednak absolutní hodnotou hustoty plynů, kdy nemůžeme zanedbat vztlakovou sílu, jednak závislostí objemu a zejména tlaku ve stavové rovnici. Pro měření hustoty plynů jsme využili metodu měření pomocí vakua a přetlaku vytvořeného pomocí kuchyňské sady vakuových dóz, resp. hustilky.

1. Úvod

Žákům se může zdát, že plynné látky mají zanedbatelnou hmotnost. Prostředí kolem nás je obklopeno vzduchem, a že na všechny tělesa působí kromě tíhy i vztlaková síla se často již opomíjí. V některých případech může sehrát hustota plynů důležitou roli, hlavně ve srovnání s hustotou vzduchu. Tuto skutečnost si žáci uvědomují snad u balónků a balónů. Stanovit hustotu plynů je proto složitější záležitost, a použití běžné metody, jako při stanovování hustoty pevných těles nelze použít.

V příspěvku jsou uvedeny různé experimentální metody využívající sníženého nebo zvýšeného tlaku měřeného plynu v uzavřené nádobě, nebo metody měření hmotnosti ve vakuu.

2. Teoretická východiska

Budeme-li mít za cíl určit hustotu vzduchu v místnosti ve škole, tj. za téměř standardních podmínek, tj. 10^5 Pa, 25°C , a vyjdeme-li z definice hustoty $\rho = \frac{m}{V}$, není problémem stanovit (vymezit) objem měřeného vzduchu, na potíže však narazíme při stanovení jeho hmotnosti. V tomto případě nemůžeme pominout přítomnost vztlakové síly (Archimédův zákon). To můžeme obejít buď vytvořením vakua kolem nádoby s plynem (vakuum vně) nebo vyčerpáním plynu z nádoby (vakuum uvnitř). Ve škole většinou bývá se získáním vakua potíž a navíc zvědaví žáci se mohou ptát, jak velké vakuum jsme vytvořili, zda tam ještě něco vzduchu (plynu) nezbylo.

Nezbývá, než si na pomoc vzít další vztah pro plyny, ve kterém se vyskytuje hustota. Tím nejjednodušším je stavová rovnice. Vezmeme-li stavovou rovnici ve tvaru

$$pV = \frac{m}{M_m} R_m T, \text{ kde } R_m \text{ je molární plynová konstanta, } M_m \text{ molární hmotnost, pak vedle}$$

hmotnosti, objemu, je potřeba stanovit další fyzikální veličiny – tlak, teplotu. To za předpokladu, že známe molární hmotnost plynu.

Nosnou myšlenkou měření je provedení měření za různých tlaků, kdy obtížně stanovitelné fyzikální veličiny z rovnic vyloučíme. To nám zároveň dává možnost vytvořit

navíc variantu, kdy do nádoby dodáme další množství molekul plynu, tím, že vytvoříme přetlak uvnitř nádoby.

3. Teorie a experiment pro jednotlivé varianty

3.1 Vakuum (nízký tlak) vně nádoby

Uzavřená láhev s plynem je vložena do recipientu, ze kterého je postupně čerpán vzduch (pomocí rotační vývěvy, vodní vývěvy, vakuové pumpy). Platí:

Hmotnost láhve získáme z měření na vahách

$$M_L = m_L - (V_{EXT} - V_{INT}) \cdot \rho_0 \quad [1]$$

M_L - údaj na váze při otevřeném uzávěru, m_L - skutečná hodnota

$$m_L = M_L + (V_{EXT} - V_{INT}) \cdot \rho_0$$

V_{INT} - objem uvnitř nádoby, V_{EXT} - objem vnějšího pláště uzavřené nádoby

Hmotnost láhve s uzavřeným vzduchem (plynem) uvnitř

$$m_{L+P} = m_L + m_P = M_L + (V_{EXT} - V_{INT}) \rho_0 + m_P \quad m_P = \rho_0 \cdot V_{INT} \quad [2]$$

m_P - hmotnost plynu v nádobě, ρ_0 - hustota vzduchu při atmosférickém tlaku

Hodnota na displeji váhy, resp. v režimu tára

$$M_{L+P} = m_L + m_P - V_{ext} \cdot \rho_{REC} \quad M_{L+P} - M_L = m_P + (V_{EXT} - V_{INT}) \rho_0 - V_{EXT} \cdot \rho_{REC}$$

Pro prostředí v recipientu platí

$$p_{REC} \cdot V_{REC} = \frac{m_{REC}}{M_{REC}} \cdot T \quad \rho_{REC} = \frac{m_{REC}}{V_{REC}} = p_{REC} \cdot \frac{M_{REC}}{T} \quad [3]$$

Dosazením do předchozího vztahu dostaneme

$$M_{L+P} - M_L = m_P + (V_{EXT} - V_{INT}) \cdot \rho_0 - V_{EXT} \cdot p_{EXT} \cdot \frac{M_{REC}}{T}$$

$$M_{L+P} - M_L = \rho_0 \cdot V_{INT} + \rho_0 \cdot V_{EXT} - \rho_0 V_{INT} - V_{EXT} \cdot p_{EXT} \cdot \frac{M_{REC}}{T} \quad [4]$$

Po úpravě

$$\frac{M_{L+P} - M_L}{V_{EXT}} = \rho_0 - p_{EXT} \cdot \frac{M_{REC}}{T} \quad [5]$$

Výhodou měření je, pokud místo změření ve dvou bodech $[M_1; p_1]$ a $[M_2; p_2]$, proměříme více bodů a provedeme proložení, v tomto případě přímkou.

$$\Delta M \cdot \frac{1}{V_{EXT}} = -\Delta p_{REC} \cdot \frac{M_{REC}}{T}, \text{ resp. } \frac{\Delta M}{\Delta p_{REC}} = -\frac{M_{REC}}{T} \cdot V_{EXT} \quad [6]$$

Pak směrnice nám umožní vyjádřit neznámé parametry plynu v rovnici [3].

$$\rho_{REC} = p_{REC} \cdot \frac{\Delta M_{REC}}{\Delta p_{REC}} \cdot \frac{1}{V_{EXT}} \quad [7]$$

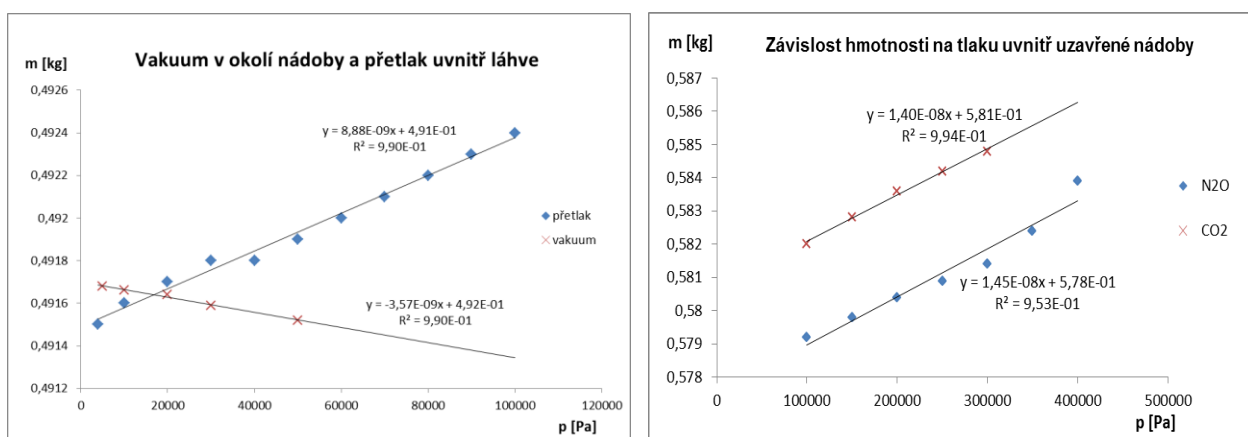
Hustota plynu, kterou tímto způsobem zjistíme, je *hustota plynu v okolí tělesa v recipientu* (v láhvi může být jakýkoliv obsah). Můžeme dosadit i atmosférický tlak.

Objem nádoby můžeme stanovit z vážení vytlačené vody při ponoření láhve do nádoby s vodou. (Pozor rysky na odměrných válcích mohou být zatíženy chybou až 15%).

Experiment



Obr. 1a,b,c Uspořádání experimentu pro jednotlivé případy (v textu)



Graf 3 Závislost hmotnosti láhve na tlaku uvnitř / vně nádoby

a) vzduch b) pro plyny CO₂ a N₂O

Dosazením do vztahu [7] $\rho_{REC} = p_{REC0} \cdot \frac{\Delta M_{REC}}{\Delta p_{REC}} \cdot \frac{1}{V_{EXT}}$ pro aktuální atmosférický tlak

$p_0 = 99500 \text{ Pa}$; $V_{EXT} = 3,077 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$; teplota v místnosti 26°C, dostáváme hodnotu hustoty vzduchu $\rho_{REC} = 1,15 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Odhadujeme, že při měření se dopouštíme nejistoty měření do 5%. Tabelaovaná hodnota pro dané podmínky (suchý vzduch) $1,16 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

3.2 Vakuum (nízký tlak) uvnitř nádoby

Z uzavřené láhve s vakuometrem je postupně čerpán vzduch (pomocí rotační vývěvy, vodní vývěvy, vakuové pumpy). Platí:

Tíha láhve s plynem uvnitř a působící vztlaková síla

$$G = m_{L+P} \cdot g \quad F_{VZ} = \rho_0 \cdot V_{EXT} \cdot g \quad [8]$$

Pak naměřená hodnota hmotnosti uzavřené láhve s plynem na vzduchu

$$M_{L+P} = m_{L+P} - \rho_0 \cdot V_{EXT} \quad [9]$$

Stavová rovnice uvnitř láhve při dvou tlacích p_1 , resp. p_2 a po odečtení rovnic:

$$p_1 V_{INT} = \frac{m_1}{M_m} RT \quad p_2 V_{INT} = \frac{m_2}{M_m} RT \quad \frac{\Delta m}{\Delta p} = \frac{M_m}{RT} \cdot V_{INT} \quad [10]$$

Vyneseme do grafu a směrnice nám umožní vyjádřit neznámé parametry plynu

Pro hustotu v láhvi $\rho_p = \frac{m_p}{V_{INT}}$, po dosazení z [10]

$$\boxed{\rho_p = p_p \cdot \frac{M_m}{RT} = p_p \cdot \frac{\Delta m}{\Delta p} \cdot \frac{1}{V_{INT}}} \quad [11]$$

Jedná se o obdobný vztah, jako v předchozím případě [7], avšak tentokrát je měřena ***hustota obsahu láhve***.

Experiment

Tento případ je méně náročný na provedení experimentu. Máme-li vhodnou transparentní vakuovou nádobu na uchovávání potravin, dostatečné vakuum vytvoříme i pomocí vakuové pumpy.

Po dosazení do vztahu [12] $\rho_p = p_p \cdot \frac{\Delta m}{\Delta p} \cdot \frac{1}{V_{INT}}$ pro aktuální atmosférický tlak

$p_0 = 99500 \text{ Pa}$; $V_{INT} = 7,76 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$; teplotu v místnosti 26°C dostáváme hodnotu hustoty vzduchu $\boxed{\rho_p = 1,14 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}}$

Odhadujeme, že při měření se dopouštíme nejistoty měření do 5%. Tabelaovaná hodnota pro dané podmínky (suchý vzduch) $1,16 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

3.3 Přetlak (vysoký tlak) uvnitř nádoby

Tato situace je obdobná jako v předchozím případě. Uzavřená láhev s manometrem je postupně tlakována vzduchem (pomocí kompresoru nebo hustilky). Výsledný vztah pro výpočet hustoty vzduchu má tvar jako vztah [11] při čerpání obsahu láhve.

$$\rho_p = p_p \cdot \frac{M_m}{RT} = p_p \cdot \frac{\Delta m}{\Delta p} \cdot \frac{1}{V_{INT}} \quad \boxed{\rho_p = 1,09 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}}$$

Odhadujeme, že při měření se dopouštíme nejistoty měření do 5%. Na rozdíl od případu 3.2, byla teplota stlačovaného vzduchu zřejmě vyšší než teplota okolí, proto je získaná hodnota hustoty menší. Pro eventuální přepočítání na standardizovanou tabelovanou hodnotu 0°C použijeme stavovou rovnici.

4. Určování hustoty plynů CO₂ a N₂O

Kritérium výběru těchto 2 plynů vychází ze snadné dostupnosti, protože mají využití v domácnosti. Jsou dostupné v malých bombičkách, ve kterých jsou uchovávány v tekutém stavu. Jako nádoba pro měření se použije láhev na výrobu sifonu (pokud není kovová, můžeme použít skleněnou, nejlépe se závitem – od šampaňského, jinak bychom byli nuceni měřit objem a modifikovat vztahy pro výpočet), která se předem vyčerpá. Lze použít oba případy, kdy je tlak v láhvi vyšší než atmosférický, nebo můžeme plyn čerpat a dosáhnout nižšího tlaku.

Pro hodnoty $p_0 = 101325 \text{ Pa}$; $V_{INT} = 7,76 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$; teplotu v místnosti 26°C dostáváme

pro hustotu CO₂ $\boxed{\rho_{CO_2} = 1,83 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}}$ po přepočítání na 0°C $\boxed{\rho_{0 \text{ CO}_2} = 2,00 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}}$.

pro hustotu N₂O $\boxed{\rho_{N_2O} = 1,89 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}}$ po přepočítání na 0°C $\boxed{\rho_{0 \text{ N}_2O} = 2,07 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}}$.

Hodnoty hustoty plynů bývají tabelovány pro 0°C. Pro CO₂ pro 0°C a tlak 101,325 kPa je tabelovaná hodnota hustoty CO₂ 1,9769 kg·m⁻³ a hustoty N₂O 1,9778 kg·m⁻³. Předpokládaná teplota plynů v láhvi po ustálení teploty je 26°C, proto je hodnota pro dané podmínky nižší.

5. Závěr

V příspěvku jsme ukázali tři cesty, jak je možné naměřit hustotu vzduchu s poměrně velkou přesností v podmínkách školy. Při měření je potřeba dbát na dostatečně pomalé připouštění vzduchu do vakua a současně je nezbytné vyčkat na dostatečnou teplotu plynu v láhvi či recipientu. Láhev musí být dostatečně tuhá, jak pro přetlak tak i podtlak, v opačném případě musíme do výpočtu zahrnout změny objemu, které měření a vyhodnocení zkomplikují.

Experiment ukazuje na výhodnost využití proložení naměřených bodů přímkou a stanovení směrnice. Tento postup ukazuje žákům posun vyhodnocení experimentu na vyšší vědeckovýzkumnou úroveň.

Literatura

[1] NUFFIELD FOUNDATION. *Measuring the density of air* [online]. [cit. 2014-07-03]. Dostupné z: <http://www.nuffieldfoundation.org/practical-physics/measuring-density-air-1>

[2] BROŽ, J., ROSKOVEC V. a VALOUCH, M. *Fyzikální a matematické tabulky*.

1. vydání. Praha: SNTL, 1980.

POGIL na ZŠ Dolní Břežany

MIROSLAV STANĚK

ZŠ Dolní Břežany

Úvod

Rád bych zde shrnul několik praktických postřehů z průběhu realizace projektu, jehož jedním z cílů bylo ověření badatelsky orientovaných, počítačem podporovaných přírodovědných experimentů v praxi ZŠ. Srovnáme zde nabyté zkušenosti s teoretickými předpoklady, s nimiž jsme do projektu vstupovali.

POGIL na ZŠ Dolní Břežany

Nebudeme se zde zabývat dlouhým teoretizováním nad metodou POGIL. Učitelům z české pedagogické tradice nejsou neznámy metody, jejichž kombinace se v POGIL vyskytuje. Zjednodušeně řečeno žáci jsou vedeni výukovým programem, který je procesuálně (Process Orientated) provádí (Guided) nějakou jejich vlastní objevitelsko-badatelskou učební aktivitou (Inquiry Learning). Své zastoupení zde tedy naleznou metoda programového učení (řízení učební činnosti v této metodě vychází z behaviorismu a základního stimulačního vzorce: Stimul – Reakce zde ve funkcích: Učení – Zpevnění, metoda problémového vyučování (spočívající na správném položení problémové otázky a následném hledání odpovědi – odpovědi, metoda projektového vyučování (zmiňujeme ji zde zejm. pro její hlavní rys - tematičnost. Vzniknuvší úlohy jsou pak vskutku interaktivní, neboť vyžadují interakci žáka a fyzikální reality kolem něho. Tyto metody byly použity při tvorbě elektronických příprav, které se spouštěly v programu SPARKvue.

Dataloggerový systém PASCO zde tedy vystupoval nikoli jen ve funkci „měřáku“, laboratorní úlohy byly zpracovány do podoby průvodce experimentem a jeho teoretickým pozadím pro formát 1:1 (V praxi však nejčastěji 1:3). Z vytvořených příprav jmenujme ukázkou experimentální školní „klasiky“ (F, Ch, Př, Z): Archimédův zákon (senzor síly), Acids and bases in our daily lives (senzor pH), Co dokáže droždí (senzor CO₂), Dýchání do vody (senzor pH), Elektromagnetická indukce (senzor elektrického napětí a proudu), Fotosyntéza (senzor CO₂), Roční období (senzor teploty), Studium pohybu (senzor pohybu).

Poznámky k technice a počítačům

Praxe ukázala, že je velice výhodné, pokud žáci usedají do měřicích hnízd k počítačům, na kterých již běží příprava, kterou s nimi chce učitel v hodině projít. Před měřením s elektronickým průvodcem v počítači je z hlediska plynulosti chodu programu (a celé výuky) jistě výhodnější mít úlohy na pevném disku PC a v ideálním případě být přihlášen v lokálu, neboť jakékoli dodatečné stahování úloh ze vzdálených společných disků (či dokonce jejich spouštění odtud) v rámci samotných 45 min neúměrně zdržuje, a sice přesně o těch 12 minut, které na konci vyučovací hodiny chybí. Nejlépe tedy, pokud jsou úlohy již před usednutím žáků spuštěny, a

hardware zapojen. Plynulost výuky je však v tomto případě vykoupena učitelovým časem o přestávce před hodinou, (resp. také časem učitelova kolegy neboť „rozběhnout“ 10 úloh za pět minut je skutečným závodem o každou sekundu).

Poznámky k rolím žáků

Rozdělení žáků do skupin po 2-3 se dle mého názoru osvědčilo. Je celkem šikovné hned v úvodu uvědomit žáky, aby si rozdělili role na: "IT odborníka - operátora PC", "konstruktéra - laboranta", neboť děti pak v jednotlivých rolích zodpovídají za konkrétní úkony v rámci experimentu, a tím jej i jako celek více považují „za vlastní“. Při práci ve trojicích je vhodné ustanovit ještě funkci "zapisovatel a mluvčí", který se stará o papírovou formu protokolu a následně také před třídou prezentuje výsledky svého týmu.

Ač by se na první pohled mohlo zdát, že počítačem podporované experimenty se díky formě POGIL bez papíru úplně obejdou, pravdou je opak. Jsem toho názoru, že papír a tužka má na lavici a ve výuce své nezastupitelné místo! Je sice pravda, že v rámci úlohy lze zajistit úplnou interakci žáka s počítačem. Také je pravda, že v úloze nalezneme vše, co k provedení a vyhodnocení experimentu budeme potřebovat – strany úlohy s uvedeným postupem měření, stejně jako strany, na nichž žáci odpovídají na otázky v analytické i syntetické části hodiny. Je však plná interakce se strojem skutečně dostatečná pro „naučení se“ něčemu? Jsem toho názoru, že pouhá komunikace s obrazovkou PC může v některých případech dokonce uspořádání vlastních žakových myšlenek bránit, neboť mu může překážet ve snaze vymanit se z „předkousaných škatulek“ učitelovy elektronické přípravy. Ač se výše zmíněný „poznatek“ může zdát úsměvným, a na první pohled pochopitelným „objevením Ameriky“, jedním z našich nejcennějších závěrů je skutečnost, že papír a tužka má své nezastupitelné místo, a to nejen na lavici jako takové, ale také v celém didaktickém procesu.

Podivným připodobněním řečeno: má-li žák něco sám strávit, nemůže mu to učitel kompletně předžvýkat! Je až s podivem, jak často jsou žáci zmateni, když jim řeknete, aby si z celého experimentu dělali vlastní poznámky, ze kterých by sami dokázali později určit, co vlastně měřili, a k jakým hodnotám došli. Často nejsou schopni bez pomoci zaznamenat a interpretovat i zcela jednoduché závislosti. („A jak mám jako vytvořit tabulku závislosti tlaku na hloubce?“) Výše zmíněná neschopnost či neochota „vystoupit z programu“, v němž jsou tabulky, grafy a postupy předpřipraveny se projevuje až překvapivě silně. Počítač - nástroj pro žakovu aktivizaci se tak najednou stává svým přesným opakem. Z dobrého sluhy, jehož původní funkce měla být ulehčit žákům soustředění se na věci v experimentu významné (tj. to, co je „před měřicími senzory“, naprosto „mimo počítač“), se stává zlý pán, který naopak brání dětem vystoupit za rámec přípravy v počítači. V extrémních případech se pak může dokonce stát i to, že žáci bezduše „odklikávají“ jednotlivá stránky měření, vyplňují pole, která jsou na nich připravena, aniž by v nich byli duchem skutečně přítomni! Toto je však jedním z největších nebezpečí žakovské interakce se světem informačních technologií vůbec.

Dalším ze současných mýtů, který se nám nepodařilo potvrdit, je časté konstatování,

že tematika přírodních věd bude dětem připadat atraktivnější a bližší již díky prosté přítomnosti počítačů. Často se setkáváme s názorem, že „počítačová domorodci“ přeci snadněji akceptují a vstřebají informaci, která k nim přichází prostřednictvím displaye, neboť jsou na něj zvyklí a tato forma „komunikace“ jim přijde samozřejmá. Samotná přítomnost počítače ve výuce však v žádném případě nezajistí ani to, aby výuka děti více bavila, tím méně pak to, aby se v ní něco více dozvěděly. Skutečnost, že děti jsou v denním životě IT doslova obklopeny, vede naopak spíše k tomu, že PC ve škole svůj motivační charakter „ozvláštnění výuky“ velice rychle ztrácí. Žáci pak mohou přistupovat k PC úloze o to více povrchně. (Navíc mnozí z nich jsou z domova zvyklí pracovat s mnohem výkonnějšími a modernějšími technologiemi, nežli je ta, kterou aktuálně disponuje škola!)



Pouhá přítomnost počítačů v hodině si rozhodně žákovu pozornost nezajistí, protože dnešní děti berou informační technologie za něco naprosto běžného.

Výše uvedená motivační a pedagogická úskalí v interakci žáků s počítači ukázala užitečnost následujících postupů: 1) přírodovědné experimenty s podporou PC je vhodné vždy doplnit nějakým tematicky příbuzným experimentem „z ruky“. 2) Žáci se v rámci počítačem podporovaných experimentů nemusí pasovat pouze do rolí příjemců informace. Neuvěřitelně úspěšné byly naopak ty úlohy, ve kterých byli žáci v rolích jejich tvůrců!

Obě dvě doplnění byla naplno vyzkoušena v rámci jakéhosi „vědeckého jarmarku“, v zábavném dni plném přírodovědného experimentování, který ZŠ a MŠ Dolní Břežany v rámci projektu uspořádala. Škola připravila (ve spolupráci s organizací Věda nás baví o.p.s.) 12 stanovišť, na nichž byly realizovány vždy jeden či dva experimenty, zaměřené na demonstrace fyzikálních zákonitostí „z ruky“. Děti z okolních ZŠ a MŠ (a návštěvníci z řad široké veřejnosti) se rozdělili do skupin po 4 – 5, a měli za úkol odpovídat na stanovištích na otázky týkající se daného pokusu (otázky se lišily v závislosti na věku dětí). Pokusy byly zaměřeny tak, aby si je každý mohl vyzkoušet „na vlastní kůži“. Tyto pokusy děti z „hostitelské školy“ doplnily vhodně zvoleným počítačovým měřením. Tak např. stanoviště zaměřené na magnetismus, kde byla levitující sponka a zobrazené magnetické siločáry ze železných pilin, bylo doplněno senzorem magnetického pole s měřením jeho intenzity. Stanoviště s demonstrací větrného mlýna bylo doplněno senzorem počasí s anemometrem, u vystavených ladiček a modelu reproduktoru byl umístěn senzor na

frekvenční analýzu zvuku, u stanoviště s ebonitovou tyčí a liščím ohonem byl počítač se senzorem elektrického náboje, u stanoviště, na kterém se přelával CO₂ (a vedle pod poklopem byla svíčka požírající kyslík), byly senzory plynného kyslíku a oxidu uhličitého. Nejkrásnější na těchto „jarmarečních“ úlohách však byla skutečnost, že je tvořily děti samy!



Žáci 9. třídy dokázali sami vytvořit velice zajímavé experimenty, včetně „příběhu“, který se za nimi skrýval. Zde např. úloha zaměřená na smykové tření a úloha na měření UV záření.

Dětsí tvůrci tedy v tomto případě zpracovávali stejnou (jen rozsahem vhodně zkrácenou) úlohovou šablonou, jako je ta, ve které pro ně předtím připravovali pokusy jejich učitelé (o strukturu šablony a její funkci v hodině jsme pojednali minule). Původní záměr vytvářet experimenty pro dětská bádání byl tak navýšen o jednu, v cílech projektu nevytýčenou dimenzi. Výsledkem jsou pak skutečně velmi pěkné úlohy, obsahující neotřelé nápady, které vytvořili deváťáci pro své mladší spolužáky!

To, že starší spolužáci sami (a velice ochotně) dokázali zastat role učitelů, vedlo také k tomu, že experimenty upoutaly též pozornost mladších dětí (3. a 4. ročníků), které sami dosud s podobným stylem výuky do styku nepřišly. Možnost tvorby vlastních přírodovědných příběhů a experimentů je také vynikajícím prostředkem, kterak upoutat pozornost nadaných žáků, kterým úloha, již připravil učitel pro jejich spolužáky, připadá triviální! Tyto úlohy také naleznete na webových stránkách projektu, včetně fotografií.



Úlohy starších spolužáků měly u dětí snad ještě větší úspěch, než úlohy učitelů! Naprosto pak nevadilo, že jejich obsah je nad rámcem vzdělávacího programu mladších žáků. Nikoho z „mrňousů“ ani nenapadlo protestovat „to jsme ale ještě nebrali!“ (Zde demonstrace rovnoměrně zrychleného pohybu). ;-)

Poznámky k časové dotaci

Praktická realizace vytvořených úloh přímo ve výuce ukázala, že děti základních škol zcela bez problémů zvládají dvouhodinovku (2 x 45 minut) strávenou přírodovědným badatelským experimentováním metodou POGIL. Původní námitky některých kantorů, že děti po tuto dobu neudrží pozornost, se tak nepotvrdily. Přesto jsou některé z úloh koncipovány tak, aby je bylo možno stihnout v jedné vyučovací hodině. Důvody jsou pragmatické. I když by tento činnostní způsob výuky jistě zasluhoval vyšší časovou dotaci, není lehké vytvořit pro něj prostor s ohledem na rozvrh celé školy (přesouvání hodin, suplování atd.). Takovýto požadavek tedy zřejmě musí být řešen širší, rámcovou změnou ŠVP. Touto změnou se vedení školy nyní skutečně intenzivně zabývá, a sice ve formě plánovaného rozšíření výuky přírodovědných předmětů.

S problematikou časového rozvržení úzce souvisí také poslední metodická poznámka k rytmu hodiny. Zkušební hodiny s metodou POGIL jasně ukázaly, že tento způsob vyučování přeje žakovské práci "vlastním tempem". Zpočátku (a téměř výhradně v pokusech s časovou dotací 45 minut) bylo využíváno interaktivní tabule, pomocí níž se děti mohly zorientovat, kde se zrovna v úloze nacházejí. Tento „metronom“ byl však využíván hlavně tehdy, kdy učitel potřeboval tempo dětí v hodině ovládat. Na žácích sice bylo, jak se s výzvami úlohy vypořádají, avšak kapitoly experimentu v rámci třídy „lícovaly“. V rámci krátkého času není vhodné, aby např. dvě skupinky ještě měřily, zatímco další tři již data vyhodnocují. I v tomto stylu má sice práce vlastním tempem své místo, jak je však již výše psáno – pouze v rámci jednotlivých kapitol. Postupem času však děti zvládaly samy i vlastní organizaci kompletně celého experimentu, tj. i sled jeho jednotlivých kapitol, a úlohy měřily zcela ve svém rytmu. Některé úlohy (viz např. ukázkou z fyziky či biologie) dokonce realizovaly tak, že jednotlivá badatelská hnízda záměrně plnila zcela jiné, s tematikou spojené úkoly. (Ve fyzice část zkoumala závislost indukovaného proudu na počtu závitů, část na rychlosti pohybu magnetu, v biologii některé týmy sledovaly navyšující se koncentraci CO₂, zatímco jiné podrobovaly kvasinky výzkumu pod mikroskopem.)

Jedno z posledních kritérií, které jsme chtěli v rámci projektu ověřit, je otázka počtu žáků ve třídě, resp. poměr ve vyučování přítomných učitelů a žáků. V počátcích projektu byl vždy ve třídě vedle učitele, kterého žáci na daný předmět mají, také asistent. Jeho původně zamýšlenou hlavní funkcí bylo pomoci dětem zorientovat se v postupu experimentu a pomoci jim zvyknout si na experimenty ve formě elektronických příprav. Postupující praxe pak ukázala, že nešlo ani tak o rozptýlení ostychu dětí, jako spíše učitelů. Žáci si na tempo i styl hodiny velice rychle zvykli a v dalších hodinách již žádných větších pomocí nevyžadovali. Role asistenta se tak vbrzku omezila na jakéhosi pomocníka s IT v případech (které se bohužel stávaly), kdy se technika „kousla“ a odmítala poslušnost. V tomto případě je skutečně neocenitelné, je-li ve třídě někdo, kdo pomůže v postiženém hnízdě problém vyřešit, zatímco učitelova pozornost může zůstat soustředěna na výuku zbytku třídy.



Pomoc ze strany asistentů byla užitečná zejména při prvních hodinách vedených novým způsobem.

Projekt zaváděl nový styl výuky do dvou základních škol. Na jedné „klasické“ se počet dětí ve třídě často blížil k 30 a pracovalo se zde vždy minimálně v 8 badatelských týmech o počtu 3 žáků. Druhá ZŠ je školou „soukromou“, s vyšší měrou individualizace výuky, počty žáků ve třídách pak byly poloviční. Do projektu jsme vstupovali s hypotézou, že větší míra individualizace ve třídách s nižšími počty žáků povede k lepším výsledkům výuky metodou POGIL. Předpokládali jsme, že učitel bude mít s menším počtem badatelských hnízd svou práci také „méně náročnou“. I přes vědomí skutečnosti, že kritérium „náročná výuka“ je velice subjektivní a záleží na osobě učitele, lze z provedených hospitací vyvodit závěr, že počet dětí, které úlohou procházejí, nehraje tak významnou roli v nárocích kladených na pedagoga, jak jsme původně předpokládali. Lapidárně řečeno, bylo de facto lhostejno, zda úlohu provádí třída o třiceti či patnácti žácích. V obou případech se rozdělila na samostatné badatelské buňky, které dokázaly více či méně samostatně pracovat dle zásad pedagogických programů, které pro ně učitelé připravili. Užitečnost asistentovy přítomnosti (z výše zmíněných důvodů) nezpochybňuje nikdo ze zúčastněných pedagogů v obou zmíněných školách. Očekávané výrazné ztižení pedagogické práce touto metodou při výuce vyššího počtu bádajících žáků se však nenaplnilo.

Závěrem bych chtěl ještě jednou poděkovat všem, kteří se na realizaci projektu podíleli. Zejména všem učitelkám a učitelům zúčastněných škol za zpracování experimentů, jejich implementaci do svého učebního plánu, trpělivost při zavádění nových forem výuky a odvahu, s níž vykročili mimo svou zavedenou školní praxi. Děkuji jim za to, že byli ochotni snášet vrtochy počítačů a měřicí techniky, a přes všechny překážky ve směru nastoleném projektem pokračovali a pokračují. Děkuji jim za jejich připomínky a poznatky, o něž se v rámci projektu dělili.

Pevně věřím, že projektem nabyté zkušenosti, metody a postupy nezůstanou uvězněny pouze v časových hranicích jeho realizace. Věřím, že se na obou zúčastněných školách stanou normální a každodenní pedagogickou praxí. Všem dětem, které se takto zajímavého vyučování pod vedením těchto učitelů zúčastní, jejich hodiny fyziky, chemie, přírodopisu a zeměpisu malinko závidím... ale ze srdce jim to přeji.

Možná, že i tento náš projekt přispěje k tomu, že přestanou výuku přírodních věd brát jako nudnou a suchopárnou povinnost školní docházky, ale jako zajímavou životní zkušenost. To bylo hlavním cílem všech aktivit „ŽIVOT JE VĚDA“. Jsem přesvěd-

čen, že naši žáci se alespoň trošku naučí „v životě“ rozhlížet „vědeckýma očima“, stejně jako že pochopí, že „věda“ sama je „živoucím“ fenoménem.

Miroslav Staněk, Ph. D., Metodik ZŠ Dolní Břežany, stanek@skolabrezany.cz

Další informace

Úlohy, vznikly v rámci projektu Zákony přírody na dosah žákům - Badatelský způsob výuky na ZŠ, registrační číslo CZ.1.07/1.1.32/02.0029, Základní škola a Mateřská škola Dolní Břežany, Na Vršku 290, PSČ 252 41. Hotové materiály si budete moci již brzy stáhnout na projektovém webu WWW.ZIVOTJEVEDA.CZ nebo na portálu WWW.EXPERIMENTUJME.CZ v sekci projekty.

Trocha inspirace z táborů Astronomické hrátky

OTA KÉHAR, ZUZANA SUKOVÁ

*Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni; Soukromá ZŠ
Elementária, Plzeň*

Je možné dětem z 1. stupně ZŠ přiblížit nepředstavitelný vesmír a pro ně záhadnou sluneční soustavu? Zvláště, když jsme se v mnohých dotaznících od žáků 9. tříd ZŠ i 1. ročníků SŠ dočetli, že v naší sluneční soustavě jsou mimo Slunce i další hvězdy. Také jejich představy o hvězdách, planetách a kometách byly plné miskoncepcí. Pořádáním táborů a kroužku Astronomické hrátky se snažíme dětem z 1. stupně ZŠ se zájmem o astronomii hravou formou přiblížit tělesa a rozměry v naší sluneční soustavě, souhvězdí, hvězdy a mezihvězdné vzdálenosti a mnohé další. Součástí bylo také vytvoření několika modelů, soutěží a pokusů s astronomickou tematikou, jejichž představení je náplní příspěvku.

Jak je těžké strefit se na Měsíc

Jednou z venkovních aktivit byla ukázka pohybu Země a Měsíce. Žáci většinou vědí, jaké pohyby tyto objekty vykonávají, ale přestože je umí vyjmenovat, neumí si je představit.

Formou házení molitanových míčků, které představovaly rakety, si děti vyzkoušely, že při plánování cesty na Měsíc je třeba mimo jiné započítat i rotaci Země kolem osy a obíhání Měsíce kolem Země.

Nejprve si účastníci tábora házeli míčky-rakety mezi sebou, zatímco stálina místě kousek od sebe. Potom se jeden, představující Zemi, začal otáčet kolem své osy a nakonec druhý, představující Měsíc, začal kolem něj obíhat. Oproti házení v klidu byla tato aktivita mnohem těžší. Dětem bylo také vysvětleno a ukázáno, že Měsíc se při obíhání k Zemi natáčí stále stejnou, tzv. přivrácenou stranou, což je dáno vázanou rotací – doba oběhu kolem Země je stejná jako doba rotace Měsíce kolem osy.

Opakování ve formě deskové hry Cestou necestou vesmírem

Po celý týden získávaly děti během přednášek vědomosti z oblasti astronomie a na konci si je mohly ověřit v rámci deskové hry.

Dostaly za úkol si představit, že jsou malí vesmírní kosmonauti a chtějí jet na návštěvu za kamarádem do vzdáleného města na planetě Fň. Odstartovaly na své domovské planetě (START) a měly doletět až do města Fň (CÍL).

Žáci se rozdělili do týmů tak, aby v každém týmu byl jeden nebo dva kosmonauti s jednou figurkou. Na jeden plán cesty (herní plán) jsou potřeba dva závodící týmy a jedna hrací kostka. Každý tým dostane otázky a odpovědi – jeden tým označen „tým A“ a druhá skupina „tým B“. Začíná tým A hozením kostky. Tým B mu přečte první otázku (odpověď nečte). Když tým A správně odpoví, tak postoupí o tolik polí-

ček, kolik hodil na kostce. Když odpoví špatně, tak se o jedno políčko vrátí. Potom hraje tým B a tým A mu přečte první otázku.

Kromě toho na některých políčkách čekají nástrahy:

Políčko s planetkami – vlétneš do pásu planetek a musíš postupovat opatrně, abys do některé nevrátil, takže dál postoupíš jen při hoďu 1 nebo 2.

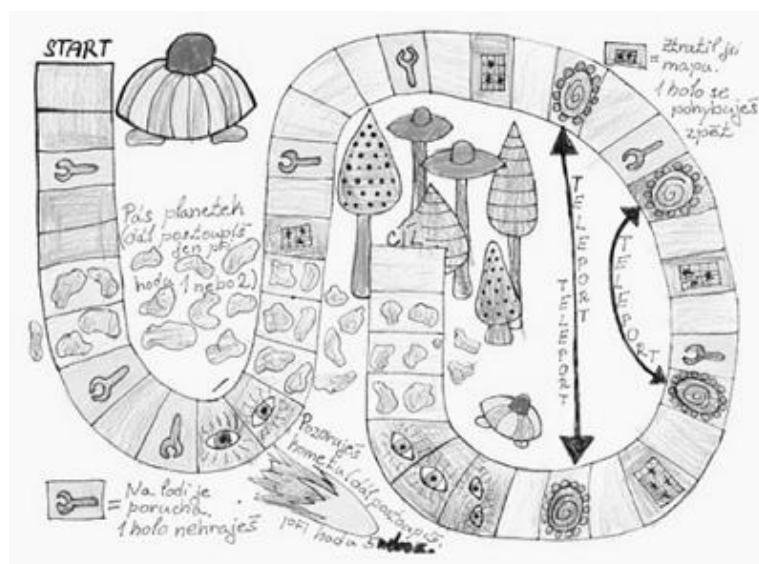
Políčko s očima – vidíš krásnou kometu a tak se zdržíš jejím pozorováním, dokud nehodíš číslo 5 nebo 6.

Políčko s nářadím – na kosmické lodi se objevila porucha a je třeba ji opravit, takže jedno kolo nehraješ.

Políčko s mapou – ztratil jsi mapu a tak jedno kolo omylem letíš na druhou stranu.

Políčko teleport – pomocí teleportu se přeneses tam, kam ukazuje šipka.

Vyhrává tým, který bude první v cíli.



Obr. 1. Herní plán Cestou necestou vesmírem

Tým A	
Otázka 1: Slunce je hvězda nebo planeta?	Otázka 11: Které souhvězdí nepatří mezi znamení zvěrokruhu? Váhy, Orion, Blížen-ci
Odpověď: HVĚZDA	Odpověď: ORION
Otázka 2: Jak se jmenuje největší planeta sluneční soustavy?	Otázka 12: Svítí Měsíc vlastním světlem?
Odpověď: JUPITER	Odpověď: NE (ODRAŽENÝM)
Otázka 3: Obíhá kometa kolem Slunce?	Otázka 13: Které dvě planety mají červenou barvu?
Odpověď: ANO	Odpověď: MARS A JUPITER
Otázka 4: „Velký vůz“ je správně seskupení	Otázka 14: Ve kterém měsíci najdeme

hvězd v souhvězdí Velká medvědice.	nejdelší den a nejkratší noc?
Odpověď: ANO	Odpověď: ČERVEN
Otázka 5: Je pravda, že rok má 456 dní?	Otázka 15: Jak se nazývá fáze Měsíce, kdy není ze Země vidět (není osvětlený)?
Odpověď: NE (365,25 DNE)	Odpověď: NOV
Otázka 6: Do jaké skupiny patří Pluto, když už to není planeta?	Otázka 16: Je v naší sluneční soustavě kromě Slunce i další hvězda?
Odpověď: TRPASLIČÍ PLANETA	Odpověď: NE
Otázka 7: Byli lidé už na planetě Venuši?	Otázka 17: První čtyři planety jsou malé a kamenné.
Odpověď: NE (POUZE NA MĚSÍCI)	Odpověď: ANO
Otázka 8: Ve kterém měsíci najdeme nejkratší den a nejdelší noc?	Otázka 18: Které dvě planety mají modrou barvu?
Odpověď: PROSINEC	Odpověď: URAN A NEPTUN (ZEMĚ)
Otázka 9: Je planetka malé těleso obíhající kolem Slunce?	Otázka 19: Jak se jmenoval první kosmonaut ve vesmíru?
Odpověď: ANO	Odpověď: GAGARIN
Otázka 10: Jaký tvar písmene má Měsíc, když je ve fázi, kdy se postupně zvětšuje?	Otázka 20: Které souhvězdí nepatří mezi znamení zvěrokruhu? Beran, Rak, Orel
Odpověď: PÍSMENO D	Odpověď: OREL

Tab. 1. Ukázky otázek ke hře Cestou necestou vesmírem

Další aktivity a tvoření

Mezi další doplňkové aktivity patřilo prolézání pavučiny mimozemských pavouků, která vznikla zavázáním provázku cikcak přes celou místnost. Opatří-li se některé provázky rolničkami, získají děti představu, zda prolézají správně nebo zda se již dotkly a probudily mimozemské pavouky.

V případě zvýšené rozjívěnosti se nám osvědčilo postavit proti sobě 2–3 děti, které před sebe daly vztyčené ukazováčky (nehty nahoru) a na ně se jim položila tyč (např. násada od mopu). Jejich úkolem poté bylo opatrně ji položit na zem, aniž by spadla a aniž by se přestaly dotýkat tyče. Při této aktivitě se projevuje „wow“ efekt, protože přes veškerou snahu dětí se tyč nejprve začne posouvat nahoru.

Při další hře měli účastníci zase pantomimou vysvětlit obyvatelům vzdálené planety, že omylem ztroskotali na jejich území, ale přicházejí v míru a rádi by si půjčili nářadí na opravení kosmické lodi.

Děti si mohly také sáhnout na mimozemskou kapalinu, která se drolí a zároveň teče. Je vyrobena smícháním kukuřičného škrobu s vodou (případně navíc s potravinářským barvivem a voňavou esencí). Při „hrubém“ zacházení se drolí, protože jednotlivé kousky škrobu drhnou o sebe navzájem. Necháme-li ale kapalinu volně, potom jednotlivé kousky škrobu po sobě zlehka kloužou a kapalina tedy teče.

I spoustu běžných her jsme vylepšili nádechem astronomie – například astronomické puzzle, které vznikly rozstřiháním mapy noční oblohy podle jednotlivých hranic souhvězdí. Děti si tak mimo jiné uvědomily, že každá hvězda s výjimkou našeho Slunce patří do některého souhvězdí. Dále si účastníci zahráli astronomické pexeso, kde hledali dvojice otázky a správné odpovědi (např. „počet planet“ a „8“ nebo „špinavý kus ledu“ a „kometa“), a astronomické domino, kam ke kartičce zakončené otázkou opět přiřazovali kartičku se správnou odpovědí. Naučili se také dorozumívat šifrovaným písmem. Každé písmeno je definováno pomocí tečky v obdélníčku orámovaném z příslušného počtu stran (viz obr. 2).

A B C	D E F	G H I	J K L	M N O	P Q R
S T U	V W X	Y Z			

Obr. 2. Šifrovací klíč k mimozemskému písmu

Tábor měl i tvořivé části – během nich jsme například vyráběli mimozemské maňásky z ponožek, vznášedla z balonků a CD a mimozemské hady z dřevěných korálek. Maňásek měl tlamičku vyztuženou fólií a měl našité nebo nalepené zuby, růžky a jiné doplňky z filcu, oči měl koupené s pohyblivým černým středem. Dřevěné korálky zase dostávaly děti za správné odpovědi při přednáškách nebo za nejlepší umístění v jednotlivých soutěžích během celého týdne. Poslední den jsme je potom navázali na vlnu a přilepili jim dřevěné hlavičky ozdobené kousky filcu.



Obr. 3. Mimozemští hadi z dřevěných korálek

Portfolio

Na konci každého dne dostaly děti za úkol nakreslit do jednoho políčka erbutu aktivitu, která se jim nejvíce líbila. Na jednom takovém portfolio (obr. 4) jsou znázorněny: střelení raket na vodní pohon, pantomimou ztroskotání lodi na cizí planetě, pozorování chromosféry dalekohledem, výroba mimozemských hadů z dřevěných korálek a výroba vodních mimozemšťanů – karteziánků.

Díky malování jednotlivých dílků erbu získaly děti na památku zajímavé portfolio zachycující jejich největší zážitky.



Obr. 4. Portfolio ve formě erbu

Literatura

- [1] *Astronomické hrátky*. [online]. 2014. vyd. [cit. 2014-9-21]. Dostupné z: http://bavsevedou.zcu.cz/aktuality/index.html?file=/aktuality/2014/astro_hratky.html
- [2] *Jak učit kosmonautiku: Workshop pro učitele základních a středních škol*. [online]. 2010. vyd. [cit. 2014-9-21]. Dostupné z: <http://wayback.webarchiv.cz/wayback/20101022112243/http://www.czechspace.cz/cs/node/3040>
- [3] MARKOVÁ, Ivana. *Astronomie jako motivační prvek ve výuce fyziky*. [online]. 2010 [cit. 2014-9-21]. Dostupné z: http://www.astrovm.cz/userfiles/file/dokumenty_ke_stazeni/seminare/cr_sr_2_konference/10_markova.pdf

Experimenty z Interaktivní fyzikální laboratoře - rotující soustavy

ZDENĚK ŠABATKA

Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova; Gymnázium Nový Porg, Praha

Tento článek popisuje čtyři experimenty spadající do oblasti rotujících soustav, tedy do jednoho z témat, se kterými se mohli studenti ve školním roce 2013/2014 setkat v rámci návštěv Interaktivní fyzikální laboratoře (<http://kdf.mff.cuni.cz/ifl/>) na MFF UK v Praze. Současně je krátce popsán princip fungování samotné laboratoře.

Koncepce laboratoře

Interaktivní fyzikální laboratoř (dále IFL) je zřizována MFF UK v Praze. Laboratoř je využívána i při výuce studentů učitelství fyziky na MFF. Primárně však je určena studentům středních škol. Ti zde mají možnost vyzkoušet si množství experimentů, které buď přímo souvisí s tématy probíranými na střední škole, nebo na ně navazujícími. Vše se odehrává formou praktických cvičení, při kterých studenti pracují v týmech. Pro jednu maximálně šestnáctičlennou skupinu studentů jsou v laboratoři vyhrazeny dvě hodiny čistého času. Připravena jsou vždy čtyři různá stanoviště, která spadají do jednoho tematického celku. U některých témat se jedná o experimenty složitější a časově náročnější. V takovém případě stráví tým maximálně čtyř studentů celou dobu na jednom stanovišti. V této situaci hrají důležitou roli závěrečné prezentace týmů. Studenti v nich mají za úkol pro ostatní shrnout, čemu se během času stráveného v laboratoři věnovali a jakých výsledků dosáhli. V IFL však nabízíme i jednodušší experimenty, resp. ne tak časově náročné. V takovém případě jsou aktivity sestaveny tak, aby tým prošel všechna stanoviště. I v této situaci však dbáme na závěrečné prezentace, které nyní hrají roli drobného závěrečného opakování. Studenti tak mají navíc možnost porovnat své výsledky s výsledky kolegů.

Další informace k fungování laboratoře, popis tematických celků, kontakty i postup pro přihlášení se studenty jsou k nalezení na webových stránkách IFL [1].

Experimenty v rotujících soustavách

Tento článek se dále zabývá popisem jednoho z experimentálních celků, které v IFL nabízíme. Jedná se o pokusy, jichž společný jmenovatel je otáčivý/rotační pohyb. Jedná se o experimenty kratší a méně náročné. Studenti tedy mohou projít všemi experimenty.

Dostředivá síla

Pro téma dostředivá síla byly vybrány následující dva experimentální úkoly:

1. Ověřit závislost velikosti dostředivé síly na periodě otáčení.

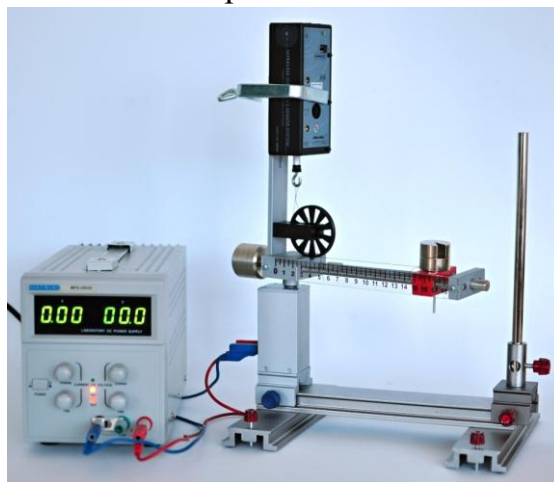
2. Pomocí rovnice pro dostředivou sílu určit hmotnost neznámého tělesa v rotující soustavě.

Toto téma je běžně na středních školách probíráno a studenti již znají rovnici

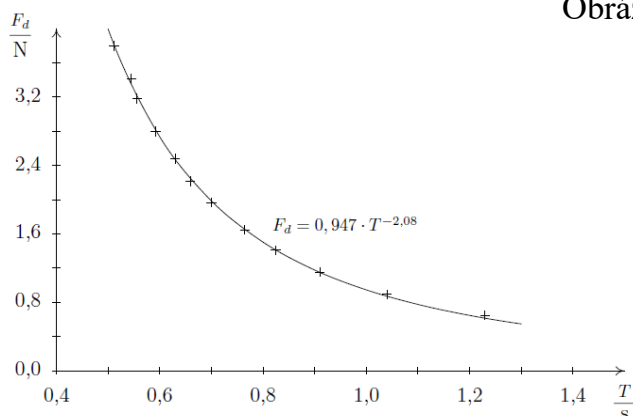
$$F_d = 4\pi^2 mr \cdot \frac{1}{T^2} \quad (1)$$

popisující závislost velikosti dostředivé síly F_d na hmotnosti tělesa m , poloměru otáčení tělesa r a periodě otáčení T .

K tomuto měření v IFL využíváme originální soupravu (obrázek 1) pro měření velikosti dostředivé síly firmy NTL, kterou tvoří otočné rameno poháněné elektromotorem. Na rameni je pohyblivý jezdec, který lze přes kladku s nízkým třením připojit k siloměru. Aparatura dále obsahuje dvě padesátigramová závaží, regulovatelný zdroj střídavého napětí, stopky a bezdrátový siloměr firmy Vernier, který je připojen k počítači. Studenti tak snadno zaznamenávají data ze siloměru a přidávají k nim údaje naměřené na stopkách.



Obrázek 1.



Obrázek 2. Graf závislosti velikosti dostředivé síly na velikosti periody otáčení.

Rovnici, kterou studenti získají při proložení vynesných bodů, pak porovnají s rovnicí (1), kterou dává teorie. Se znalostí poloměru otáčení tělesa ($r = 15,7$ cm) pak vypočítají hmotnost tělesa, na nějž dostředivá síla působila.

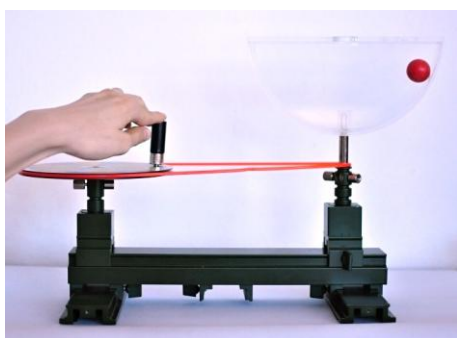
$$4\pi^2 mr \cdot T^{-2} \doteq 0,947 \cdot T^{-2,08}$$

$$m \doteq \frac{0,947}{4\pi^2 \cdot 0,157} \text{ kg} \doteq 153 \text{ g}$$

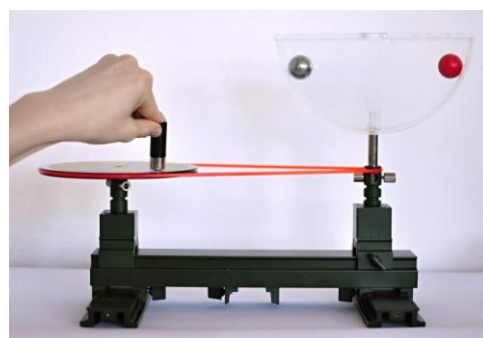
Tento údaj pak velice dobře odpovídá skutečné hodnotě, tedy 150 g.

Kuličky v kyvetě

Druhé stanoviště, na které se studenti v rámci tématu rotační pohyb v IFL dostanou, nejprve cílí na jejich odhad a dovednost aplikovat poznatky získané ve škole na jednoduchou praktickou situaci. Do kyvety je nejprve vložena jedna kulička (plastová, červená). Studenti si vyzkouší, co se stane při roztočení kyvety (obrázek 3). Poté do-
stávají za úkol do stejné kyvety vložit kuličku (ocelová) a jsou dotázáni, v jaké výšce se při konstantní rychlosti otáčení kuličky ustálí – která bude výš? Tato otázka je pro studenty velmi obtížná a řešení většinou překvapující (obrázek 4).



Obrázek 3.



Obrázek 4.

$$\tan \alpha = \frac{F_d}{F_g} = \frac{m\omega^2 x_T}{mg}$$

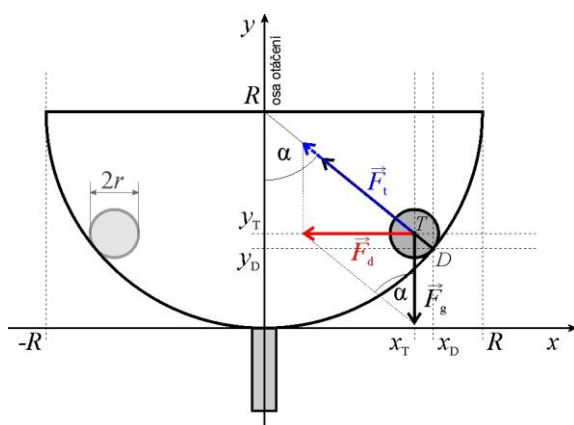
$$\tan \alpha = \frac{\omega^2 x_T}{g}$$

$$\tan \alpha = \frac{4\pi^2}{g} \cdot \frac{x_T}{T^2}$$

Pracovní list je dále provede teoretickým odvozením závěru, který pozorovali ve zmíněném experimentu, tedy že pozice kuličky uvnitř kyvety nezávisí na její hmotnosti (rovnice (2), obrázek 5).

Závěrečný experiment v této části je již kvantitativní a ověřuje studenty odvozenou závislost $\alpha(T)$. V této části studenti přebudují aparaturu (2), aby kyveta již nebyla poháněna ručně, ale pomocí elektromotorku (obrázek 6). Studenti na jednu stranu kyvety nalepí úhloměr, na kterém vyznačí pozici

(úhel), na které se má kulička ustálit.



Obrázek 5.

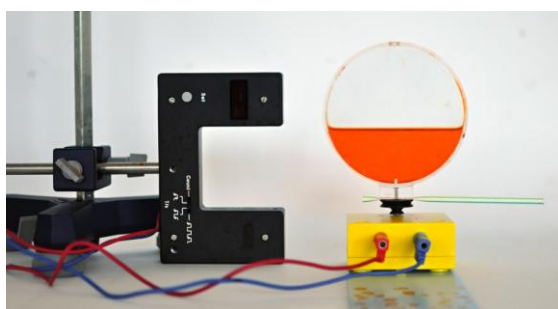


Obrázek 6.

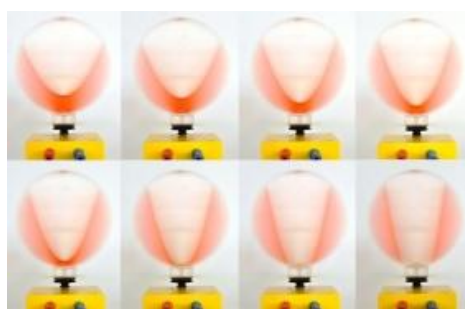
Poté zvyšují napětí přiložené na motorek, tím roste i frekvence otáčení a kulička stoupá. Po dosažení vyznačené pozice studenti změří pomocí optické závory připojené k dataloggeru délku periody otáčení. Toto měření vychází až překvapivě přesně. Při výpočtu úhlu z naměřené periody se relativní odchylky pohybují řádově okolo 1 – 2 %.

Kapalina v rotující nádobě

Na dalším stanovišti studenti určují, jaký je tvar hladiny v rotující nádobě. Jeden ze způsobů možného určení jsem již společně s doc. L. Dvořákem popsal v článku [2]. Studenti pracují s aparaturou (obrázek 7), kterou tvoří kyveta připojená k elektromotorku, který je připojen ke zdroji regulovatelného napětí. Kyveta je naplněna vodou obarvenou potravinářskou barvou.



Obrázek 7.

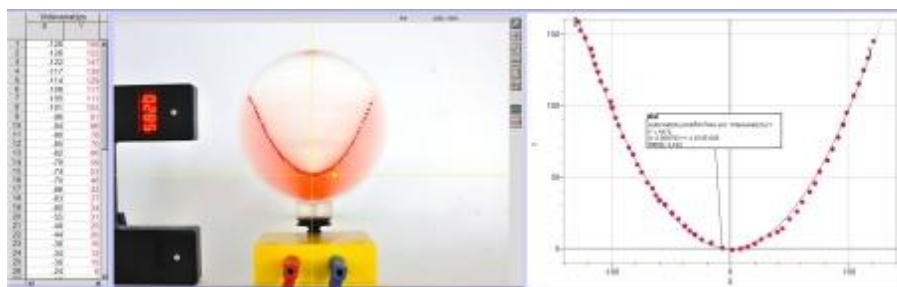


Obrázek 8.

Studenti jsou ještě před samotným experimentem požádáni, aby odhadli tvar hladiny. Většina se svým odhadem blíží správnému řešení, nicméně objevuje se i množství nesprávných tipů.

Studenti dále prozkoumají tvar hladiny a to nejprve kvalitativně. Zvyšují rychlost motorku a pozorují, jak se mění tvar hladiny. Tvary hladiny pro různé postupně se zvyšující rychlosti byly vyfotografovány a jsou zachyceny na obrázku 8.

Studenti poté vyberou jednu periodu otáčení. Hladinu vyfotografují s dlouhou expozicí (cca 5 s). Pracovní list pak studenty provede analýzou pořízeného obrázku zakřiveného tvaru hladiny. Analýza se děje pomocí programu Logger Pro. Studenti vyberou několik bodů na hladině, které jsou programem vyneseny do kartézské soustavy souřadnic a následně nechají program proložit skrze body křivku, jejíž předpis je dán mocninnou funkcí. Takovou situaci zachycuje obrázek 9.



Obrázek 9.

Další diskuzí závislosti na jiných možných veličinách se tak studenti s drobnou pomocí pracovního listu a lektorů dostávají k rovnici hladiny kapaliny v rotující nádobě

$$h = \frac{\omega^2}{2g} R,$$

kde h je výška daného bodu hladiny nad jejím nejnižším bodem, ω je úhlová rychlost otáčení kapaliny a R je vzdálenost vybraného bodu hladiny od osy otáčení.

Chování lodičky na rotující hladině

Hlavním cílem posledního stanoviště je ukázat, jak se chová malé tělísko na zakřivené hladině rotující kapaliny. Studentům je tento problém předložen v souvislosti s básní od E. A. Poe Pád do Maelstromu, ve které hrdina řeší, jak se dostat z obrovského vodního víru a povšimne si, že některá tělesa jsou tažena vzhůru a jiná naopak klesají směrem dolů.

Studenti mají nejprve za úkol prozkoumat různé druhy víru – vodní vír vytvořený v lahvi (klasický experiment – viz např. [3]) a ohnivý vír (obrázek 10). Aparatura pro ohnivý vír sestává z otočného jídelního podnosu, na který je připevněn drátěný děrovaný koš, ve kterém je vložena kovová miska. Do misky se následně neleje technický líh a pomocí špejle zapálí. Po roztočení vzniká ohnivý vír. Pokud není miska s hořícím lihem vložena v koši, tak i přes její rotační pohyb vír nevzniká.



Obrázek 10. Oheň v nerotujícím koši. Oheň na rotující točně. Oheň na rotující točně v koši.

Jak již bylo zmíněno, v druhé části studenti zkoumají pohyb těles na rotující hladině a snaží se nalézt obecná pravidla, která tento pohyb ovlivňují – která tělesa stoupají vzhůru, která se naopak „propadají“ níže do vrcholu paraboloidu. Tento experiment jsem již blíže popsal v článcích [2] a [4].

Literatura

- [1] <http://kdf.mff.cuni.cz/ifl> [citováno 27.8.2014]
- [2] Šabatka, Z.; Dvořák, L. Vodní paraboloid. In Dvořák L. (ed.) *Veletrh nápadů učitelů fyziky 12, sborník z konference*. Prometheus Praha 2007. s. 197-201. ISBN 978-80-7196-352-3. Dostupné z <http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/12-20-Sabatka.html>. [citováno 27.8.2014]
- [3] Ondrušek, V. Pokusy s jednoduchými pomůckami. In *Veletrh nápadů učitelů fyziky 2, sborník z konference*. Plzeň 1997. Dostupné z <http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/02-17-Ondrusek.html>. [citováno 27.8.2014]
- [4] Šabatka, Z., Dvořák, L. Simple verification of the parabolic shape of a rotating liquid and a boat on its surface 2010 *Physics Education* **45** 462-8.

Peer Instruction: Informace přímo z Harvardu

JANA ŠESTÁKOVÁ

Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha; ZŠ Lingua Universal, Litoměřice

Vyučovací metoda Peer Instruction vznikla v devadesátých letech na Harvardově univerzitě. Používá ji její autor profesor Eric Mazur stále? Může být výuka fyziky na Harvardu inspirací pro české učitele? Odpovědi nejen na tyto otázky se dozvíte v následujícím článku.

Peer Instruction

Vyučovací metoda Peer Instruction je metoda, která vyžaduje po žácích aktivní přístup, uvažování, odpovídání na konceptuální otázky k probíranému tématu nebo například spolupráci mezi spolužáky. Žáci pomocí této metody rozvíjí nejen své znalosti v oblasti fyziky, ale také komunikační dovednosti, schopnost uvědomit si vlastní názor a vyjádřit se.

Podrobnější informace o metodě Peer Instruction naleznete například ve sbornících z minulých ročníků Veletrhů nápadů [1], [2], v anglické knize autora metody [3], nebo na anglických internetových stránkách [4], [5].

Eric Mazur – kurzy aplikované fyziky

Autor metody Peer Instruction profesor Eric Mazur vede na Harvardově univerzitě kurzy aplikované fyziky pro studenty bakalářského studijního programu. Na rozdíl od jiných univerzit není plán bakalářského studia pevně stanovený, ale studenti si jednotlivé kurzy mohou volit z libovolných kateder sami. Je tedy možné, že student si kromě aplikované fyziky vybere například kurz hudební výchovy nebo dějepisu. Kurz mohou zároveň absolvovat studenti ze všech čtyř ročníků bakalářského studia. Znalosti fyziky jednotlivých studentů se tedy mohou výrazně lišit. Kurz má časovou dotaci dvakrát tři hodiny týdně. Nejedná se ale o klasické přednášky a cvičení, jako je tomu na jiných vysokých školách. Přesto, že je v kurzu zároveň přibližně 80 studentů, nejsou studenti v hodinách jen pasivními posluchači, jako tomu často bývá u přednášek. Právě způsob aktivní činnosti studentů by mohl být inspirací pro naše studenty a žáky.

Jednotlivé hodiny jsou podle potřeby skládány z různých aktivit, jako například řešení Fermiho úloh, předpovídání výsledku pokusu a jeho ověřování, nebo klasické využití metody Peer Instruction při úvodu do nového tématu. Dále studenti pracují na dlouhodobých projektech, na jejichž závěru prezentují svou práci formou posterů, nebo vyrábí různé přístroje využívající právě probírané fyzikální principy. Jako nejzajímavější inspiraci pro naši výuku jsem zvolila skupinovou písemnou práci.

Skupinová písemná práce – inspirace do našich škol

Na konci probíraného tématu studenti skládají závěrečnou práci. Zadání úloh získají po přihlášení do internetové aplikace. Každý student řeší nejprve úlohy samostatně, bez spolupráce s ostatními spolužáky, ale k řešení může používat libovolné zdroje, například učebnici nebo internet. Po uplynutí poloviny času se aplikace pro individuální odpovídání uzavře a každý student si může u jednotlivých otázek zobrazit odpovědi svých spolužáků.

Následuje druhá polovina práce, tentokrát společná. Studenti se ve skupině (obvykle čtyřech nebo pěti spolužáků) musí na odpovědi ke každé zadané otázce domluvit, vybrat jednu správnou a tu za celou skupinu odeslat. Pokud se studenti na odpovědi shodnou, odpověď mohou hned odeslat. Pokud se ale ve skupině sejde více různých odpovědí, nastává diskuze, ve které se studenti navzájem přesvědčují o správnosti jednotlivých řešení. Argumentují, dohledávají informace, ověřují své postupy řešení. Pokud studenti po diskuzi na první pokus odešlou svou odpověď chybně, mají možnost opravy. Při správné odpovědi na první pokus získávají maximum bodů (například 4), při druhém pokusu polovinu (2 body), při třetím čtvrtinu (tedy 1 bod) a pokud je i poté jejich odpověď stále chybná, zobrazí se studentům správná odpověď i s podrobným řešením. Studenti tak získávají okamžitě zpětnou vazbu a mohou si tak ověřit svůj postup hned, dokud si ho dobře pamatují.

Hodnocení celé písemné práce studenta se pak z poloviny skládá ze samostatné a z poloviny ze skupinové práce.

Největším přínosem společné závěrečné práce je podle mého názoru diskuze nad otázkami, při které studenti argumentují, ověřují si své vědomosti a radí se se spolužáky. Studenti se tak v průběhu písemné práce stále intenzivně učí. Společná práce nad otázkami se ale více než závěrečnému zkoušení často podobá soutěži, při které se studenti dobře baví. Když se po diskuzi a následném odeslání odpovědi zobrazí pole se zprávou „vaše odpověď byla správná“, ozývá se jásot a potlesk jako oslava vlastního úspěchu i od skupin, od kterých by učitel takový projev emocí nečekal.

Literatura

- [1] Končelová, J. Efektivní hlasování ve výuce. In: *Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 16*. Olomouc 2011, s. 123 – 128, ISBN 978-80-244-2894-9.
- [2] Šestáková, J. První poznatky z “peer praxe”, In: *Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 17*. Praha 2012, s. 288 – 290, ISBN 978-80-87343-13-5.
- [3] Mazur, E. *Peer Instruction: A User's Manual*, Prentice Hall, 1997, 253 p., ISBN: 978-0135654415.
- [4] PeerInstruction.net [online]. [cit. 29. 8. 2014]. Dostupné z: <https://www.peerinstruction.net/>
- [5] Turn to Your Neighbor, The Official Instruction Blog [online]. [cit. 29. 8. 2014]. Dostupné z: <http://blog.peerinstruction.net/>

Solární hračky ve výuce fyziky na ZŠ

MICHAELA ŠUTOVÁ, PETR NOVÁK, JAN VÁLEK
Pedagogická fakulta MU, Brno

Článek se zabývá využitím solárních hraček a případně solárních nabíječek ve výuce fyziky na základní škole. A to v souvislosti s výukou zaměřenou na využití energie solárního záření. Jsou zde uvedeny vybrané typy solárních hraček a nabíječek vhodné pro výuku fyziky a doporučení jak tyto pomůcky zařadit do výuky.

Úvod

V případě výuky tématu využití energie solárního záření jsme si položili otázku: „*Jak žákům na základní škole toto téma představit co nejatraktivněji?*“ Povědomí o této problematice mezi žáky jistě je, ale např. využití solárních panelů v případě solárních elektráren nebo solárního ohřevu vody není pro žáky až tak blízké, vzhledem k jejich každodennímu životu. Proto jsme hledali předměty denní potřeby, které by žáci mohli využívat, případně které mají doma. Našli jsme dvě takové oblasti, a to *solární hračky* a *solární nabíječky*.

1 Solární hračky

V současné době je na trhu možnost zakoupení celé řady solárních hraček různých typů. Troufáme si říci, že v každé třídě se najde žák, který takovou hračku vlastní a může přinést do výuky. Případně ji může učitel pořídit jako další pomůcku do svého kabinetu fyziky. Jedná se o předmět, který by podle našeho názoru v současné době neměl v žádném kabinetu fyziky chybět.

Z opravdu široké nabídky solárních hraček vybíráme pro představu několik, které lze podle našich zkušeností vhodně využít ve výuce (cena se pohybuje do 500Kč):



Obr. 1. Solární stavebnice - vodní mlýn [1]; Obr. 2. Solární stavebnice – roboti [2]



Obr. 3. Solární stavebnice - větrný mlýn[3]; Obr. 4. Solární šváb – brouk [4]

2 Solární nabíječky

Stejně jako je tomu u solárních hraček, také v případě solárních nabíječek, poskytuje současný trh velký výběr. Zatímco u solárních hraček jde v případě použití ze strany žáků pouze o hru, v případě solárních nabíječek je využití daleko pragmatictější. V současné době, kdy žáci vlastní z velké části tzv. chytré mobilní telefony, je potřeba dobíjení takřka každodenní záležitostí. V případě, že jsou žáci mimo dosah elektrické sítě, např. na táboře ve volné přírodě, je solární nabíječka jedno z možných řešení.



Obr. 5. Solární nabíječka [5]

3 Využití solárních hraček ve výuce fyziky

Ve výuce fyziky na základní škole ve spojení s oblastí využití energie solárního záření se nabízí řada možností, kde je možno solární hračky a solární nabíječky použít. Je důležité připomenout, že nejprve je potřeba žáky seznámit aspoň na elementární úrovni s principem funkce solárního panelu, tedy přeměny energie solárního záření na energii elektrickou a dále na energii mechanickou. Proto se nám jeví vhodné zařadit uvedené téma do osmého, případně devátého ročníku.

Solární hračky a solární nabíječky ve výuce fyziky na základní škole můžeme využít při probírání tématu využití energie solárního záření např. v těchto formách výuky:

- běžná hodina fyziky;

- laboratorní úloha;
- projektová výuka;
- při práci s nadanými žáky;
- fyzikální kroužek.

3.1 Příklad použití ve výuce

Pro příklad uvádíme jednu z možností, jak využít solární hračky a nabíječky ve výuce fyziky. Vybrali jsme formu výuky nazvanou projektová výuka – v našem případě se jedná o projektový den, který dává prostor mimo jiné pro utváření mezipředmětových vazeb. Často se na základní škole určí jeden den, kdy výuka neprobíhá klasicky, ale určí se téma – např. „*Alternativní zdroje energie*“, na základě kterého si učitelé vytvoří tzv. dílny. Žáci se pak těchto dílen účastní, ať už povinně, či v lepším případě vlastní volbou podle názvu a obsahu dané dílny. Učitel fyziky si v takovém případě zvolí např. dílnu s názvem „*Energie solárního záření*“, obvyklá časová dotace je dvě vyučovací hodiny, tedy 90 min. V této dílně pak využije právě solární hračky, případně solární nabíječky. Solárními hračkami může doplnit svůj výklad a na ukázce jejich funkce přiblížit žákům využití malého solárního panelu. Za pomoci solární nabíječky a akumulátoru může žákům vysvětlit jak se získanou energií naložit pro pozdější použití. Následně se učitel může věnovat využití solárních panelů pro ohřev vody, a dané téma lze zakončit např. seznámením žáků s principem fungování solární elektrárny. Je samozřejmě jen na učiteli fyziky, jak takový projektový den bude v jeho případě vypadat, možností je opravdu celá řada.

Závěr

Oblast zabývající se využitím energie solárního záření je a bude stále velmi aktuální. Považujeme proto za důležité seznámit žáky s touto oblastí již na základní škole, a to nejlépe pomocí předmětů, které již znají ze svého každodenního života. Právě takové předměty, které jsou obecně pro výuku tak důležité, vzbuzují v žácích motivaci a zájem. Solární hračky a solární nabíječky jsou podle našeho názoru vhodnými pomůckami, prostřednictvím kterých můžeme žákům představit oblast zabývající se využitím energie solárního záření.

Literatura

- [1] <http://www.kamennyobchod.cz/hracka-sol-expert-solarni-stavebnice-vodniho-mlynu.html?gclid=CNW23-LFq8ACFUjHtAodqEMALw> [24. 8. 2014]
- [2] http://aukro.cz/show_item.php?item=4488941707&gclid=CLiCrbv3ssACFV GWtAodVD-sAFA [24. 8. 2014]
- [3] <http://www.prochlapce.cz/p/4671/robotime-drevena-stavebnice-solarni-vetrny-mlyn-iii> [24. 8. 2014]
- [4] <http://www.pvd-talasek.cz/pvd-talasek/eshop/9-1-Hracky-modely-na-DO/0/5/1058-Solarni-svab-brouk> [24. 8. 2014]
- [5] <http://www.alza.cz/conrad-mini-solarni-nabijacka-li-pol-200063-d509163.htm> [24. 8. 2014]

Využití mobilních technologií ve výuce fyziky na ZŠ

JAN KREJČÍ, MICHAELA ŠUTOVÁ, LADISLAV DVOŘÁK

Pedagogická fakulta MU, Brno

Abstrakt

Příspěvek pojednává o využití tabletů a chytrých telefonů ve výuce fyziky na základní škole a představí blíže několik vybraných užitečných aplikací.

Úvod

Trendem současnosti je poskytování materiálů pro výuku prostřednictvím digitálních technologií. Tablet či chytrý telefon dnes již vlastní každá moderní domácnost, avšak s rostoucím počtem uživatelů se mění také způsob jejich využití. Mnoho rodičů považuje svým dětem tablet jako hračku k trávení volného času, ale zároveň je nutné řešit, jaké hry děti na tabletu hrají a jaké aplikace by zde vlastně měli mít. Cílem tohoto příspěvku je sestavení přehledu aplikací vhodných do výuky fyziky a přiblížení vybraných aplikací vhodných pro experimentování ve fyzice s předvedením konkrétních úloh.

Net generace

Velmi rychlý rozvoj ICT významně ovlivňuje sociální chování zejména mladé generace. Stále nedoceňovaným faktorem, který výrazně ovlivňuje přírodovědné vzdělávání je radikální změna poznávání světa současnými žáky a studenty (dále jen žáky). Hovoříme o nové žákovské generaci „Net generation“. D. Oblinger & J. Oblinger popisují významné rysy Net generace, které ovlivňují její vzdělávání a mění její styl učení. Mezi nejdůležitější vlastnosti, které ovlivňují vzdělávací proces patří:

- Využívání ICT je pro Net generaci samozřejmou součástí každodenního života.
- Net generace používá ICT, jakož i další zařízení, intuitivně bez návodu k obsluze.
- U Net generace výrazně převažuje vizuální gramotnost nad čtenářskou.
- Lépe se učí skrz objevování, než aby jim informace byla sdělena.
- Net generace dává přednost praktickým činnostem před studiem teorie.
- Příslušníci Net generace mají potřebu být neustále propojeni prostřednictvím různých ICT, proto je pro ně zcela přirozený systém sdílení informací.
- Net generace vykonává více činností najednou a dává přednost rychlosti před přesností.
- Mají rychlý reakční čas, jsou tedy schopni zareagovat rychle a stejnou odezvu očekávají na oplátku.

Mobilní technologie

Využití ve výuce

Tablety a mobilní telefony jsou mezi dětmi velmi oblíbené a mohou je velmi nenásilnou a zábavnou formou naučit mnoha vědomostem a dovednostem i mimo školní lavice. Avšak veřejností jsou tato zařízení stále vnímána jako zařízení určená pro zábavu, případně v menším měřítku zařízení určená k práci. Online obchody mobilních platforem nabízejí nepřehledné množství aplikací, avšak výukové aplikace či didaktické hry z tohoto počtu představují pouze malé procento, přičemž kvalita jejich provedení velmi kolísá od vyložené amatérských pokusů až po vysoce profesionální aplikace, které vznikají za podpory pedagogů. Velká část aplikací je také dostupná pouze v cizím jazyce, většinou angličtině a nejsou proto pro výuku na základní škole vhodné. Zaměřili jsme se tedy primárně na české, případně vícejazyčné aplikace. Tento příspěvek je zaměřen na odzkoušené aplikace a hry určené pro tablety a mobilní telefony s operačními systémy Apple a Android, které jsou mezi uživateli nejvíce rozšířené a v součtu představují více jak dvoutřetinový podíl mezi všemi mobilními operačními systémy. U operačního systému Windows Phone či ostatních operačních systémů je základna uživatelů malá a výukové aplikace prakticky neexistují.

Aplikace pro výuku fyziky

Mobilní technologie jsou doslova prošívané nejrůznějšími senzory. Co model od jiného výrobce, to jiné senzory. Bez některých se v moderních zařízeních neobejdeme, některé nabízí funkce navíc, ale rozšiřují nám možnosti pro experimentování ve výuce. Mezi takové patří například: akcelerometr, barometr, gyroskop, senzor magnetického pole, senzor přiblížení, senzor intenzity světla, zvukový senzor, teplotní senzor a další. Před instalací samotných aplikací je tedy potřeba zjistit, jakými senzory disponuje dané zařízení. K tomuto na platformě Android lze využít například aplikace *Sensor Box*, *AndroSensor* a *CPU-Z* a na platformě iOS například *SensorLog*. Poté je možné nainstalovat nějaký balík aplikací, umožňující měření a případně i záznam fyzikálních veličin z daných senzorů.

Pro platformu Android existuje balík aplikací *Smart Tools Lite*, případně *Smart Tool Kit*. Tento balík obsahuje následující aplikace:

- *Smart Ruler Lite* umožňuje měření malých délek, například hmyz, mince a šrouby.
- *Kompas Lite* slouží k měření azimutu, tedy pro výpočet vzdáleností pomocí fce tg.
- *Measure Lite* umožňuje pomocí kamery měření vzdáleností ze znalosti velikosti úhlu náklonu mobilního zařízení.
- *Smart Distance Lite* zvládá taktéž při využití kamery měřit vzdálenosti ze znalosti výšky předmětu umístěného v měřené vzdálenosti.
- *Uhloměr Lite* umožňuje měření výškového úhlu, přičemž ze znalosti vzdálenosti je možné určit výšku předmětu.

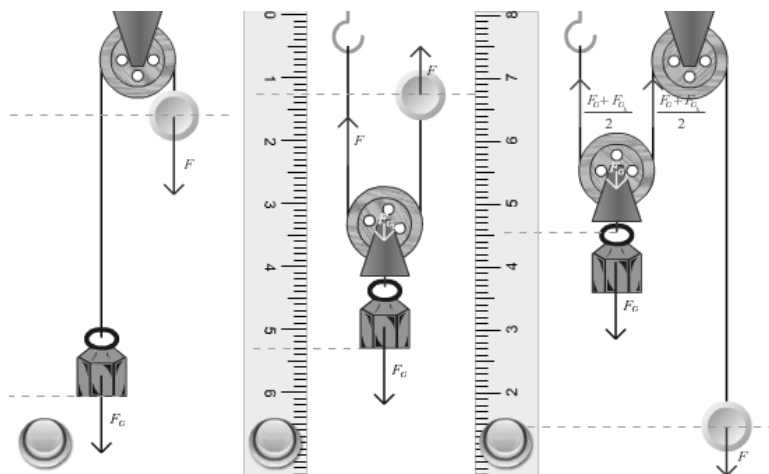
- *Rychloměr Lite* posunem značky na displeji v místě pohybu předmětu a ze znalosti vzdálenosti předmětu aplikace počítá rychlost předmětu snímaného kamerou.
- *Vibrometr Lite* a *Zvukoměr Lite* jsou aplikace určené pro měření vibrací a intenzity hlasitosti
- *Detektor kovů* využívá čidla reagující na magnetické pole.
- *Převodník jednotek Lite* je aplikace převádějící jednotky různých fyz. veličin.

Pro platformu iOS existuje také balík *Smart Tools*, případně *iMetalBox*, avšak ani jeden zde neobsahuje všechny výše zmíněné aplikace. Je tedy nutné zde najít dostupné alternativy:

- *MeasuresLite* a *PhotoRuler* umožňují měřit rozměry předmětů na fotografiích při znalosti rozměru libovolného předmětu na fotografii.
- *Tone Generator* umožňuje generovat různé frekvence.
- *SpeedClock* umožňuje měřit rychlost pohybujícího se objektu.
- *Sound Measure* měří intenzitu zvuku.

Pro výuku astronomie existují aplikace hvězdné oblohy *Night Sky 2 Lite* (iOS) a *SkyMap* (Android), kde při existenci potřebných senzorů lze zařízení namířit na oblohu a na displeji se objeví pozorovaná část hvězdné oblohy včetně popisků.

Velmi zajímavá, zábavná i poučná může být aplikace *Fyzika ve škole* od českého pedagoga RNDr. Vaščka, pedagoga působícího na SPŠ ve Zlíně. Ta obsahuje interaktivní animace na spoustu fyzikálních jevů z většiny oblastí ZŠ i SŠ fyziky a je dostupná pro obě platformy.



Obr. 1. Ukázka aplikace Fyzika ve škole (kladky)

Didaktické fyzikální hry

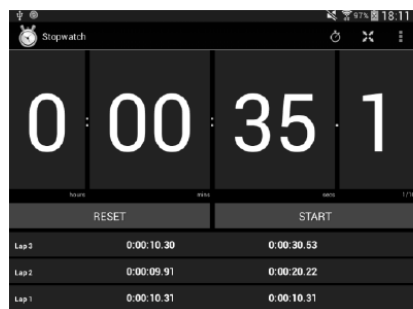
Z her české produkce stojí za zmínku multimediální program *Joulinka*, který je určen pro děti ve věku od čtyř do deseti let a seznamuje je s výrobou elektrické energie a šetřením energie v domácnosti. Pro starší děti je připravena multimediální encyklo-

pedie *Jaderná energie a energetika*. Autorem obou je ČEZ a jsou dostupné po obě majoritní platformy. Ze zahraniční produkce doporučujeme didaktickou hru *Cartoon physics puzzle*, dostupnou pro obě platformy, kde se pomocí umístování různých objektů a předmětů řeší vybraný fyzikální problém.

Praktické využití při jednoduchém experimentování

Zadání: Urči dobu kmitu mat. kyvadla o délce 25 cm.

Řešení: Pomocí Stopwatch&Timer (Android) / Stopek (iOS) změříme 10 kmitů a výsledný čas vydělíme deseti.



$$t_1 = \frac{10,31s}{10} = 1,031s$$

$$t_2 = \frac{9,91s}{10} = 0,991s$$

$$t_3 = \frac{10,30s}{10} = 1,030s$$

$$t = \frac{1,031s + 0,991s + 1,030s}{3}$$

$$t = 1,017s$$

Obr. 2: Ukázka aplikace Stopwatch&Timer

Zadání: Urči průměr a tloušťku mince 5 Kč. Vypočítej objem mince.

Řešení: Pomocí Smart Ruler (Android) / Ruler (iPad) změříme průměr d a tloušťku v .



$$d = 23,0mm$$

$$v = 1,8mm$$

$$V = ?$$

$$V = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot v$$

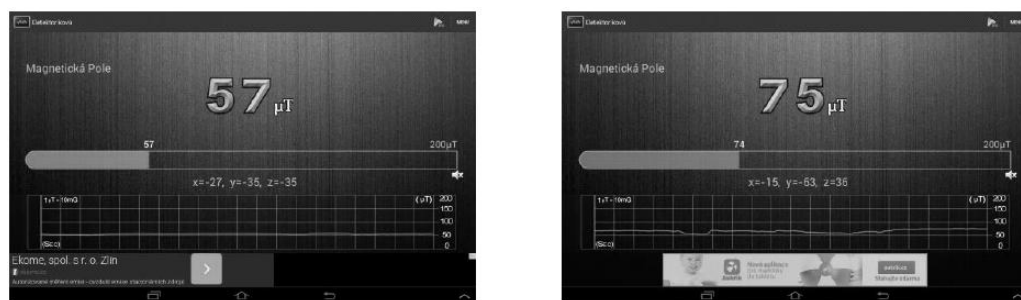
$$V = \pi \cdot \frac{(23,0mm)^2}{4} \cdot 1,8mm$$

$$V = 747mm^3$$

Obr. 3: Ukázka měření v aplikaci Smart Ruler

Zadání: Pod list papíru uschovej několik mincí (1 Kč) a nech spolužáka určit, kde jsou mince položeny.

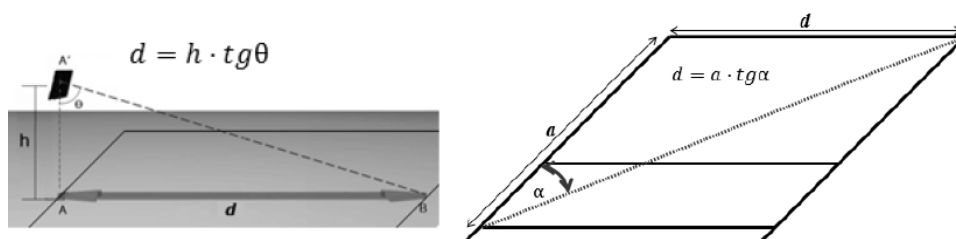
Řešení: Pomocí Detektoru kovů se hledá výchylka magnetického pole.



Obr. 4: Ukázka aplikace Detektor kovů (vlevo papír, vpravo mince)

Zadání: *Urči šířku hřiště bez přímého měření*

Řešení: Pomocí SmartMeasure(Android) / PhotoRuler(iOS) nebo pomocí Kompasu a známé vzdálenosti.



Obr. 5: Schéma práce s aplikací SmartMeasure, případně Kompas

Literatura

- [1] Oblinger D, Oblinger J. Educating the Net Generation. 2005. EDUCAUSE.
<http://www.educause.edu/educatingthenetgen/> [28/04/2013]
- [2] Česká škola [online]. c2013.[cit. 2014-2-24]. Dostupné z [www: <http://ceskaskola.cz>](http://ceskaskola.cz)
- [3] MŠMT chystá projekt digitalizace škol [online] Internetové stránky MŠMT [cit. 2014-8-10]. Dostupné z: <http://msmt.cz>
- [4] ČUPEROVÁ, Michaela. Využití mobilních zařízení při výuce primárního čtení a psaní [online]. 2014. [cit. 2014-8-10]. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Jan Válek. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/96843/pedf_m/.
- [5] Experimentování ve výuce fyziky na ZŠ [online] EDUCOLAND. 2014. [cit. 2014-8-10]. Dostupné z: <http://educoland.muni.cz/vzdelavaci-programy/experimenty-z-fyziky/>

Aktivity ESA vhodné pro výuku

PETR VETIŠKA

GOP Radotín

Abstrakt:

Příspěvek shrnuje zkušenosti z týdenního workshopu pořádaného ESA (European Space Agency - Evropská kosmická agentura) v Noordwijku v červenci 2014.

Stručná historie ESA

První dohody mezi evropskými státy uzavřené v roce 1964, vedly k založení ESA v roce 1975, kdy v prosinci měla již 11 členských států. ČR je 18. členskou zemí od r. 2008. V letošním roce (2014) je již celkem 20 členských států, zejména západoevropské a řada spolupracujících (zbytek EU, Kanada, Izrael, Argentina), viz mapa:



Aktivita ESA

Evropská kosmická agentura má vlastní výzkumné programy a spolupodílí se na provozu ISS (International Space Station - Mezinárodní kosmické stanice). Jen na ISS 31 výzkumných programů.

K prioritám ESA patří též podpora zájmu studentů o studium technických předmětů zaváděním kosmických témat do školní výuky. Zřídila specializované pracoviště: "The European Space Education Resource Office (ESERO)", zabývající se tvorbou a šířením materiálů pro potřeby výuky. Její webová adresa je:

http://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/European_Space_Education_Resource_Office . Materiály budou postupně i v češtině.

Letní workshop

Program měl vyváženou přednáškovou i praktickou část.

Dozvěděli jsme se o výzkumu Slunce - program SOHO, v jehož databázi lze nalézt například záznam přechodu Venuše přes sluneční kotouč, pohyby skvrn apod.

Výzkum galaxií patří též mezi samostatné projekty ESA.

Dlouhodobý je rovněž výzkum komet. Od průletu ohonem komety až po plánovaný přímý výzkum složení. Průzkumný modul družice Rosetta, jménem Philae přistane již na podzim přímo na kometě, kde bude zjišťovat její složení.

Dálkový průzkum Země, na jehož základě se nejen zpřesnily předpovědi počasí, ale daří se též zjišťovat změny klimatu, tání ledovců, sucha, budoucí záplavy, znečištění Země lidskou činností, apod.

Zajímavý je rovněž program pro analýzu kráterů stávajících i možných nových na zemském povrchu na adrese: http://education.down2earth.eu/impact_calculator. Program zjistí jak se projeví dopad tělesa o určené velikosti, složení, rychlosti, úhlu dopadu na povrch o určitém složení ve stanovené vzdálenosti.

Program "Planetárium" je volně ke stažení na: www.stellarium.org

Je možné zdarma získat pozorovací čas pro libovolné objekty na: www.faulknes-telescope.com

ESA vyvinula automatický zásobovací samonaváděcí modul ATV (Automatic Transport Vehicle), pravidelně zásobující ISS materiálem, součástkami, přístroji,... (dopraví až 7 tun užitečného nákladu). Byl použit již 5x. Rovněž vždy zkoriguje (zvýší) oběžnou dráhu ISS a při svém návratu v atmosféře bezpečně zlikviduje veškerý odpad (shoří s ním).

Program Galileo umožní zkompletovat samostatný evropský navigační systém.

Praktická část byla věnována různým aspektům pobytu ve vesmíru - stavu beztláku, spojení se Zemí a jeho rušení, tvorbě modelu komety, atmosféře na ISS, vlivu tlaku a podtlaku na kosmonauty, výstroji, ...

Podrobné informace

Pro zájemce bude uspořádán seminář koncem března 2015, předběžně Pá odpoledne a So, kde budou podrobněji uvedeny aktivity ESA, České kosmické kanceláře - CSO a prakticky předvedeny některé zajímavé pokusy. Zašlete laskavě předběžné přihlášky. Podle Vašich námětů může být termín upraven.

ESA + další vybrané adresy

Podrobně historie:

http://www.esa.int/About_Us/Welcome_to_ESA/ESA_history/ELDO_ESRO_ESA_br_Key_dates_1960-2014

Podrobně WORKSHOP:

http://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/ESA_s_Summer_workshop_for_teachers_brings_space_into_the_classroom_once_again

Dětská stránka: <http://www.esa.int/esaKIDSen/>

Česká kosmická kancelář – vzdělávání: Milan Halousek (Czech Space Office):

halousek@czechspace.cz

Předběžné přihlášky na seminář:

petr.vetiska@gop.cz nebo petr.vetiska@gmail.com.

Chcete-li seminář ESA navštívit osobně

Sledujte informace České kosmické kanceláře, které zájemcům rozesílá p. Milan Halousek - adresa výše.

Klíčová slova

Evropský kosmický výzkum, ESA, CSO, ATV, ESERO, ISS, teachers_education, dálkový průzkum Země, Rosetta.

Literatura

[1] Materiály ESA - viz uvedené odkazy:

[2] Vlastní poznámky autora.

Vizualizace radioaktivity pro sekundu s detektorem MX-10

VLADIMÍR VÍCHA

Gymnázium Pardubice, Dašická, ÚTEF ČVUT Praha

MX-10 je unikátní detektor radioaktivity, který může sloužit jako radiační kamera s výstupem na dataprojektor (pro demonstrační pokusy), nebo s výstupem na monitor notebooku (laboratorní práce studentů). Ve svém příspěvku se podělím o zkušenosti s využitím detektoru k vizualizaci radioaktivity ve cvičení z fyziky v sekundě osmiletého Gymnázia Pardubice Dašická. Cvičení jsem odučil v červnu 2014.

Co vás první napadne, když se řekne radioaktivita?

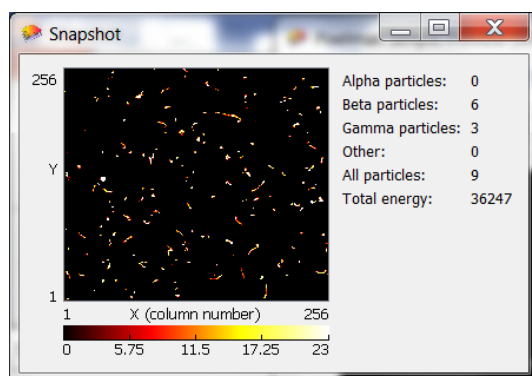
Přestože učivo radioaktivita studenti sekundy ještě neznali, chtěl jsem jim ukázat měření s detektorem MX-10. Na úvod jsem se zeptal otázkou uvedenou v nadpisu a zaznamenal jsem následující odpovědi: *záření, nebezpečí, Severní Korea, elektrina, bomba, Černobyl, houby, Polsko*.

Začali jsme tedy na zelené louce. V úvodních přibližně 60 minutách jsem předvedl několik experimentů s výkladem a diskusí a ve zbývajících třiceti minutách řešili studenti ve dvoučlenných týmech test. Ten spočíval v analýze předváděných experimentů.

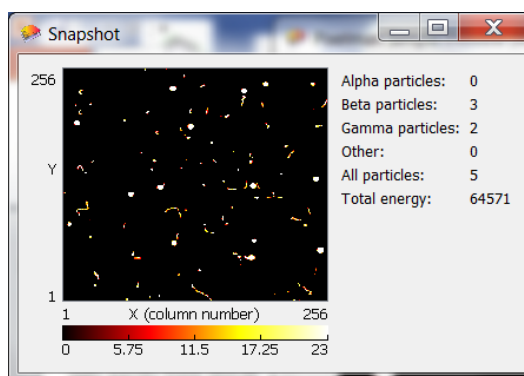
Předvedené experimenty

1. Zviditelnění radioaktivity draslíku, uranu, thoria, americia

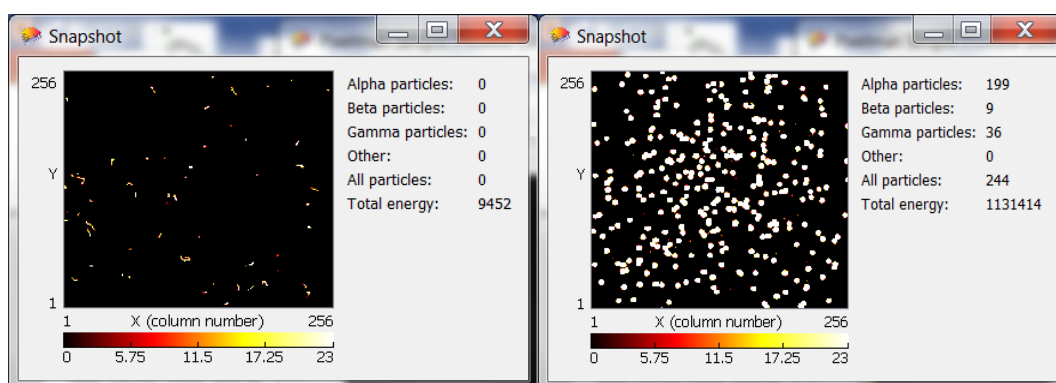
- Kolik druhů stop u jednotlivých radioaktivních prvků vidíte?
- Jak se liší energie a rychlost částic alfa, beta a gama?
- Která částice vyhraje závod kolem Země?



Obr. 1. Uranové sklo (expozice 30 s).



Obr. 2. Thoriová elektroda (expozice 30 s).



Obr. 3. Draselné hnojivo (expozice 30 s). Obr. 4. Americium ŠZZ alfa (expozice 1 s).

Studenti sami analyzovali rozdíly. Záření uranu způsobuje v detektoru tři druhy stop – alfa, beta, gama. Velké, přibližně kruhové stopy způsobené dopadem částic alfa jsou dosti vzácné. Thorium vyzařuje také všechny tři typy radioaktivity, radioaktivita alfa je však zastoupena více než u uranu. Draslík nevyzařuje radioaktivitu alfa a americium nevyzařuje beta.

Energie záření alfa, beta a gama se liší. Jednotky nejsou důležité, my jsme porovnávali energie podle rychlosti, respektive doby, za kterou by částice alfa a částice beta uletěla vzdálenost odpovídající délce rovníku.

Rychlost částic alfa					
E_0 (keV)	3,74E+06				
E_k (keV)	2022	6261	5545	7121	7495
v (m/s)	9,87E+06	1,73E+07	1,63E+07	1,85E+07	1,90E+07
Kolem světa (s)	4,05	2,31	2,45	2,16	2,11

Rychlost částic beta na cestě kolem světa					
E_0 (keV)	511				
E_k (keV)	241	338	482	700	734
v (m/s)	2,20E+08	2,40E+08	2,57E+08	2,72E+08	2,74E+08
Kolem světa (s)	0,182	0,167	0,156	0,147	0,146

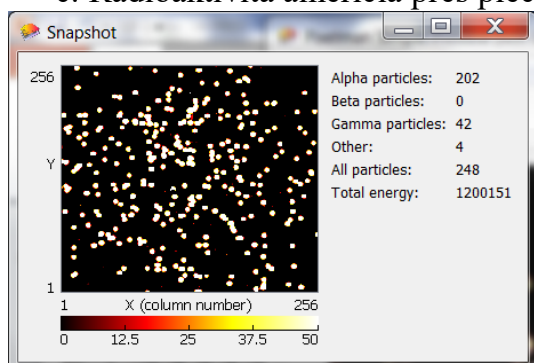
Jeden bystrý student položil otázku: Jak to, že energie částice beta je menší než energie částice alfa, ale její rychlost je větší?

2. Má vzduch také radioaktivitu? A odkud pochází?

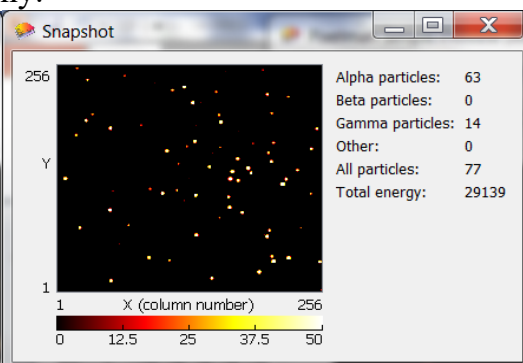
Měřili jsme radioaktivní pozadí v učebně a ukázali si poměrně vzácnou stopu způsobenou mionem z kosmického záření.

3. Dá se radioaktivita zastavit?

- Radioaktivita americia přes vzduch.
- Radioaktivita americia přes papír a další tenké materiály.
- Radioaktivita americia přes plechy.

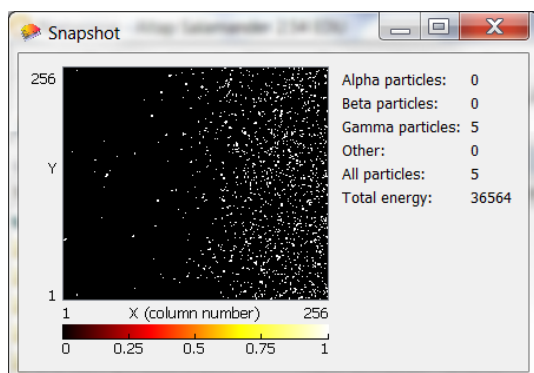


Obr. 5. Americium vzdálenost 3 cm.

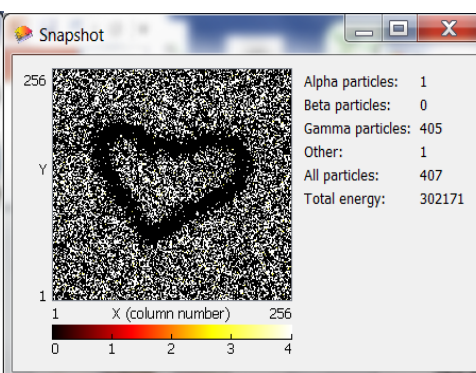


Obr. 6. Americium vzdálenost 1 cm.

Studenti viděli, že dolet částic alfa ve vzduchu je jen několik centimetrů. Přes papír částice alfa neprojdou. Částice gama však vzduchem i papírem procházejí. Projdou hliníkovým plechem, zkoušeli jsme i železo, měď a mosaz. Nejvíce se pohltí v plechu olověném.



Obr. 7. Záření gama dopadá na spojené plechy. Vlevo je olovo a vpravo hliník.



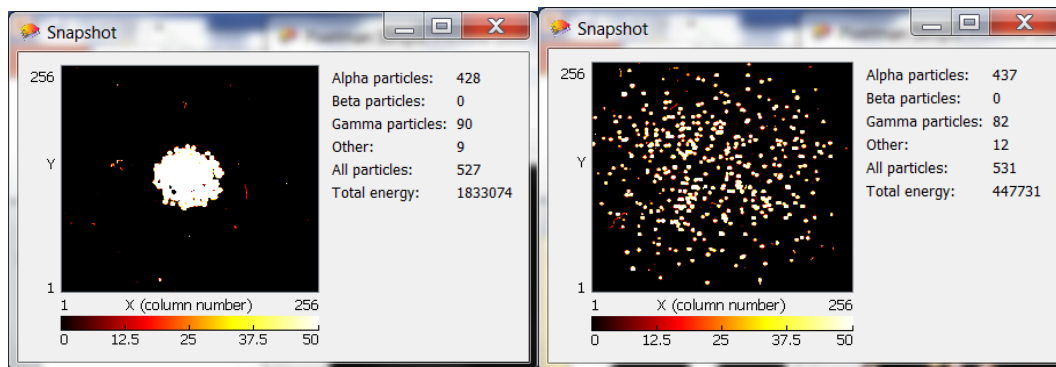
Obr. 8. Srdce z cínového drátu uvnitř polystyrenové kostky. Defektoskopie.

4. Dá se vidět jedno těleso schované v druhém? Defektoskopie.

5. Jak prochází radioaktivita otvorem?

- Krátký otvor.
- Dlouhý otvor blízko čipu.
- Dlouhý otvor daleko od čipu.

Otočná mosazná clona umožňuje výstup záření americia krátkým i dlouhým otvorem. Na snímku se zobrazí přibližně kruhový obraz otvoru. Dlouhý otvor vytvoří při stejné vzdálenosti menší kruh. Při větší vzdálenosti čipu se však i kruh zvětší.



Obr. 9. Dlouhý otvor blízko čipu.

Obr. 10. Dlouhý otvor daleko od čipu.

Test

Test řešili studenti ve skupinách. Čtyři skupiny byly dvoučlenné a jedna byla trojčlenná. Test nebyl známkován.

Úkol 1. Záření kterého prvku pozorujeme?

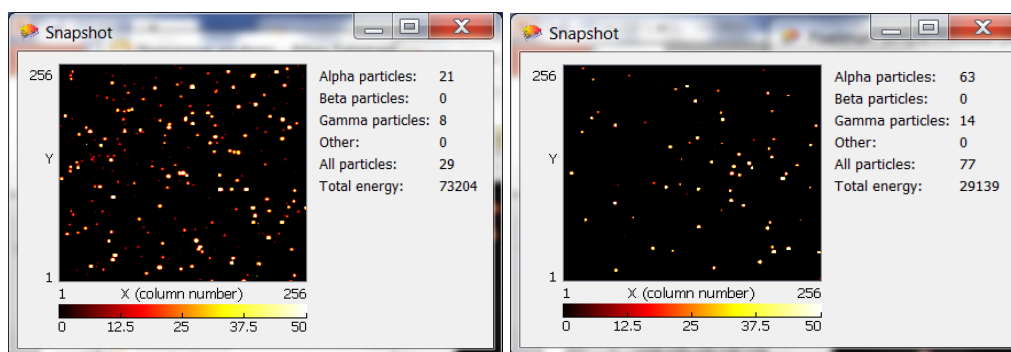
Všechny skupiny poznaly, že předložený snímek odpovídá uranu.

Úkol 2. Vyberte snímek a částici alfa, která vyhraje závod kolem světa.

Promítl jsem studentům 10 naměřených snímků. Mohli si je dvakrát prohlédnout a pak označit snímek a částici alfa, která vyhraje závod kolem světa (má tedy největší energii).

Studenti ukázali skvělý pozorovací talent. Dvě skupiny označily tu nejrychlejší částici alfa (čas 1,98 s) a tři skupiny druhou nejrychlejší (čas 2,01 s). Odhadovat rychlost se naučili při prohlížení velikosti stop. Neměli však jednoduchý úkol, protože na deseti analyzovaných snímcích bylo 46 stop částic alfa.

Úkol 3. Kolik centimetrů od čipu mohl být zářič z americia?

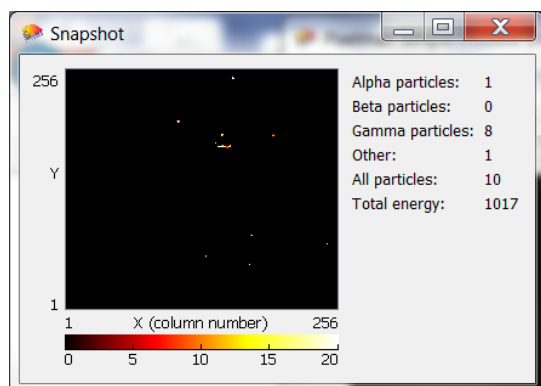


Obr. 11. Snímek v testu.

Obr. 12. Snímek z experimentální části.

Odpovědi vypadaly takto: 3 cm, 3 cm, 3 cm, 2-3 cm, 2,5 cm. Všechny odpovědi lze považovat za správné. Při vzdálenosti 4 cm již částice alfa na čip nedoletí. Studenti byli při sledování experimentů pozorní.

Úkol 4. Jaký plech stál v cestě částicím vylétujícím z americia?

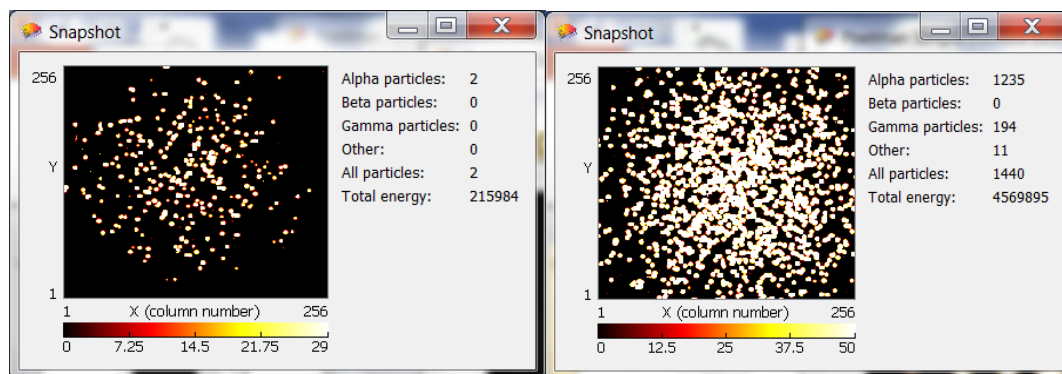


Z malého počtu stop čtyři skupiny usoudily, že plech byl z olova a jedna skupina napsala, že plech byl z mosazi.

Odpověď olovo byla správná.

Obr. 13. Snímek v testu zachycující záření americia, které prošlo neznámým plechem.

Úkol 5. Je v této ukázce použitý krátký otvor blízko čipu nebo dlouhý otvor daleko od čipu?

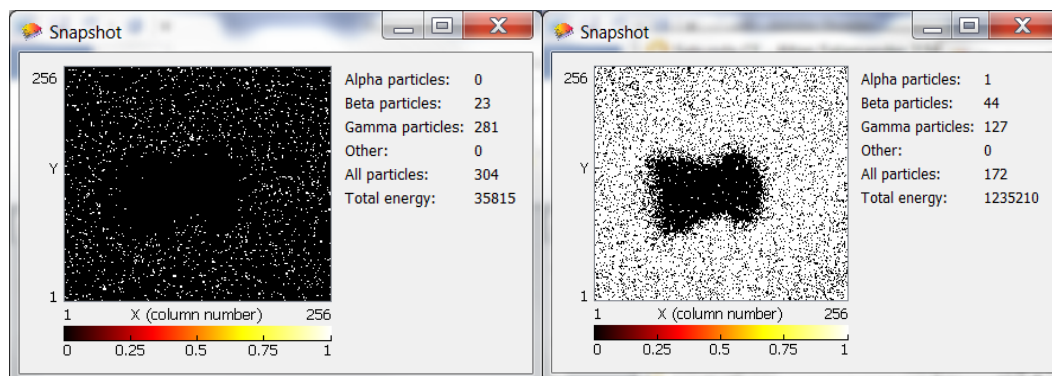


Obr. 14. Obraz otvoru v testu.

15. Obraz krátkého otvoru z experimentální části.

Všichni odpověděli, že jde o dlouhý otvor daleko od čipu. A proč? Protože stopy částic alfa jsou malé. Při průletu vzduchem ztratily dost energie.

Úkol 6. Uhadněte co nejdříve, jaké těleso je schované uvnitř polystyrénu?



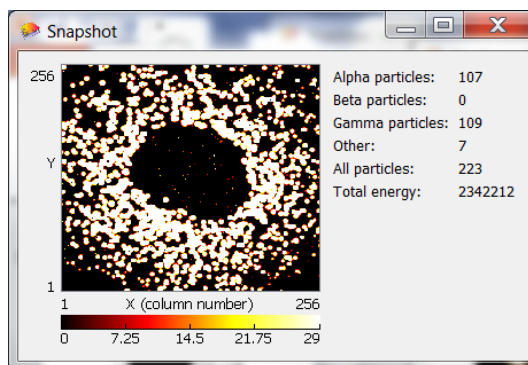
Obr. 16. Těleso ukryté v polystyrénu. Vlevo je složeno 7 snímků a vpravo 240 snímků.

Před očima studentů se postupně skládal obraz neznámého předmětu. Mohli průběžně říkat své nápady, až jeden uhodl, že jde o diabolku. Je z olova a dobře stíní dopadající záření. Z obrázku se dají přibližně určit i její rozměry. Vychází to.

Úkol 7. Co lze usoudit o vlastnostech záření při pohledu na experiment s kapkou vody?



Obr. 17. Kapka vody na fólii.



Obr. 18. Obraz kapky vody.

Studentům bylo popsáno uspořádání experimentu. Na vodorovný čip byla položena potravinářská fólie a na ni kápnuta kapička vody. Záření z amerického zářiče dopadlo shora.

Jak studenti odpovídali?

Alfa neprochází vodou přímo, rozptyluje se.

Voda propouští pouze záření gama.

Voda nepropouští alfu, ale gamu ano.

Když se schováte do vody, přežijete radiaci částic alfa.

Voda kompletně izoluje alfa částice, gama proniknou.

Závěr

Základní vlastnosti radioaktivity lze s detektorem MX-10 předvést studentům nižšího gymnázia tak, že s porozuměním dokážou aplikovat to, co již viděli a analyzovat nové fyzikální experimenty. Můj příspěvek se snaží inspirovat učitele, kteří snad v budoucnosti MX-10 do své školy získají.

Zvukoměry v mobilu při výuce akustiky

VLADIMÍR VOCHOZKA¹, VÍT BEDNÁŘ¹, JIŘÍ TESAR²

¹Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň

²Fakulta pedagogická, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice

Abstrakt

Príspevok porovnáva hodnoty hladiny intenzity zvuku naměřené pomocí různých aplikací v mobilu s referenčním laboratorním zvukoměrem Lutron SL-4011. Součástí textu je ukázka velikosti veličiny ve čtyřech aplikacích. Protože jsou aplikace zdarma a vlastnictví mobilního telefonu je v České republice samozřejmostí, může obsah článku sloužit k rozhodnutí učitele, zda má například investovat finance do nákupu měřících systémů nebo pracovat s vlastními zařízeními žáků či studentů.

Úvod

V současné době hledáme nové možnosti, jak motivovat studenty a žáky k zájmu o fyziku. Jednou z možností je využití současných technologií k různým fyzikálním měření. K tomuto účelu přímo vybízí velké rozšíření chytrých telefonů mezi žáky. Určitě každého napadne provést nějaké měření z akustiky. Otázkou však je, nakolik jsou takováto měření přesná.

Mobilní aplikace

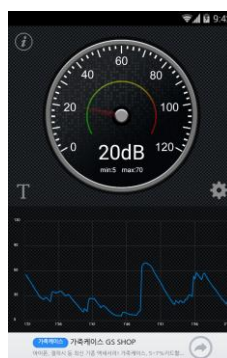
V Google play je k datu 19. 6. 2014 přesně 60 aplikací pro měření hladiny intenzity zvuku L . V App Store je to o šest méně tedy 54 a ve Store 19 aplikací. Nabízí se otázka důvěryhodnosti naměřených dat pomocí mobilního telefonu. V následujícím textu dochází k porovnání výběru pro operační systém Android.



Obrázek 1 Sound Meter



Obrázek 2 Best Sound Meter



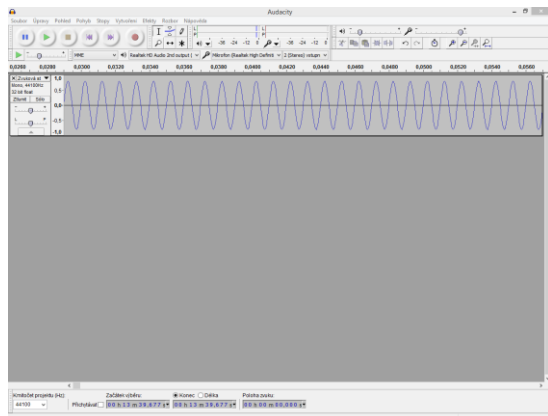
Obrázek 3 Hlukoměr



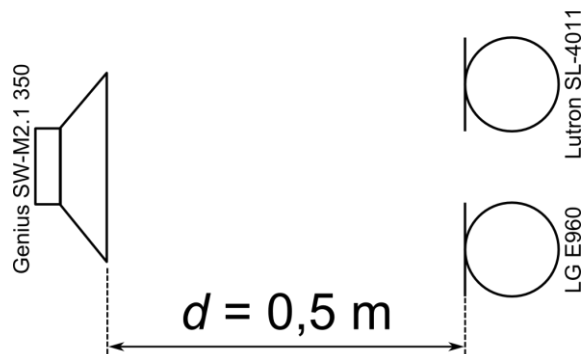
Obrázek 4 Zvukoměr Lite

Metodika měření

V programu **Audacity** byla vygenerována zvuková stopa o *délce 1 hodiny, frekvenci 1000 Hz a tvaru sinusové křivky*.



Obrázek 5 zvuková stopa v Audacity



Obrázek 6 uspořádání při měření

Pomocí reprosoustavy byla zvuková stopa přehrávána po celou dobu měření ve stejné vzdálenosti 0,5 m. Mikrofon referenčního hlukoměru i mobilního telefonu byl nasměrován směrem ke zdroji zvuku a nebylo s ním nijak manipulováno. K měření bylo zvoleno prostředí s konstantním pozadím 34 dB. V místnosti byla stálá teplota 22 °C. U aplikací, které neumožňovaly záznam do souboru, byl při měření proveden záznam na videokameru a ten následně po snímcích vyhodnocován. Doba mezi měřeními určité hladiny intenzity byla minimálně 10 sekund.

Vzorky

Pro každou aplikaci bylo naměřeno více než 1500 vzorků. Aplikace byly nainstalovány na telefonu **LG E960** – Nexus 4. Tento telefon je vybaven dvěma mikrofony, z nichž **spodní je aktivní** v případě spuštění aplikace sloužící k měření. Tato skutečnost byla ověřena měřením s otáčením telefonu v rovině okolo osy o 360° a zaznamenáváním rozdílných hodnot při stejném referenčním signálu. Zároveň bylo provedeno zaslepení obou mikrofonů a proměření vlivu této úpravy.

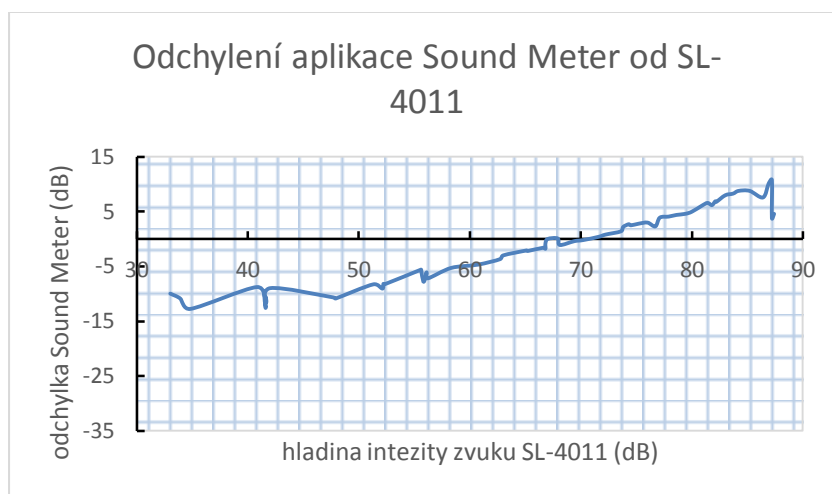
Komparace měření s různými aplikacemi

Soft Inventions – Sound Meter

Aplikace bez možnosti korekce s chybně uvedenou jednotkou hladiny intenzity zvuku **db** místo **dB**. Nejvyšší přesnosti dosahovala při 67 dB a naopak největšího odklonění při 35 dB a 87 dB. Aplikace generuje spojnicový graf, který se s postupem času zhušťuje – zobrazuje celkovou změnu L . Pro přítomnost reklamy v dolní části obrazovky není možné odečíst hodnotu x-ové osy.

V grafu 1 jsou zobrazeny výsledky opakovaných měření v programu Sound Meter. *Uspokojivého výsledku lze s programem dosáhnout v intervalu 66-73 dB*. Do 63 dB

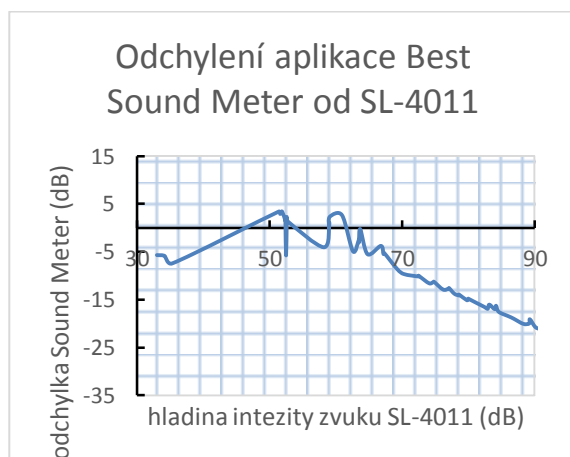
program zobrazuje nižší hodnoty než reálné a nad 73 dB zase o dost větší vzhledem k logaritmické stupnici.



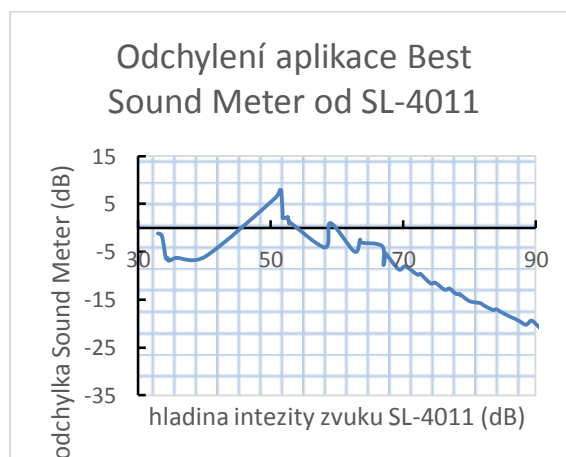
Graf 1 odchylka Best Meter ve srovnání s Lutron SL-4011

Netigen Tools – Best Sound Meter

Nejlepší hlukoměr, jak je aplikace překládána v Google Play, umožňuje **kalibraci**, a proto bylo provedeno více měření s původním nastavením, i s „kalibrací“ v programu. Kalibrace (pro 50 dB) neměla velký účinek a po změně o více než 2 decibely již docházelo k velkým rozdílům od referenčního zvukoměru. Od 70 dB (graf 2 a 3) byla aplikace fatálně mimo. V aplikaci je generován i spojitý graf *bez uvedení x-ové osy* (časové základny).



Graf 2 odchylka Best Sound Meter s korekcí (50 dB) ve srovnání s Lutron SL-4011

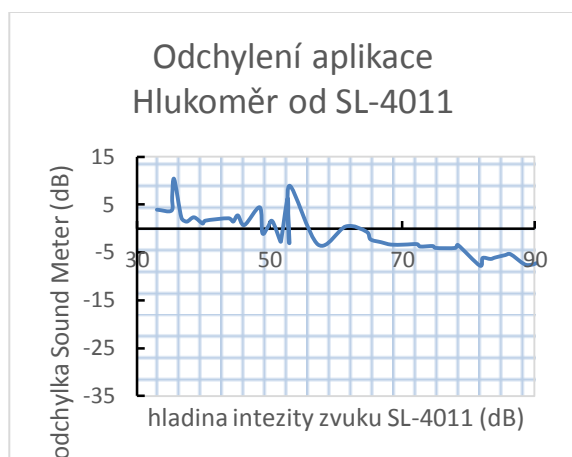


Graf 3 odchylka Best Sound Meter bez korekce ve srovnání s Lutron SL-4011

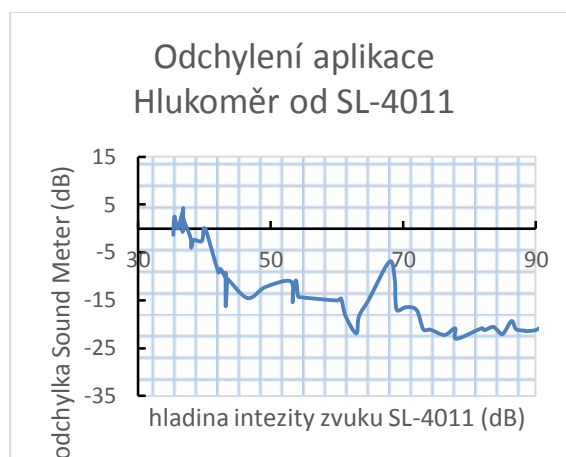
pineapple4 – Hlukoměr

Program v češtině s možností **korekce** a záznamem naměřených dat ve **spojnicovém grafu** (bez popisu os). Součástí je i porovnání aktuální hodnoty s příkladem. Ukazuje *minimální, maximální a aktuální* hodnotu. Při provedení korekce pro 50 dB můžeme

v grafu 4 sledovat zpřesnění hodnot oproti grafu 5, kde je měřeno s výchozím nastavením.



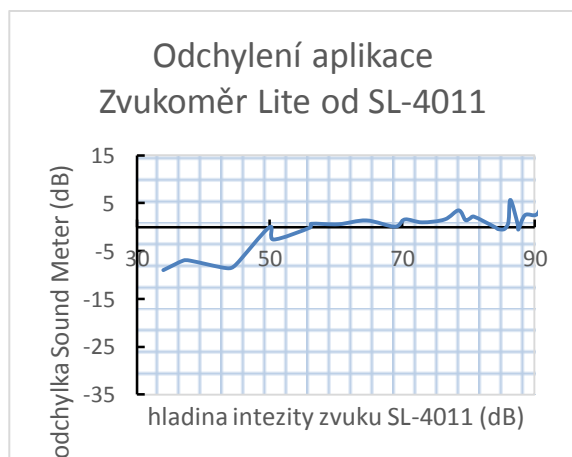
Graf 4 odchylka Hlukoměru s korekcí (50 dB) ve srovnání s Lutron SL-4011



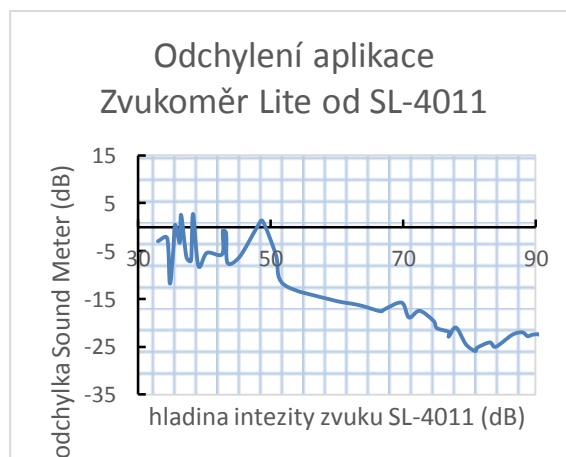
Graf 5 odchylka Hlukoměru bez korekce ve srovnání s Lutron SL-4011

Smart Tools co. – Zvukoměr Lite

Unikátní vlastností, kterou Zvukoměr Lite disponuje, je možnost **otočit obraz o 180°**. Autor si pravděpodobně uvědomuje, který z mikrofonů vyhodnocuje měřenou veličinu a pohodlně tak směřuje uživatele k natočení mobilu směrem ke zdroji zvuku. Program umožňuje také **možnost korekce**, která byla provedena pro 50 dB. Aplikace poté vykazovala nejmenší odchylku oproti ostatním. Mimo 43,6 dB, kde došlo k odchýlení o 8,6 dB a při 83 dB, s rozdílem 5,7 dB, se průměrná odchylka nacházela **okolo 2 dB**. Za přednost lze považovat *zobrazování spojitého grafu* v rozsahu 30 sekund nebo *srovnání aktuální hodnoty s tabulkovými hodnotami*. Přidanou hodnotou je také *zobrazení minimální, maximální a průměrné hodnoty L*.



Graf 6 odchylka Zvukoměru Lite s korekcí (50 dB) ve srovnání s Lutron SL-4011



Graf 7 odchylka Zvukoměru Lite bez korekce ve srovnání s Lutron SL-4011

Závěr

Vzhledem k tomu, že jednotka decibel je logaritmická a tedy například rozdíl o 3 dB znamená změnu o polovinu, jsou hodnoty většiny aplikací velmi zavádějící. Přesnosti, nebo aspoň přibližné hodnoty, se aplikace nepřibližují ani v desetině rozsahu (*mimo Zvukoměru Lite* od Smart Tools co., s provedenou korekcí).

Jako obrovský nedostatek se jeví dlouhá doba potřebná k ustálení hodnoty, je tedy doporučeno odečítat hodnoty až po minimálně deseti sekundách, spíše více. Při měření rychlých změn nelze mluvit ani o přibližných hodnotách. S nadsázkou mohou být tedy aplikace doporučené pro zjištění, zda se intenzita zvětšuje či zmenšuje a více nikoliv (autoři jsou si vědomi omezení mikrofону mobilního telefonu, který je navržen pro naprosto jiné určení – většina mobilů má uváděný rozsah 20-70 dB).

Při využití mobilních aplikací ve školní praxi musíme mít na zřeteli výše uvedené poznatky a diskutovat se studenty přesnost takovýchto měření. Tímto způsobem nejenže zvýšíme zájem studentů o fyzikální měření, ale navíc naplníme i RVP tím, že „žáky vedeme k provádění soustavných a objektivních pozorování, měření a experimentů (především laboratorního rázu) podle vlastního i týmového plánu nebo projektu, zpracování a interpretaci získaných data hledání souvislostí mezi nimi“. [4]

Literatura

- [1] FIALA, Martin. *Měření hluku a vibrací zvukoměrem*. Praha, 2004. Dostupné z: http://acoust.feld.cvut.cz/teach/uak_files/uloha1.pdf
- [2] NOVOTNÝ, Michal. *Zhodnocení zvukoměrů firmy Brüel a Kjaer a jejich použití v praxi*. České Budějovice, 2011. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky. Vedoucí práce doc. Ing. Jelinek Antonín, CSC.
- [3] LAHODNÝ, Václav Lahodný. Česká akustická společnost: Několik poznámek k hluku s tónovými složkami. In Česká akustická společnost - Několik poznámek k hluku s tónovými složkami [online]. Praha : [s.n.], 2008 [cit. 2011-04-27].
- [4] Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. 100 s. [cit. 2014-08-15]. Dostupné z WWW: <http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07_final.pdf>. ISBN 978-80-87000-11-3.

Sbírka řešených úloh z fyziky

MARIE SNĚTINOVÁ, ZDEŇKA KOUPILOVÁ, DANA MANDÍKOVÁ

Katedra didaktiky fyziky, MFF UK, Praha

Abstrakt

Příspěvek se věnuje elektronické sbírce řešených úloh z fyziky. V současné době sbírka obsahuje téměř 1000 zveřejněných úloh z pěti fyzikálních oblastí a slibně se rozvíjejí i další dvě oblasti matematické, pro fyziku velmi podpůrné. Kromě nových úloh do stávajících částí se připravuje k zveřejnění i část obsahující úlohy z optiky. Všechny úlohy ve sbírce obsahují podrobná komentovaná řešení, komentáře a strukturované nápovědy, které mají čtenářům pomoci při samostudiu a vést je k aktivnímu přístupu a plnému pochopení dané úlohy.

Sbírka je dostupná na adrese <http://fyzikalniulohy.cz/>.

Úvod

Tento příspěvek navazuje na prezentace elektronické sbírky řešených úloh z předchozích let. Sbírka vzniká od roku 2005 na KDF MFF UK a je určena především vysokoškolským studentům úvodních kurzů fyziky k prohlubování a opakování učiva a studentům středních škol se zájmem o fyziku k rozšiřování či procvičování učební látky či k přípravě na přijímací zkoušky na VŠ. Do sbírky jsou postupně zařazovány také jednodušší středoškolské úlohy a úlohy vhodné pro žáky základních škol. Sbírku mohou samozřejmě využívat i pedagogové a zájemci z řad neodborné veřejnosti.

Sbírka obsahuje podrobně komentovaná řešení úloh, komentáře a strukturované nápovědy, které čtenářům pomáhají při samostudiu a vedou je k aktivnímu přístupu a plnému pochopení dané úlohy.

Jak sbírka vypadá

Při otevření sbírky na webových stránkách [1] si uživatel z horní lišty vybere jedno z nabízených témat (viz obrázek 1). Elektronická sbírka řešených úloh nyní obsahuje nejen úlohy z fyziky, ale – jak již bylo uvedeno v příspěvku z minulého roku [2] – i úlohy z matematiky. Specifickým tématem jsou Matematické metody. Úlohy v tomto tématu mají fyzikální podtext a jsou zaměřeny na využití základních matematických metod potřebných při řešení fyzikálních úloh, zejména diferenciálního a integrálního počtu. Většina úloh z této části je pak zařazena i v příslušném fyzikálním tématu, kterého se dotýká.

Po vybrání požadovaného tématu se v levé části stránky zobrazí rozbalovací menu se seznamem úloh (tvoří obsah a zároveň rozcestník sbírky). Jak ukazuje obrázek 1, úlohy v jednotlivých tématech jsou řazeny do kapitol a podkapitol.

Sbírka řešených úloh z fyziky

Seznam témat ve sbírce řešených úloh

Elektřina a magnetismus

Mechanika | **Elektřina a magnetismus** | Termodynamika a mol. fyzika | Teoretická mechanika | Fyzika mikrosvětla | Matematické metody | Matematická analýza | Lineární algebr

O sbírce

Úlohy

- Elektrostatika (99)
 - Síly v elektrickém poli, Coulombov zákon (16)
 - Intenzita elektrického pole (24)
 - Elektrický potenciál, potenciální energie (15)
 - Práce v elektrickém poli (9)
 - Gaussova věta (9)
 - Zapojování kondenzátorů, kapacita (12)
 - Elektrické pole a energie kondenzátoru (7)
 - Elektrický dipól a elektrické pole v látkách (8)
- Stejnoseměrný elektrický proud (57)
- Stacionární magnetické pole (62)
- Nestacionární magnetické pole (27)
- Obvody se střídavými proudy (47)
- Elektromagnetické pole (3)

Filtrování úloh

Zobrazit úlohu

Vítejte ve sbírce řešených úloh

Tato sbírka řešených úloh vznikla na [Katedře didaktiky fyziky Matematicko-fyzikální fakulty UK](#).

Eudeme také moc rádi, pokud věnujete několik minut vyplnění [dotazníku](#) a sdělíte nám, co si o sbírce myslíte. Svoje názory nám můžete zaslat i emailem

Úlohy jsou řazeny do kapitol a podkapitol

Úlohy jsou řazeny do kapitol a podkapitol. Většina úloh by měla být někde mezi jednoduchými až středně složitými úlohami, ale na vyřešení těchto úloh nebudete potřebovat ani důkladné znalosti diferenciálního (derivace) a integrálního (integrály) počtu. Postupně se buď množství úloh rozšiřovat a přibývat i jednodušší středně složitá a složitější vysokoškolské úlohy. Obtížnost úlohy je označena ikonou v pravém horním rohu a zkratkou za názvem úlohy.

ZŠ Úloha vhodná pro žáky základní školy

SŠ Úloha vhodná pro studenty střední školy

SŠ+ Obtížnější středoškolská či velmi jednoduchá vysokoškolská úloha

VŠ Vysokoškolská úloha

Obr. 1: Výběr tématu a úlohy ve sbírce

Samotná úloha se zobrazuje v pravé části stránky. Její struktura je vidět na obrázku 2. Pod zadáním úlohy jsou umístěny „rozklikávací“ lišty s jednotlivými oddíly, ze kterých se skládá celé řešení úlohy. Požadovaný oddíl se zobrazí pouze po poklepnutí na příslušnou lištu. Dalším poklepnutím jej lze opět zavřít. Zobrazené oddíly mohou obsahovat další, na první pohled skryté oddíly.

Úlohy jsou rozděleny podle obtížnosti do čtyř kategorií: ZŠ, SŠ, SŠ+ a VŠ. Obtížnost úlohy je vyznačena nad zadáním, v pravém horním rohu stránky. Každá úloha může být také zařazena do některé z následujících speciálních kategorií: úloha řešená úvahou; úloha řešená graficky; úloha vyžadující neobvyklý trik nebo nápad; komplexní úloha; úloha s vysvětlením teorie; úloha vyžadující vyhledání údajů v tabulkách. Vybrané úlohy jsou navíc propojeny s Multimediální encyklopedií fyziky [3]. Všechny tyto možnosti jsou znázorněny tmavě vyznačenými ikonkami pod obtížností úlohy (viz obrázek 2).

Název úlohy

Oblížnost úlohy

Zadání úlohy

Ikony se speciálními kategoriemi

Propojení s Multimedialní encyklopedií fyziky

Rozklíkávací lišty s oddíly řešení

Odpor vodiče v závislosti na teplotě

Úloha číslo 92

V grafu je zakreslena závislost odporu kovevého vodiče na teplotě.

$\frac{R}{\Omega}$

19
18
17
16
15
14

0 10 20 30 40 50 60

$t/^\circ\text{C}$

<http://fyzikalnisiulohy.cz>

Jaký odpor má vodič při teplotě 20 °C a 40 °C?
Jakou teplotu má vodič, jestliže jeho odpor je 15 Ω, 16,5 Ω a 18 Ω?
Vypočítejte teplotní součinitel elektrického odporu tohoto vodiče. O jaký kov se pravděpodobně jedná?

Nápověda 1

Uvědomte si, jak vypadá závislost odporu elektrického vodiče na teplotě. Čím je tato závislost charakterizována?

Řešení nápovědy 1

Pro „běžné vodiče“ platí, že při zvyšující se teplotě roste i elektrický odpor vodiče. Tento nárůst je pro malé teplotní rozdíly prakticky lineární. Závislost elektrického odporu na teplotě udává vztah:

$$R = R_0 (1 + \alpha \Delta t) ,$$

kde R je odpor vodiče při teplotě t , R_0 odpor při vzhledné teplotě t_0 , α je teplotní součinitel elektrického odporu a Δt rozdíl teplot $t - t_0$.

Nápověda 2

Rozber

Obr. 2: Struktura úlohy

Současný stav sbírky

Na konci léta roku 2014 obsahovala celá sbírka přibližně 1180 zveřejněných úloh. Jejich počty v jednotlivých tématech a jazykových verzích ukazuje tabulka 1.

Z tabulky je patrné, že sbírka má v současné době tři jazykové verze. Kromě české verze, která je hlavní součástí sbírky, obsahuje sbírka také úlohy v anglickém a polském jazyce [4]. Anglické úlohy jsou překládány z české verze převážně studenty KDF MFF UK, polské úlohy jsou překládány polskými kolegy z Uniwersytet Mi-kołaja Kopernika v Toruni.

Kromě tvorby dalších úloh do stávajících témat vzniká v této době nové téma – optika. Vedle fyzikálních témat se však ve sbírce vyskytují i dvě témata čistě matematická - matematická analýza a lineární algebra. V současné době se pracuje na rozšíření matematické analýzy o kapitulu Diferenciální rovnice. Vzhledem k rozrůstající se matematické části budou fyzikální a matematické úlohy rozděleny. Matematická část sbírky bude přesunuta na novou webovou adresu <http://reseneulohy.cz/>.

Úlohy v češtině	Mechanika	220 úloh
	Elektřina a magnetismus	240 úloh
	Termodynamika a molekulová fyzika	136 úloh
	Teoretická mechanika	35 úloh
	Fyzika mikrosvěta	65 úloh
	Matematické metody	86 úloh
	Matematická analýza	130 úloh
	Lineární algebra	149 úloh
Úlohy v angličtině	Mechanika	39 úloh
	Elektřina a magnetismus	27 úloh
	Termodynamika	21 úloh
Úlohy v polštině	Mechanika	31 úloh
	Elektřina a magnetismus	22 úloh
	Termodynamika	36 úloh
	Fyzika mikrosvěta	12 úloh

Tab. 1: Počty zveřejněných úloh v jednotlivých tématech na konci léta 2014

Závěr

Elektronická sbírka řešených úloh z fyziky se vyvíjí již devět let. Za tu dobu se velmi rozrostla a nyní čítá více než 1100 úloh v šesti fyzikálních a dvou matematických tématech. Sbírkou slouží jak studentům, tak i jejich učitelům, a my věříme, že i nadále zůstane jejich dobrým pomocníkem. Náměty na další úlohy a připomínky k současnému stavu sbírky je možné zasílat na emailovou adresu: sbirka@kdf.mff.cuni.cz.

V roce 2014 je rozvoj sbírky finančně podpořen Institucionálním rozvojovým plánem MŠMT pro UK.

Literatura

- [1] <http://fyzikalniulohy.cz/>
- [2] Z. Koupilová, D. Mandíková, M. Snětinová: *Elektronická sbírka řešených úloh (nejenom) z fyziky*. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 7. Ed.: Křížová, M. Gaudeamus, Univerzita Hradec Králové, 2013.
- [3] <http://fyzika.jreichl.com/>
- [4] <http://physicstasks.eu/>

Veletrh nápadů učitelů fyziky 19

Sborník z konference

Editoři: Vladimír Vochozka, Vít Bednář, Ota Kéhar, Miroslav Randa

Recenzenti: RNDr. Miroslav Randa, Ph.D., PhDr. Ing. Ota Kéhar, Ph.D.

Rok a místo vydání: 2015, Plzeň

Vydání: první

Náklad: 200 výtisků

ISBN 978-80-261-0439-1

