UNIVERZITA KARLOVA
Matematicko-fyzikální fakulta
Katedra didaktiky fyziky

JEDNOTA ČESKÝCH
MATEMATIKŮ A FYZIKŮ
Fyzikálně pedagogická sekce

VELETRH NÁPADŮ UČITELŮ FYZIKY 7

Sborník z konference

Praha 2002

VELETRH NÁPADŮ UČITELŮ FYZIKY 7

Sborník z konference

Editoři sborníku: prof. RNDr. Emanuel Svoboda, CSc.
doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.
Za odbornou správnost příspěvků odpovídají autoři.
Příspěvky do sborníku neprošly jazykovou úpravou.
Vydalo nakladatelství Prometheus, spol. s r. o., Čestmírova 10, 140 00 Praha 4, v roce 2002
Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a. s., Husova 1881, 580 01 Havlíčkův Brod

ISBN 80-7196-254-6

Motto:

Dobře učit fyziku není žádná sranda.

Ale je to radost na celý život!

Úvodem

EMANUEL SVOBODA
MFF UK Praha

V rámci oslav 50. výročí vzniku Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze se uskutečnil na této fakultě „Veletrh nápadů učitelů fyziky". Byl to již sedmý ročník této velmi úspěšné akce posledních let, jehož cílem bylo opět poskytnout v oblasti školních fyzikálních experimentů prostor pro další nápady učitelů fyziky základních a středních škol i pracovníků fakult připravujících učitele fyziky.

Úvodem je potřeba říci, že závěrečnou přípravu „Veletrhu 7" narušila srpnová tisíciletá povodeň v Praze. Koleje v Tróji, kde měli být ubytováni účastníci konference, byly vytopeny. Mnozí přihlášení účastníci měli zásadnější starosti, než účast na jakékoli konferenci. Odvolání Veletrhu již bylo téměř hotovou věcí. Ale díky pochopení a ochotě správy Kolejí a menz UK se podařilo získat náhradní ubytování na koleji Budeč. „Veletrh 7" se proto konal – tak trochu navzdory té velké vodě. Pracovní setkání jsme brali i jako setkání s těmi, kteří se nemohli fyzicky zúčastnit. Doufáme, že i jim sborník zprostředkuje náměty a nápady, které se na „Veletrhu 7" objevily.

Hlavním organizátorem „Veletrhu 7" byla katedra didaktiky fyziky MFF UK v Praze v čele s jejím vedoucím *doc. RNDr. Leošem Dvořákem, CSc.* (předseda organizačního výboru). Spolupořadatelem byla Fyzikální pedagogická sekce JČMF (garant *prof. RNDr. Emanuel Svoboda, CSc.*). Po tři dny (28. 8. – 30. 8. 2002) sledovalo 153 účastníků v moderně zařízené posluchárně M1 bohatý program ukazující, jak žákům základních a středních škol ulehčit přístup k fyzikálnímu poznávání. Z uvedeného počtu účastníků akce bylo 20 ze zahraničí (8 ze Slovenské republiky, 8 z Polské republiky, 2 z Irska a po jednom účastníku z Anglie a z Bulharské republiky). Součástí konference byly také výstavy – učebnic a metodické literatury nakladatelství *Prometheus* a učebních pomůcek firem *Ariane Schola* a *Pierron*. Propagační materiály učitelům nabídly *ČEZ* a ekologické sdružení *Tereza*. Ke konferenci patřily též demonstrace jednoduchých fyzikálních experimentů, které „v kuloárech" prezentovali pracovníci KDF a učitelé z Irské republiky *Paul Nugent* a *Patrick Lyne*.

Program konference zahájil vedoucí katedry didaktiky fyziky MFF UK *doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.* Úspěšný průběh konference všem popřál také zakladatel „Veletrhu nápadů učitelů fyziky" *doc. RNDr. Milan Rojko, CSc.* z KDF MFF UK. Pak již následovalo postupně 45 vystoupení rozdělených do čtyř půldnů.

Z vysokoškolských učitelů (mimo MFF UK v Praze) vystoupili *J. Hubeňák* (Inspirováno E. Lecherem), *R. Holubová* (Co všechno můžeme slyšet), *J. Trna* (Fyzika na toaletě), *P. Konečný* (Experimenty z hydrodynamiky), *F. Špulák* (Kmity a vlnění) a *V. Lysenko* (Magnetohydrodynamický zdroj EMN).

V bloku učitelů fyziky základních a středních škol postupně vystoupili *I. Koudelková* (Projekt Heuréka – po deseti letech živější než dřív), *B. Patč* (Chvění tyčí a Piezoelektrický jev obráceně), *V. Votruba* se 2 žáky (Archimedův zákon neplatí), *L. Lepík* (Archimediáda, Kámen mudrců a debrujáři), *M. Černá* (Základy fyziky v multimediálním prezentaci), *V. Bdinková* (Studio Vaňkovka), *Z. Polák* (Jednoduché pokusy), *J. Reichel* s jedním studentem (Panská fyzika 3), *V. Piskač* (Low-cost Hi-tech), *J. Čížek* (Výuka fyziky pro „nefyziky"), *D. Kaštilová* (Fyzika na CD), *V. Vícha* (Laboratorní úlohy měřené soupravou ISES), *J. Pachlová* (10 let činnosti debrujárů), *M. Nevedelová* (Netradiční úlohy z fyziky). V rámci tohoto bloku informovali účastníky *Z. Micka* o nových jednoduchých učebních pomůckách firmy *Ariane*

Schola a *A. Kleveta* (Videostudio *ALKA*) o záznamech fyzikálních experimentů. Ze sdružení *Tereza* vystoupila *M. Lafatová* (Energie – posviťme si na úspory).

V bloku zahraničních účastníků vystoupili *P. Nugent* (Paperclip Physics), *M. Rut-Marcinkowska* (Fyzika mladých umělců), *I. Baník* (Zajímavá elektrolýza), *J. Brockmeyerová* a *Z. Drozd* (Pokusy z volné ruky, přednesl *Z. Drozd*), *V. Dimitrova* (Harmonie a krása ve fyzice a umění), *D. Simunová, A. Marenčáková* a *H. Nemcová* (Vědecká show), *M. Rakovská* a *L. Zelenický* (Svět netopýra), *L. Onderová* (Projektové vyučování a možnosti jeho využití ve fyzice), *A. Trzebuniak* (Pokusy s mnoha otázkami), *K. Raczkowska* (Projekt vzduch), *W Polesiuk* (Podélné stojaté vlnění), *M. Staszel* (Vyučování o energii v Evropě), *K. Kowalski* (Integrace výtvarné výchovy s fyzikou), *S. Elbanowska* (Pokusy ve výuce fyziky na 2. st. ZŠ), *E. Swinbank* (Projekt Salters Horners Advanced Physics Course).

V závěrečném bloku konference předvedli své nápady učitelé a doktorandi z MFF UK. Postupně vystoupili *L. Dvořák* (Netradiční měřicí přístroje 2, Pár věcí z tábora 5), *M. Rotter* (Pokusy s kapalným dusíkem), *K. Goldová* a *P. Žilavý* (Stojaté vlny na dvouvodičovém Lecherově vedení, přednesl *P. Žilavý*), *F. Lustig* (Fyzikální experimenty po internetu), *M. Jílek* (Kroužek fyziky pro středoškolské studenty), *J. Kekule* (Jednoduché měření energie a účinnosti praku), *J. Houfková* (FyzWeb – www server pro podporu výuky a popularizace fyziky) a *M. Urbanová* (Odpovědna Fyzwebu).

Účastníci „Veletrhu 7" měli také možnost seznámit se s některými náměty umístěnými na panelech (formou posteru) a s aktuálními fotografiemi, které pořizovala během jednání *A. Havlíčková*, vedoucí oddělení pro vnější vztahy a propagaci MFF UK. „On-line" zpravodajství na Webu průběžně zajišťovala *RNDr. J. Houfková* z katedry didaktiky fyziky MFF.

V anketě o nejlepší příspěvek na konferenci zvítězil *J. Trna* z pedagogické fakulty MU v Brně, těsně následován *B. Patčem*. Dále se velmi líbily také příspěvky *Z. Poláka, L. Dvořáka, M. Rottera, Z. Drozda, J. Reichla, J. Hubeňáka, R. Holubové, M. Jílka* a dalších.

Součástí bohatého třídenního programu byl také krásný koncert studentů a učitelů z gymnázia J. Nerudy v Praze (hudební zaměření)ve velké aule Karolina a prohlídka dalších ne běžně přístupných prostor Karolina spojená s výkladem historie Univerzity Karlovy.

Z „Veletrhu 7" je vydán tento sborník, který obsahuje příspěvky účastníků v pořadí, jak byly předneseny. Na konci sborníku jsou zařazeny nepřednesené příspěvky a příspěvky vyvěšené na panelech formou posterů. Jednotlivé příspěvky nebyly recenzovány, pouze formálně upraveny. Neprošly také jazykovou úpravou. Včas nedodané příspěvky nebyly do sborníku zařazeny. V závěru sborníku je uveden seznam zaregistrovaných účastníků s kontaktními adresami.

Organizátoři „Veletrhu nápadů učitelů fyziky 7" děkují všem, kteří na konferenci aktivně vystoupili a dodali nové nápady pro výuku fyziky na základních a středních školách i pro přípravu budoucích učitelů fyziky. Poděkování patří i všem ostatním účastníkům, kteří vytvořili tradičně hezkou pracovní a přátelskou atmosféru během celého jednání. Zvláštní poděkování patří *Mgr. M. Osobové* a *Mgr. V. Šilhánkové* (Prometheus), *Z. Mickovi* (Ariane Schola), *RNDr. J. Hotmarovi, CSc.* (Pierron), ČEZu a hnutí Tereza za poskytnuté materiály pro učitele fyziky.

V Praze 1. října 2002

Obsah

Úvodem (Svoboda Emanuel) 4
Obsah 6
Program „Veletrhu nápadů učitelů fyziky 7“ 8

Příspěvky přednesené

Hubeňák Josef, Hubeňák Jiří: Historické pokusy s elektromagnetickou vlnou a dnešní technické možnosti 11
Holubová Renata: Co všechno můžeme slyšet 19
Trna Josef: Fyzika na toaletě 23
Konečný Pavel : Pokus o kvantitativní interpretaci jednoho hydrodynamického paradoxu 27
Rut-Marcinkowska Maria: Physics of young artists 31
Nugent Paul: Paperclip Physics 34
Špulák František: Kmity a vlnění 36
Kleveta Alois: Záznamy fyzikálních experimentů 42
Koudelková Irena: Projekt Heuréka – po deseti letech živější než dříve 43
Patč Bohumil: Chvění tyčí 47
Patč Bohumil: Piezoelektrický jev obráceně 49
Votruba Václav, Sekal Ondřej, Novák Jan: Archimedův zákon neplatí 50
Lepík Libor: Archimediáda, Kámen mudrců a debrujáři 51
Polák Zdeněk: Jednoduché pokusy 57
Reichl Jiří: Panská fyzika III 61
Piskač Václav: Low-cost Hi-tech 67
Kaštilová Dagmar: Fyzika na CD 69
Baník Ivan, Baník Rastislav: Zaujímavá elektrolýza 70
Vícha Vladimír: Ukázka laboratorních prací měřených soupravou ISES 75
Pachlová Jaroslava: Debrujárský „kufříček“ 84
Drozd Zdeněk, Brockmeyerová Jitka: Pokusy z volné ruky 86
Dimitrova Vesselina: The harmony and the beauty in the physics and the art 91
Lysenko Vladimír: MHD zdroj EMS 94
Nevedelová Marcela: Netradičné úlohy z fyziky 96
Marenčáková Andrea, Teplanová Katerína: „Prvé Komenského fyzikálne divadlo v 21. storočí“ Schola ludus – Telefóóón 99
Horvátová Daniela, Rakovská Mária, Zelenický Ľubomír: Svet netopiera a delfína . 104
Onderová Ľudmila: Projektové vyučovanie a možnosti jeho využitia vo fyzike 113
Trzebuniak Andrzej: Zestawy doświadczalne z wieloma pytaniami 119
Raczkowska-Tomczak Krystyna: Dlaczego projekt „Powietrze“? 123

Polesiuk Witold: Longitudinal standing wawes 126
Staszel Magdalena, Kawecka Elžbieta: Nauczanie o energii w Europie 128
Kowalski Krzysztof: Integracja działań edukacyjnych sztuki z fizyką 131
Elbanowska Stefania: Eksperymenty w nauczaniu fizyky w gimnazijum 134
Schwinbank E. : Project Salters Horners Advanced Physics Course 139
Dvořák Leoš: Netradiční měřicí přístroje 2 143
Dvořák Leoš: Pár věcí z tábora 5 149
Rotter Miloš: Pokusy s kapalným dusíkem 153
Goldová Kamila, Žilavý Peter: Stojaté vlny na dvouvodičovém Lecherově vedení .. 157
Lustig František: Fyzikální experimenty po internetu 160
Jílek Miroslav: Kroužek fyziky pro středoškolské studenty 164
Kekule Jaromír: Jednoduché měření energie a účinnost praku 168
Houfková Jitka: FyzWeb – www server pro podporu výuky a popularizace fyziky . 172
Urbanová Michaela: Odpovědna FyzWebu 174

Postery a nepřednesené příspěvky

Dimitrova Vesselina, Petkova Angela: A lesson on a topic
„Man as a physics system“ for compulsory training in the 11th grade 181
Kluiber Zdeněk: Nový předmět „Komplexní úlohy z fyziky“ 185
Rut-Marcinkowska Maria: Atrakcyjne lekcje fizyki 187
Marenčík Alojz: Transformácia chemickej energie na prácu svalov 191
Pinkavová Zdeňka: Projektová výuka na ZŠ 194
Polesiuk Magdalena: Matematyka a fizyka w szkole 199
Rytířová Božena: Přelévání plynu jako od Copperfielda 200
Stach Vojtěch, Straňák Vítězslav: Syté páry a demonstrace jejich vlastností 201
Raczkowska-Tomczak Krystyna: Scenarius zajęć „Lekcja fizyki dla Ikara“ 203
Kowalski Krysztof: Relacje między sztuką a dziedzinami nauki 208

Seznam účastníků 211

Program konference

Středa 28. 8. 2002

od 10.00	Prezentace účastníků budova MFF UK, Ke Karlovu 3, Praha 2	
od 10.00	Výstavky učebních pomůcek (posluchárna M3) a učebnic (posluchárna M2)	
13.00	**Zahájení**	posluchárna M1
13.15 - 14.45	*První blok vystoupení*	
13.15 - 13.50	Hubeňák J.	Inspirováno E. Lecherem
13.50 - 14.15	Holubová R.	Co všechno můžeme slyšet
14.15 - 14.35	Trna J.	Fyzika na toaletě
14.35 - 14.45	Konečný P.	Experimenty z hydrodynamiky
14.45 - 15.15	*přestávka*	
15.15 - 17.00	*Druhý blok vystoupení*	
15.15 - 15.35	Rut-Marcinkowska M.	Fyzika mladých umělců
15.35 - 16.10	Nugent P.	Paperclip Physics
16.10 - 16.20	Špulák F.	Kmity a vlnění
16.20 - 16.40	Micka Z.	Nové jednoduché učební pomůcky
16.40 - 17.00	Kleveta A.	Záznamy fyzikálních experimentů
19.30	**Koncert a prohlídka Karolina**	

Čtvrtek 29. 8. 2002

8.30 - 10.00	*Třetí blok vystoupení*	
8.30 - 8.50	Koudelková I.	Projekt Heuréka - po deseti letech živější než dřív
8.50 - 9.10	Patč B.	Chvění tyčí. Piezoelektrický jev
9.10 - 9.20	Votruba V	Archimedův zákon neplatí
9.20 - 9.35	Lepík L.	Archimediáda, Kámen mudrců a debrujáři
9.35 - 9.50	Černá M.	Základy fyziky v multimediální prezentaci
9.50 - 10.00	Bdinková V.	Studio Vaňkovka
10.00 - 10.30	*přestávka*	
10.30 - 12.00	*Čtvrtý blok vystoupení*	
10.30 - 10.50	Polák Z.	Jednoduché pokusy
10.50 - 11.10	Reichl J.	Panská fyzika 3
11.10 - 11.20	Piskač V.	Low-cost Hi-tech
11.20 - 11.30	Čížek J.	Výuka fyziky pro „nefyziky“
11.30 - 11.40	Kaštilová D.	Fyzika na CD
11.40 - 12.00	Baník I.	Zajímavá elektrolýza
12.00 - 13.30	*polední přestávka*	
13.30 - 15.30	*Pátý blok vystoupení*	
13.30 - 14.00	Vícha V.	Laboratorní úlohy měřené soupravou ISES
14.00 - 14.30	Pachlová J.	Debrujárský „kufříček
14.30 - 14.50	Brockmeyerová J., Drozd Z	Pokusy z volné ruky
14.50 - 15.00	Dimitrova V.	Harmonie a krása ve fyzice a umění

15.00 - 15.20	Lysenko V.	MHD zdroj EMN
15.20 - 15.30	Nevedelová M.	Netradiční úlohy z fyziky
15.30 - 16.00	*přestávka*	
16.00 - 18.00	*Šestý blok vystoupení*	
16.00 - 16.35	Marenčáková A., Simunová D., Nemcová H.	Vědecká show
16.35 - 17.10	Rakovská M., Zelenický L´.	Svět netopýra
17.10 - 17.30	Onderová L´.	Projektové vyučování a možnosti jeho využití ve fyzice
17.30 - 18.00	Lafatová M.	Energie - posviťme si na úspory

Pátek 30. 8. 2000

8.15 - 10.00	*Sedmý blok vystoupení*	
8.15 - 8.25	Trzebuniak A.	Pokusy s mnoha otázkami
8.25 - 8.35	Raczkowska K.	Projekt „Vzduch“
8.35 - 8.45	Polesiuk W.	Podélné stojaté vlnění
8.45 - 9.05	Staszel M.	Vyučování o energii v Evropě
9.05 - 9.15	Kowalski K.	Integrace výtvarné výchovy s fyzikou
9.15 - 9.35	Elbanowska S.	Pokusy ve výuce fyziky na 2. stupni ZŠ
9.35 - 10.15	Swinbank E.	Project Salters Horners Advanced Physics Course
10.15 - 10.45	*přestávka*	
10.45 - 12.55	*Osmý blok vystoupení*	
10.45 - 11.15	Dvořák L.	Netradiční měřicí přístroje 2. Pár věcí z tábora 5
11.15 - 11.30	Rotter M.	Pokusy s kapalným dusíkem
11.30 - 11.40	Goldová K., Žilavý P.	Stojaté vlny na dvouvodičovém Lecherově vlnění
11.40 - 11.55	Lustig F.	Fyzikální experimenty po internetu
11.55 - 12.15	Jílek M.	Kroužek fyziky pro středoškolské studenty
12.15 - 12.25	Kekule J.	Jednoduché měření energie a účinnosti praku
12.25 - 12.50	Houfková J.	FyzWeb - www server pro podporu výuky a popularizace fyziky
12.50 - 13.00	Urbanová M.	Odpovědna FyzWebu

13.0	**Závěr konference**

Hustota výborných a vynikajících učitelů fyziky již tradičně během Veletrhu dosahovala enormních hodnot. Za všechny z mnoha jen pár ukázek:

Doc. Josef Trna (z Brna)
plejádou jednoduchých pokusů prostě *umí* zaujmout …

… a bez Břetislava Patče
si už Veletrh nápadů ani neumíme
představit.

Další, koho by pro výuku fyziky
stálo za to klonovat:
Mgr. Zdeněk Polák

Doc. Josef Hubeňák vždy přijde s novými a velice
propracovanými pomůckami a konstrukcemi

Dík za kvalitní
prezentace patří i
kolegům a kolegyním
ze Slovenska, Polska
a letos i z Velké
Británie a Irska …

…ale protože
fotografie všech
vystoupení se sem
nevejdou, začtěte se
už raději do
příspěvků…

Historické pokusy s elektromagnetickou vlnou a dnešní technické možnosti

JOSEF HUBEŇÁK, JIŘÍ HUBEŇÁK
Univerzita Hradec Králové

Poznatky z oblasti elektromagnetických jevů byly vzájemně propojeny v ucelenou teorii v 50. a 60. letech 19. století. Zásluhu na tom má především James Clerk Maxwell, skotský fyzik (nar. 13.11.1831, zemřel 5.11.1879). Byl profesorem na univerzitě v Aberdeenu, na King's College v Londýně a v Cambridgi a také členem Královské společnosti v Londýně. Jeho předpověď existence elektromagnetické vlny byla výsledkem ryze teoretickým s použitím obtížného matematického formalismu: Maxwell ve své původní práci, která vyšla v r. 1873, použil čtyřsložková čísla – kvaterniony. Jedním z podstatných výsledků jeho výpočtů byla číselná hodnota rychlosti šíření elektromagnetických vln ve vakuu, přičemž v jeho době nikdo experimentálně elektromagnetickou vlnu neobjevil. Hodnota souhlasila se známou rychlostí šíření světla a Maxwell byl tak prvním fyzikem, který si uvědomoval, že světlo je také elektromagnetické vlnění. Laboratorně prokázal existenci elektromagnetického vlnění až Heinrich Hertz v r. 1887. Prvními zdroji elektromagnetických vln byly obvody s jiskřištěm, leydenskou lahví a jedním závitem:

Obr.1

Po nabití kondenzátoru – leydenské láhve – dojde k přeskoku jiskry a v obvodu *LC*, který je tvořen leydenskou lahví a závitem, vzniknou na okamžik tlumené kmity. Odsud se do okolí šíří elektromagnetické vlnění a obdobný obvod s jiskřištěm, stejným závitem a kondenzátorem se rozkmitá rezonančně tak, že lze pozorovat jiskru. Tyto experimenty pocházejí od anglického fyzika Lodge a podobné soupravy se ještě najdou v kabinetech fyziky. Ještě před objevem elektronky (přesněji triody) vyvinul Ernst Lecher metodu měření vlnové délky elektromagnetické vlny. Profesor Lecher (1856 – 1926) působil na německé technice v Praze a později ve Vídni a jeho měření vlnové délky je známé od r. 1889.

S elektronkami vznikly oscilátory netlumených elektromagnetických kmitů a ve sbírkách najdeme oscilátory z dvacátých a třicátých let minulého století. Zapojení s jednou triodou je velmi jednoduché:

Obr.2

Připojením zdroje napětí vzniknou v obvodu *LC* vysokofrekvenční kmity a trioda připojená k obvodu *LC* část energie kmitů odebere, zesílí a vrátí do obvodu. Demonstrační oscilátory s elektronkami pracují na frekvencích od 80 do 450 MHz a ještě se s nimi ojediněle můžeme setkat na školách. Mají v sobě kouzlo technické historie, ale jsou napájeny napětím, které již není bezpečné a jsou kmitočtově nestabilní. Bezpečný vysokofrekvenční generátor na frekvenci 433,920 MHz s výstupním výkonem 10 W osazený moderními polovodiči má napájecí napětí pouze 13,8 V a kmitočtovou stabilitu zaručuje obvod fázového závěsu, řízený mikropočítačem. Výkon lze přepnout na 50% a 100%, což je výhodné u některých experimentů. Blokové schéma generátoru:

Obr. 3

Funkce systému spočívá na porovnávání kmitočtů, získaných na výstupech dvou děličů frekvencí. Pokud se nerovnají, tj. $\frac{f}{N} \neq \frac{f(ref)}{M}$, jsou na výstupu komparátoru přítomny impulsy, ty se v integrátoru přemění na stejnosměrné napětí, které mění kmitočet oscilátoru, až dosáhne požadované hodnoty.

Lecherovo vedení tvoří dvě měděné trubičky o průměru 6 mm a jejich osy jsou vzdáleny 35 mm. Impedance vedení $Z = \frac{U_m}{I_m} = 372 \cdot \frac{\ln \frac{d-r}{r}}{\pi} = 280\,\Omega$ je vyšší než impedance na výstupu zdroje a navíc je třeba z nesymetrického signálu vytvořit signál symetrický. K tomu se dobře hodí půlvlnná smyčka z koaxiálního kabelu s impedancí 50 Ω.

Obr.4 Přizpůsobení generátoru a Lecherova vedení

Koaxiální kabel RG 58 má impedanci 50 Ω a činitel zkrácení k = 0,66, takže geometrická délka smyčky pro daný kmitočet je 22,8 cm. Funkce přizpůsobení je zřejmá: vlna od vstupu do smyčky se zpozdí na výstupu ze smyčky o $T/2$ a než se objeví na výstupu smyčky kladná výchylka napětí, přichází po koaxiálu od zdroje již výchylka záporná. Napětí mezi výstupními vodiči je nyní dvojnásobné a stejný výkon bude přenášen při polovičním proudu; impedance na výstupu je čtyřnásobkem impedance koaxiálního kabelu. Přizpůsobení není zcela dokonalé, ale pro následující experimenty vyhovuje.

Popis experimentů

1. Postupná vlna na vedení

Na výstup generátoru připojíme koaxiální kabel se symetrizační smyčkou a připojíme Lecherovo vedení. Na konec vedení zapojíme zatěžovací odpor a do stojánků položíme zářivku bez rezonátoru. Zářivku umístíme blíže k symetrizační smyčce.

Výkon generátoru nastavíme na 100 % a po zapnutí stejnosměrného zdroje zapálíme výboj v zářivce piezoelektrickým zapalovačem. Zářivka svítí takřka rovnoměrně po celé délce.

Připojený rezistor se zahřívá, což mohou studenti ověřit dotykem.

2. Stojatá vlna na vedení, zakončeném zkratem

Do stojánků položíme zářivku bez rezonátoru a bez kovových konců. Odpojíme zatěžovací odpor a asi 10 cm od konce nasuneme zkratovací terč. Výkon generátoru nastavte na 50 %. Zářivku přesuneme blíže ke zkratu a zapalovačem rozsvítíme. Ve výboji jsou patrná tmavá místa (dvě až tři), nejtmavší je přibližně 35 cm od zkratu.

Ve zkratové spojce vzniká přesouváním nábojů elektrické pole s opačně orientovanou intenzitou a zkratová spojka se stává zdrojem vysokofrekvenčního signálu s fází opačnou, než má vlna přicházející od generátoru. Vpravo od zkratu se obě vlny ruší, vlevo vzniká stojaté vlnění. Zářivka má nyní výrazná slabě svítící místa – zde jsou napěťové uzly. Posunutí zkratové spojky vede i k posuvu tmavých míst na zářivce. Vzdálenost zkratu a napěťového uzlu je právě polovina vlnové délky. Dekorační zářivkou ukážeme, že před zkratem je intenzívní elektromagnetická vlna, za zkratem se nepodaří zářivku rozsvítit – zde se vlna od generátoru a vlna s opačnou fází od zkratové spojky vzájemně ruší.

3. Stojatá vlna na otevřeném vedení

tmavé místo
= uzel napětí

Na konci otevřeného vedení vznikne napěťová kmitna a tmavá místa značí polohu uzlů.

4. Napěťové a proudové kmitny na zkratovaném vedení

Pro sledování kmiten napětí použijeme kapacitní sondu s doutnavkou: Je vyrobena z jednostranného tištěného spoje a přiložením na vedení se ponechané pásky mědi stanou jednou deskou kondenzátoru; druhou je samotný vodič Lecherova vedení. Posouváním po vedení najdeme místa maximálního svitu.

Pro určení kmiten proudu je použita indukční sonda: Čtvercový závit z tištěného spoje je v místě přerušení připojen na žárovku 24 V , 50 mA. Strana závitu má délku 25 mm. Sondu položíme na vedení a hledáme místo maximálního svitu žárovky.

Doporučený postup:

4.1. Vyladění vedení do rezonance

Výkon generátoru na 50 %, indukční sondu umístíme těsně na začátek vedení a na druhém konci přesouváme zkrat. Nastavíme polohu pro maximální svit žárovky. Vedení má nyní aktivní délku rovnu násobku $\frac{\lambda}{2}$.

4.2. Proudové kmitny

Výkon generátoru na 100 %. Indukční sondy umístíme do vzdáleností 1krát, 2krát a 3 krát $\frac{\lambda}{2}$ od zkratu. *Najdeme polohy, kdy svit všech sond je přibližně stejný.* Ověříme vzdálenosti.

4.3 Napěťové kmitny

Výkon generátoru na 100 %. Kapacitní sondy umístíme mezi zkrat a první žárovku a další mezi žárovky. Zapálíme výboj (pokud se doutnavky nerozsvítí samovolně parazitními

elektrostatickými výboji) a přesouváním najdeme polohy maxim. Pozor, maxima neleží uprostřed mezi proudovými kmitnami.Vedení je zatíženo odběrem činného výkonu a fázový posuv mezi napětím a proudem není 90°.

5. Měření vlnové délky

Pro měření vlnové délky použijeme jednu indukční sondu a výkon generátoru nastavíme na 50 %. Připravíme si papírové značky pro označení bodů na vedení. Na vedení posouváme sondu od zkratu až ke vstupu a značkami zachytíme polohy, kdy žárovka zcela pohasne. Ze změřených vzdáleností mezi značkami vypočteme $\frac{\lambda}{2}$ a poté frekvenci. Porovnáme se skutečnou hodnotou $f = 433{,}92$ MHz.

6. Vedení zakončené skládaným dipólem

Vstupní impedance půlvlnného dipólu je asi 75 Ω a jeho připojením na konec vedení dojde k částečnému odrazu elektromagnetické vlny. Lépe je k vedení přizpůsoben skládaný dipól se vstupní impedancí asi 300 Ω, který větší část energie vyzáří do okolí. Indukční sonda na vedení ukáže jen nevýrazná maxima a minima proudu, takže na vedení je takřka postupná vlna. Elektromagnetické vlny v blízkosti dipólu prokážeme nejprve zářivkou, umístěnou rovnoběžně se zářičem. Po zapálení výboje piezoelektrickým zapalovačem svítí nejvíce u konce dipólu. V poloze kolmé k rovině zářiče svítí jen menší část uprostřed, což ukazuje na průběh siločar elektrického pole u dipólu.

Použijte plný výkon generátoru. Dekorační zářivku protáhněte mezi vodiči vedení – svítí všude prakticky stejně.

7. Polarizační rovina elektromagnetické vlny

Přijímací dipól má uprostřed maximální amplitudu proudu a žárovka 2V, 180 mA se rozsvítí zřetelně ještě ve vzdálenosti více než 0,3 metru.
Přijímací dipól otáčíme a prokážeme polarizaci elektromagnetického vlnění.
V daném uspořádání je rovina polarizace vodorovná a přijímací dipól postavený svisle žárovku nerozsvítí.
(Použijte výkon 100 %.)

Pro další experiment upevněte přijímací dipól se žárovkou do stojanu asi 25 cm od skládaného dipólu. Stojan by měl být nejlépe nevodivý.
Polarizační rovinu lze postupně otočit soustavou dalších pasivních dipólů.
Průmět elektrické intenzity pole zářiče do směru dipólu otočeného o 45° stačí na rozkmitání náboje v něm. Tento dipól pak vysílá dále a složka elektrické intenzity jeho pole rozkmitá dipól se žárovkou.

8. Odraz a interference elektromagnetické vlny

Použijte výkon 100 %. Přijímací dipól se žárovkou nechte ve stojanu asi 25 cm od skládaného dipólu. Odraz a interferenci ukážeme pomocí pasivního dipólu:

Pasivní dipól přesouváme nad vedením za zářičem dopředu a dozadu. Žárovka svítí maximálně, je-li pasivní dipól vzdálen o čtrtinu vlnové délky.

Maxima a minima svitu žárovky se objeví také, jestliže pasivní dipól přenášíme nad rovinou zářiče a dipólu se žárovkou.

Pasivní dipól umístíme kamkoliv mezi skládaný dipól a dipól se žárovkou. Žárovka zhasne. Tento efekt již studenti mohou objasnit sami na základě předchozích poznatků.

Pasivní dipól umístíme až za dipól se žárovkou. Opět najdeme polohy, kdy žárovka svítí maximálně. Takto pracují např. televizní přijímací antény s reflektorem.

9. Vliv rezonance

Pole rezonujícího pasivního dipólu je dost intenzivní na to, aby udrželo výboj v zářivce. Na zářivku je připevněn rezonátor - půlvlnný dipól:

Po ionizaci piezoelektrickým zapalovačem se zářivka rozsvítí jen u konců dipólu, zato svítí i několik decimetrů od zářiče.

10. Pole čtvrtvlnného dipólu

Z nesymetrického výstupu vysokofrekvenčního generátoru lze velmi dobře napájet čtvrtvlnný dipól, jehož vstupní impedance je přibližně 50 Ω.

Teleskopickou anténu lze nastavit do rezonance pomocí indukční sondy se žárovkou: Sondu položíme k patě dipólu a délku dipólu nastavujeme na maximální svit.

Pro toto ladění použijte do sondy žárovku 6 V/ 50 mA. Sondu postavte mezi upevňovací šroubek a svorku.

11. Proudové a napěťové obložení dipólu

Proud má maximální amplitudu u paty čtvrtvlnného dipólu. Indukční sondu *se žárovkou 24 V / 50 mA* posouváme podél dipólu – u paty svítí maximálně a směrem k vrcholu zhasíná.

Napětí je maximální při vrcholu – přiložíme sondu s doutnavkou izolantem k dipólu, ionizujeme a při vrcholu se doutnavka bezpečně rozsvítí. Pak posouváme k patě a její jas se zmenšuje, až zcela zhasne.

12. Elektrické siločáry v okolí čvrtvlnného dipólu

Zářivku bez rezonátoru rozsvítíme zapalovačem a sondujeme pole v okolí. Vytvoříme představu siločar, které vycházejí z vrcholu dipólu a končí na kovové desce. Zářivkou držíme vodorovně a přejíždíme dipól shora dolů a poté svisle a obkroužíme dipól kolem dokola. Upozorníme na rozsah svítící části zářivky.

Dekorační zářivku zapálíme dotekem jejích kovových kontaktů s vrcholem dipólu a pokus můžeme opakovat.

13. Vyšší harmonické kmity dipólu

Teleskopickou anténku natáhneme na maximální délku, což odpovídá přibližně $\frac{3}{4}\lambda$.

Svisle postavenou zářivku bez rezonátoru rozsvítíme zapalovačem. V jedné třetině od vrcholu antény je zřetelný napěťový uzel. Geometrická délka je nyní asi 51 cm a jako

čtvrtvlnný dipól by tato anténa rezonovala na kmitočtu $f_0 = \frac{433}{3}$ MHz. Signálem generátoru ji donutíme kmitat na trojnásobku základní frekvence. Akustickou analogií je uzavřená píšťala, kterou „přefoukneme“ na vyšší harmonický tón.

14. Absorpce vf výkonu v živé tkáni

Výkon generátoru nastavte na 100 % a bříško prstu lehce přiložte na okraj vrcholu čtvrtvlnného dipólu. Za okamžik prst „pálí“. Kov antény je přitom chladný a teplo se vytváří uvnitř tkáně. Na stejném principu funguje mikrovlnná trouba, kde se používá výkon 800 a více wattů a frekvence 2450 MHz. V tkáni se teplo uvolňuje tak, že elektromagnetická vlna vytváří v částečně vodivém prostředí vysokofrekvenční proudy a také rozkmitá molekuly vody, které mají vlastnosti elektrických dipólů.

Poznámka: v poli čtrtvlnného dipólu lze předvést většinu experimentů, které byly popsány se skládaným dipólem.

Uvedené experimenty jsou dostatečně efektní, aby vzbudily zájem studentů, a jsou zcela bezpečné, takže i studenti si mohou se soupravou "pohrát". Fyzikální obsah je dobře sdělitelný na úrovni středoškolské fyziky a je tedy žádoucí znovu tyto klasické experimenty, jejichž historie sahá k přelomu 19. a 20 století, zařadit do výuky.

Co všechno můžeme slyšet

RENATA HOLUBOVÁ
PřF UP Olomouc

Úvodem

Naše smyslové orgány nám zprostředkovávají kontakt s okolním světem a činí tak s překvapující dokonalostí. Víme toho velmi mnoho o zraku, ale sluchový orgán je pro nás mnohem více neznámou oblastí. Příroda vytvořila akustický přijímač a analyzátor, který rekonstruuje z akustického pole objekty a události. Vlastní sluchový orgán je nesmírně jemný a citlivý. Vnímá intenzitu $0{,}5 \cdot 10^{-16}$ $W.cm^{-2}$, což při jeho povrchu asi 1 cm^2 znamená, že práh slyšení leží na hranici energetického důkazu 10 W zdroje ve vzdálenosti 1000 km (pokud mezi zdrojem a přijímačem není absorbující prostředí). Znamená to jinak, že v oblasti největší citlivosti v okolí frekvence 3 kHz zaznamená naše ucho slyšitelný zvuk již při rozkmitu vzduchových částeček o jednu milióntinu milimetru. Kdyby ucho bylo ještě o jeden řád citlivější, slyšelo by molekulární pohyb částeček vzduchu a vnímalo by jej jako šum.

Opravdové ticho je vzácné, za ticho považujeme nízkou hladinu hluku. Dlouhý pobyt v úplném tichu působí depresivně, naopak dlouhý pobyt v silném hluku vede k otupění citlivosti (nad 80 dB). Musí-li sluch sahat k obraně touto cestou často (zmenšení citlivosti sluchových nervů), nedochází k regeneraci citlivosti sluchových nervů, ztráta citlivosti je trvalá a neléčitelná. Po několika letech častého přetěžování klesá citlivost sluchu pod úroveň sluchové citlivosti velmi starých lidí. Pozorujeme-li mladé lidi se sluchátky od walkmenů na uších a uvědomíme si, jak často navštěvují diskotéky, jak hlasitě pouštějí svá rádia a přehrávače, přímo před očima vidíme, jak si dláždí přímou cestu k nošení pomůcek pro neslyšící. Veďme žáky k tomu, aby si vážili svého sluchového orgánu. Jednou z cest může být i zařazování jednoduchých experimentů, které by měly pomoci žákům uvědomit si základní vlastnosti sluchu a přesvědčit je o složitosti, nesmírné citlivosti a zranitelnosti našeho sluchového orgánu.

Jednoduché experimenty:

1. Do nafukovacího balónku dáme minci, balónek nafoukneme a kroužením roztočíme minci. Ozve se zvuk o frekvenci úměrné rychlosti mince. Průměr balónku je 25 cm, jeho obvod asi 0,78 m, obvod mince 5,3 cm (91 zoubků). Pro periodu oběhu mince 0,5 s naráží zoubky na blánu s frekvencí 2678 Hz, což odpovídá zvuku, který balónek vydává.
2. Papírový zesilovač. Pustíme walkmena na maximální hlasitost – slyší jen ti nejbližší. Smotáme arch papíru A4 do kornoutu, zasuneme do něj sluchátko – hudba, i když poněkud zkreslená, zní nyní hlasitěji.
3. Energie zvuku. Na horní otvor nádoby (plechovky) např. od Chappi dáme blánu a na ni nasypeme krupici. Ze strany do plechovky uděláme otvor, kterým prostrčíme láhev zbavenou dna. Voláme do láhve a pozorujeme pohyb krupice.
4. Umělé hromobití. Jedna osoba si obě ruce přitiskne na uši. Napříč přes hlavu a ruce napneme provaz, za který brnkáme jako za strunu. Nebo zavěsíme kus železa za dvojitý provázek za uši a na visící železu udeříme nějakým předmětem.
5. Zhasínání svíček. Papírovou trubici uzavřeme a do uzávěru uděláme malou dírku. Druhou stranu trubice uzavřeme pružnou blánou. Udeříme na blánu. Místo dírky v uzávěru trubice

lze na její otevřený konec připevnit kornout - je-li průměr trubice 7 – 10 cm, stočíme kornout tak, aby úzký konec měl průměr 0,5 – 1 cm. Nyní stačí tlesknout v blízkosti napnuté blány a svíčka zhasne. Pozorujeme co se stane, hraje-li v blízkosti napnuté blány rádio. (obr. 1)

6. Akustické vnímání – směr odkud přichází zvuk. Jednomu žáku zavážeme oči a postavíme jej zády ke třídě. Do uší si vloží konce PVC hadice. Propiskou udeříme na předem označený střed hadice. Žák má uhodnout, odkud zvuk pochází. Při klepání na střed ukáže dopředu, posuneme-li se jen o několik cm od středu, ukázaný směr se hodně liší. Tento pokus lze provést i opačně, pomocí vnímaného zvuku lze určit, kde leží střed hadice. Nebo žák stojí asi 4 m od učitele se zavázanýma očima. Učitel pohybuje reproduktorem ve vertikálním a horizontálním směru. Žák je schopen rozeznat jen pohyb horizontální.
7. Můžeme slyšet zvonek v láhvi? Připravíme si větší láhev, kterou uzavřeme gumovou zátkou. Dále si připravíme malý zvonek, který lze prostrčit hrdlem láhve. Pomocí ocelového drátu zavěsíme zvonek na zátku tak, aby po uzavření láhve visel asi uprostřed. Zatřepeme láhví. Uslyšíme zvonek ? (Ano.) V dalším nalijeme do láhve asi 20 ml vody a zahřejeme ji na bod varu. Necháme ji vařit asi 1 minutu. Poté uzavřeme láhev zátkou s visícím zvonkem. Asi po jedné minutě láhví opět zatřepeme. Slyšíme zvonek? (Téměř ne.)
8. Jak rychle se šíří zvuk? Postavíme se čelem k velké zdi. Ve vzdálenosti asi 10 m od zdi opakovaně udeříme o sebe dvěma tyčinkami a pomalu couváme směrem od zdi. V okamžiku, kdy uslyšíme ozvěnu úderů, upřesníme polohu tak, aby celá třída ozvěnu slyšela. Změříme vzdálenost od zdi. Minimální interval pro to, aby lidské ucho rozeznalo interval mezi dvěma údery, je 0,1 s. Je-li interval mezi úderem a ozvěnou kratší než 0,1 s, je ozvěna neslyšitelná. Proto jsme neslyšeli ozvěnu, když jsme stáli jen 10 m od zdi. Jak zjistíme rychlost zvuku? Ozvěna je slyšitelná ve vzdálenosti asi 17 m od zdi. Tzn., že zvuk se šířil ke stěně a zpět (2x17 m) za 0,1 s. Tzn., že rychlost zvuku je asi 34 m/0,1 s neboli 340 m/s.
9. Připravíme si dvě stejné láhve. Jednu si otvorem přiložíme k uchu. Jiný žák v určité vzdálenosti fouká přes druhou láhev s vytváří tak zvuk. Co slyšíme? (Rezonance.)
10. Jednoduchý telefon. Vezmeme dlouhou PVC hadici, na oba její konce nasuneme nálevky.
11. Jednoduchá ilustrace rázů. Připravíme si dva stejně dlouhé rovné hřebínky s různým počtem „zubů". Přiložíme-li je na sebe, uvidíme moiré vzor. Počet rázů na jednotku délky je roven rozdílu v počtu zubů na jednotku délky u obou hřebenů (obr. 2)

12. Domácí fonograf. Najdeme starou gramofonovou desku a tužku, která přesně prochází středem desky. Tužku zasuneme asi 1 cm hluboko ostrouhaným hrotem směrem dolů. Vytvoříme tak „káču" – desku lze roztočit na hrotu tužky na hladké podložce. Dále si připravíme tenký rovný špendlík, který zasadíme do ústí kornoutu, který získáme stočením papíru. Roztočíme desku, špendlík opatrně přiblížíme k desce a posloucháme. Při pokusu lze obměňovat velikost trychtýře, rychlost otáčení desky apod. (obr. 3)

13. Rezonance. Tenké vlákno délky 50 cm napneme mezi dva stojany. Vlákno je rovnoběžné s podložkou. Vytvoříme si 7 závěsů z téhož vlákna kratší délky se zátěží, které umístíme (zavěsíme) na napnuté vlákno. Délky závěsů jsou postupně 20 cm, 15 cm, 20 cm, 15 cm, 5 cm, 10 cm, 15 cm. Rozkýveme závěs 7 a pozorujeme ostatní závěsy (závěsy 4 a 2 začnou kývat spolu se závěsem 7).

14. Kmity vzduchového sloupce – píšťaly. Z tužší hadice PVC odřežeme kousky různých délek a vytvoříme škálu píšťal. Zvuk vzniká foukáním přes jeden konec hadičky, druhý utěsníme prstem. Jednotlivé píšťaly lze odlišit barevně a spojit ve foukací harmoniku.

15. Slyšet světlo. Vezmeme prázdnou sklenici od okurek (0,75 litru) a do šroubovacího uzávěru uděláme otvor o průměru 2-3 mm. Velikost sklenice není podstatná, ale větší sklenice pracují lépe. Pomocí zapálené svíčky začerníme zevnitř polovinu sklenice. Protilehlou polovinu necháme čirou. Víčko opět zašroubujeme a tvorem je přidržíme u ucha. Asi 50 W žárovkou (napájenou ze sítě) ozáříme čirou polovinu sklenice. Uslyšíme hluboký bručivý zvuk. Zvuk neslyšíme, přerušíme-li ručně tok světla. Jev je pozorovatelný jen v případě použití střídavého proudu. Světlo je absorbováno černou

vrstvou a energie je ve formě tepla vyzařována do okolí. Vzduch je zahříván v rytmu střídavého proudu procházejícího žárovkou. Změny teploty vedou ke změnám tlaku – vznik zvuku. Ucho spolu se sklenicí představuje fotoakustický měnič – reaguje na slabé fluktuace světelného proudu. Co se našemu oku jeví jako stejnosměrný světelný tok, vnímá naše ucho jako periodicky se měnící.

16. Rezonance pomocí vinných lahví. Vezmeme láhev od vína (0,75 litru), klepeme ukazovátkem na dno a hrdlo láhve přibližujeme a vzdalujeme od ucha. Při určité vzdálenosti pozorujeme zesílení zvuku. Obdobně lze do láhve umístit začerněné těleso (kuličku z alobalu začerněnou svíčkou), ozářit ji žárovkou a hledat maximum bručivého tónu, který v láhvi vzniká obdobně jako v pokuse 15. Do láhve lze také umístit malý mikrofon a spojit jej s počítačem, který pomocí vhodného programu provede rychlou Fourierovu analýzu a zobrazí pokles frekvence v závislosti na vzdálenosti hrdla láhve od ucha.

Fyzika na toaletě

JOSEF TRNA
Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity v Brně,
Gymnázium Boskovice, Základní škola Lysice

Školní pokus má v přírodovědné výuce, zejména pak ve výuce fyziky, nezastupitelnou roli. Jeho správné metodické provedení a didaktické využití ve výuce však vyžaduje od učitele řadu jeho vědomostí a především dovedností. Ne každý pokus je vhodný jako školní pokus. Pomůcky pro školní pokusy jsou mnohdy speciálními zařízeními, se kterými se žák v životě už nikdy nesetká. To je také výtka, kterou bývá význam pokusu ve výuce snižován. Častou chybou školního pokusu je i to, že žák při předvádění pokusu nevnímá jasně demonstrovaný jev a jeho podstatu.

Jak uvedené nedostatky školního pokusu odstranit? Jednou z možností je použití jednoduchých pomůcek, které žák zná z každodenního života a má o jejich fungování vytvořenu intuitivní představu.

Příkladem takových fyzikálních experimentů mohou být následující pokusy, které využívají jednoduchou pomůcku - toaletní papír, se kterým se každý člověk setkává i vícekrát denně. V následující sérii pokusů používáme celou roli toaletního papíru, ale především papírovou trubičku, na které je papír namotán.

1. Měření objemu

Měření objemu těles je obvykle spjato s měřením objemu kapaliny v odměrném válci nebo s měřením pevného tělesa ponořeného do kapaliny v odměrném válci. Z papírové trubičky, ke které přilepíme spodní čelo z kartonu můžeme vyrobit odměrku (50 ml, 100 ml) na měření objemu sypkých materiálů (písek, sůl, cukr apod.). Žáci si tak komplexněji osvojí veličinu objem těles a její jednotku.

2. Měření plošné hustoty papíru

Hustota látek je ve výuce obvykle prezentována jako hustota objemová. Délková a plošná hustota se objevuje sporadicky. Přitom plošná hustota papíru (tzv. gramáž) je uváděna na balících např. kopírovacího papíru (80 gramů na metr čtvereční apod.). Srovnávací metodou můžeme přibližně odhadnout plošnou hustotu toaletního papíru. Toaletní papír natrháme na jednotlivé perforací rozdělené útržky. Na rovnoramenných váhách položíme na jednu misku stejně velký útržek vystřižený z papíru známé gramáže (např. kopírovací papír) a na druhou misku vyvážíme tento útržek několika útržky toaletního papíru. Srovnáním pak určíme přibližnou gramáž toaletního papíru. Žáci si tak opět komplexněji mohou osvojit veličinu hustoty těles.

3. Nasáklivost papíru

Z vnitřku role toaletního papíru opatrně vytáhneme papírovou trubičku. Roli postavíme na misku nebo přímo na stůl. Do středového otvoru naléváme odměrnou kádinkou vodu. Dolévání postupně opakujeme (podle druhu papíru až do 500 ml vody). Po chvíli roličku zvedneme - miska je bez vody. Převážením před pokusem a po pokusu můžeme ověřit hmotnost nasáklé vody. Pokus můžeme použít i pro soutěž v odhadu.

4. Setrvačnost papírové kuličky

Kus toaletního papíru (asi 1m) zmačkáme do kuličky a vložíme ji do papírové trubičky. Kulička zmačkaného papíru musí mít stejný průměr jako trubička - nesmí však samovolně vypadávat. V jedné ruce držíme svislou trubičku s papírovou kuličkou a dlaní druhé ruky s roztaženými prsty se ji snažíme shora vyklepnout z trubičky dolů ven. Papírová kulička však nevypadne, naopak popolézá uvnitř trubičky vzhůru. Příčinou tohoto jevu je setrvačnost papírové kuličky. Z trubičky kuličku odstraníme např. vyfouknutím.

5. Moment setrvačnosti

Vyrobíme dva stejně hmotné válce stejného poloměru, ale jiných momentů setrvačnosti z papírových trubiček, papíru a kovových tyček. Jeden válec má tyčky (minimálně 3) u osy a druhý u vnitřního obvodu. Zbývající prostor válečků vyplňuje papír. Oba válce necháme naráz společně ze stejné výšky kutálet po nakloněné desce. Z rozdílného pohybu válců usuzujeme na význam jejich momentů setrvačnosti pro pohyb.

6. Rovnovážné polohy

Papírovou trubičku položíme postupně na rovnou desku stolu, do korýtka (např. kus plechu či plastového okapu) a na vrchol korýtka. Tak demonstrujeme postupně rovnovážnou polohu volnou, stálou a vratkou u pevného tělesa.

7. Kolumbova trubička

Do papírové trubičky zasuneme ke vnitřnímu obvodu zátěž (kovovou tyčku, kus plastelíny apod.) a zbývající prostor vyplníme papírem. Jednu podstavu pak zalepíme papírovým čelem, na které nakreslíme rysku procházející středem čela a místem vložené zátěže. Vyrobíme druhou stejnou trubičku, ale bez zátěže. Pak obě trubičky položíme vedle sebe na stůl čely se svislou ryskou. Prázdnou trubičku pootočíme do libovolné polohy. Trubička s tyčkou se vrací do původní polohy (jako Kolumbovo vejce).

8. Stabilita trubičky

Jednu stranu papírové trubičky šikmo odstřihneme a zalepíme oválným čelem z kartonu. Trubičku pak prodloužíme připevněním další papírové trubičky. Úhel sestřižení musí být takový, aby se prodloužená trubička po postavení na tuto podstavu převrátila. Pak do prodloužené trubičky nasypeme trochu písku tak, aby zůstala stát. Dalším přisypáváním dosáhneme zvýšení těžiště a tak opětovného převrácení prodloužené trubičky.

9. Pevnost papírové trubičky

Papírovou trubičku rukou lehce z boku deformujeme. Stlačit papírovou trubičku na její podstavy se však podaří jen značnou tlakovou silou. Modifikací je zatížení svisle postavené trubičky na stole závažím (1 kg, 2 kg, 5 kg). Efektní variantou pokusu je použití několika trubiček jako nožek improvizované stoličky, na kterou je možno stoupnout či sednout. Žákům připomeneme využití pevnosti papírové trubky ve stavebnicovém papírovém nábytku.

10. Beztížný stav

Papírovou trubičku propíchneme dvakrát v polovině délky. Otvory protáhneme pružné vlákno, na jehož konce přivážeme symetricky dvě středně hmotné matice, a to tak, aby při nenapnutém vlákně zůstávaly uvnitř trubičky. Tyto matice pak natažením vlákna necháme mírně viset přes hrany vodorovné trubičky. Trubičku necháme padat volným pádem, kdy je soustava v beztížném stavu a na matice působí jen pružné síly vlákna. Proto jsou matice vtaženy vláknem zpět do trubičky.

11. Bernoulliho rovnice I

Dvě papírové trubičky svisle zavěsíme pomocí nití na stojan tak, aby mezi nimi byla malá štěrbina (asi 1 cm). Foukneme-li brčkem (úzkou trubičkou) do této štěrbiny - trubičky se k sobě díky tlakovým poměrům přitáhnou.

12. Bernoulliho rovnice II

Z role odmotáme asi 20 cm toaletního papíru, který shora visí z role dolů. Fouknutím nad roli papíru se visící papír díky tlakovým poměrům zvedne do vodorovné polohy.

13. Proudění vzduchu za překážkou

Na podložku připevníme svisle destičku, na kterou svisle nasadíme papírovou trubičku. Za trubičku postavíme zapálenou svíčku. Brčkem (úzkou trubičkou) foukáme vodorovně na trubičku. Za ní schovaný plamen svíčky se díky laminárnímu proudění vzduchu skloní směrem foukání vzduchu. Pak odstraníme trubičku a pokus zopakujeme s destičkou. Plamen svíčky se díky turbulenci za destičkou skloní proti směru foukání vzduchu.

14. Zhášení svíčky

Na jednu podstavu papírové trubičky navlékneme blánu z odstřiženého gumového nafukovacího balónku. Zapálíme svíčku. Ze vzdálenosti 20-50 cm zamíříme volným otvorem trubičky na plamen svíčky, natáhneme blánu a vystřelíme vzduchový vír, který sfoukne plamen svíčky.

15. Vedení zvuku ve vzduchu

Na obě podstavy papírové trubičky nasadíme a gumičkou upevníme čela z pružného papíru (celofán apod.). Ve svislé poloze nasypeme na horní čelo suchý písek. Šíření zvukového signálu ve vzduchu uvnitř trubičky demonstrujeme pomocí poklepu prstem na spodní čelo. Zrnka písku na horním čele poskočí.

16. Provázkový telefon

Dvě papírové trubičky opatříme nalepeným čelem z tuhého papíru. Uprostřed těchto čel propíchneme jehlou otvor, kterým protáhneme provázek uvnitř trubičky zakončený uzlíkem. Provázek mezi dvěma trubičkami napneme a tak jsme vytvořili provázkový telefon. Do jedné trubičky polohlasně hovoříme a tuto řeč posloucháme ze druhé trubičky, kterou přiložíme k uchu.

17. Spalovací motor

Na nehořlavou podložku (sklo, plech) postavíme papírovou trubičku uzavřenou volným alobalovým víčkem. Do trubičky prorazíme v dolní části malý otvor. Na podložku kápneme několik kapek lihu, které přiklopíme trubičkou s víčkem. Po chvilce na odpaření (děj lze urychlit protřepáním několika kuliček z alobalu) hořlaviny přiložíme k otvoru zapálenou špejli či krbovou zápalku. Víčko po výbuchu hořlavé směsi vyskočí. Pokus musí velmi opatrně provádět učitel, předem jej vyzkouší a použije bezpečnostní pomůcky (štít, nehořlavá podložka).

18. Elektrostatická síla

Papírovou trubičku zavěsíme ve vodorovné poloze na nit na stojan. Třením nabijeme těleso (např. plastovou fólii). Nabitým tělesem se přiblížíme k zavěšené papírové trubičce. Elektrostatickou silou pohybujeme trubičkou.

19. Tepelné účinky elektrického proudu

Papírovou trubičku omotáme několika závity odporového drátu. Ten pak připojíme k akumulátoru. Po několika sekundách se drát průchodem elektrického proudu zahřeje a vypálí do trubičky stopu závitů.

20. Dírková komora

Na jednu podstavu papírové trubičky připevníme (např. pomocí gumičky) kousek tenkého papíru (např. pauzovací papír) jako stínítko. Na druhou podstavu pak připevníme neprůsvitný papír (např. přilepíme pevný karton nebo alobal), do kterého prorazíme otvor (např. hrotem kružítka). Před tímto otvorem zapálíme svíčku či zápalku, jejíž plamen se převráceně zobrazí na stínítku z tenkého papíru.

Velmi účinným výukovým prostředkem je projektová výuka. Jednoduché projekty lze realizovat i s pomocí papírových trubiček. Produktem projektové práce žáků mohou být např.:

- krasohled;
- motorek na gumové vlákno;
- modely souhvězdí;
- transformátor;
- trubička jako black-box;
- dalekohled;
- mikroskop.

Papírové trubičky je možno využít nejen ve výuce fyziky, ale i v dalších přírodovědných předmětech. Mohou posloužit i jako prostředek mezipředmětové výuky - např. v rámci environmentální výchovy. Papírové trubičky se dají využít např. při:

- výrobě improvizované lupy;
- výkladu závitu šroubu.

Pokus o kvantitativní interpretaci jednoho hydrodynamického paradoxu

PAVEL KONEČNÝ
Katedra obecné fyziky, PF MU Brno

Cílem této práce bylo připravit pokus demonstrující jeden z hydrodynamických paradoxů založených na Bernoulliově rovnici a jeho elementární interpretaci spolu s kvantitativním měřením. Tento jev nebývá v učebnicích běžně uváděn. Jeho elementární výklad (odpovídající středoškolské úrovni) však dovoluje vyslovit také kvantitativní předpověď, kterou lze v jistém smyslu experimentálně ověřit. K přípravě experimentu je zapotřebí zručnost na úrovni leteckého modelářství, finanční náročnost je přiměřená.

K předvedení paradoxu potřebujeme kromě vhodné tenkostěnné trubičky s lemem (osvědčila se hliníková tuba od šumivého celaskonu s odříznutým dnem) regulovatelný generátor vzduchu s parametry na úrovni průměrného vysavače, PVC kanalizační tvarovku typu "koleno" vhodného průměru a běžný dílenský materiál. Náročnější na zhotovení je pouze nátrubek, ve kterém by se tenkostěnná trubička mohla pohybovat volně, ale přitom relativně bez vůle. Lze jej zhotovit například navinutím hnědé (mokré) lepící pásky přes separační fólii (zajišťující potřebnou vůli) přímo na vybranou trubičku. Paradox vyplyne z porovnání jevů, které nastanou ve dvou různých případech.

1. Nátrubek připojíme na výstup generátoru (kolmo nebo šikmo vzhůru). Vzduch je vyfukován přes nátrubek a vsunutou trubkou ven do atmosféry .

2. Nátrubek připojíme k sání generátoru (opět šikmo nebo kolmo vzhůru). Vzduch je naopak přes trubičku z okolní klidné atmosféry nasáván.

V situaci dle bodu 1. bude trubička dostatečně silným proudem vzduchu vyfouknuta z nátrubku ven. Příčinou jsou síly viskózního tření, které působí ve směru proudění. Proto lze v situaci dle bodu 2. nejspíš očekávat pohyb trubky hlouběji do nátrubku (není-li ovšem na mechanickém dorazu). Experiment však ukáže opak. Trubička je opět vystřelena. Tentokrát proti proudu vzduchu.

Elementarizovaný výklad vychází z představy ("ideálního") tryskového motoru ve tvaru trubky se zanedbatelnou tloušťkou stěny s průřezem o plošném obsahu S, na sací straně opatřené lemem a ve střední části dmychadlem. Předpokládáme, že dmychadlo uděluje v celém průřezu trubky čerpané ideální nestlačitelné tekutině o hustotě ρ konstantní rychlost o velikosti v ("ideální" dmychadlo). Předpokládejme dále, že motor je vůči ideální tekutině v klidu a že trubka motoru je natolik dlouhá, aby byl vyloučen vzájemný vliv vstupu a výstupu.

Spočítejme elementárním způsobem statický tah $F_{stat1.}$ tohoto systému. Za uvedených předpokladů urychlí "ideální" dmychadlo za časový interval Δt ideální tekutinu o hmotnosti $\Delta m = S\rho v\Delta t$ na rychlost o velikosti v a udělí ji tedy hybnost o velikosti $\Delta f = S\rho v^2\Delta t$. Statický tah motoru je tedy roven

$$F_{stat1.} = S\rho v^2 .$$

Součtem tlakových sil působících po celém (vnitřním i vnějším) povrchu motoru včetně dmychadla určíme statický tah $F_{stat2.}$ Vzhledem k symetrii problému jsou tlakové síly působící na vnější i vnitřní povrch válcové části vzájemně kompenzovány. Nenulovou složku ve směru osy motoru mají pouze tlakové síly působící na lem a "ideální" dmychadlo. Velikost jejich výslednice označme F_{lem} a F_{dmych}.

Je-li v velikost rychlosti proudění v trubce motoru, je tlakový spád Δp na dmychadle roven $\Delta p = 1/2\,\rho v^2$. (Za dmychadlem je vzhledem ke geometrii problému a idealizovaného zadání stejný tlak jako v okolní klidné ideální tekutině.) Velikost výslednice tlakových sil působících na "ideální" dmychadlo je pak $F_{dmych} = 1/2\,S\rho v^2$ Musí platit, že

$$F_{stat1.} = F_{stat2.} = F_{lem} + F_{dmych} = S\rho v^2$$

a pro velikost F_{lem} výslednice tlakových sil působících na lem tedy máme

$$F_{lem} = 1/2\,\rho v^2 .$$

Za uvedených předpokladů je tedy možné určit výslednici tlakových sil působících na lem trubičky, která saje (ideální) tekutinu, aniž by bylo nutné řešit rovnice proudění.

Poznámka: Kvalitativní výklad je možné odvíjet například od toho, jaké jsou důsledky tvaru proudnic v okolí sacího otvoru. Směr proudění v blízkosti ústí trubky lze demonstrovat pomocí špejle s bavlnkou.

Pokus o experimentální ověření je založen na následující konstrukci (viz. obr):

Základním prvkem tryskového motoru je modelářské dmychadlo (cca 600 Kč). Použitý typ má následující parametry: maximální krátkodobý tah 630 mN při napájení 7.2 V a 3 A. Vlastní hmotnost dmychadla 30 g., vnější průměr 52 mm.

Výfukové a sací trubky jsou zhotoveny navinutím hnědé lepící pásky (papír s vrstvou klihu) na vhodný trn, průměrem vyhovuje hliníková plechovka od limonády o průměru 53 mm. Jako separační a potřebnou vůli vymezující vrstva slouží jedna nebo dvě vrstvy fólie do meotaru. Lem je zhotoven ze stavební PUR pěny vypěněním do formy. Tíha nátrubku s lemem by měla být menší než 1/2 maximálního tahu motoru. V popsaném provedení měl nátrubek hmotnost 7.7 g.

Motor je upevněn na dvojzvratné páce zhotovené z dřevěného modelářského nosníku 5x21 mm s ramenem délky 440 mm. Páka je upevněna pomocí dvou kuličkových ložisek malého průměru s osou v horizontální rovině. V základní poloze je motor orientován nátrubkem svisle vzhůru a rameno páky horizontálně. V této poloze je rameno stabilizováno šňůrkou přivázanou k závaží o hmotnosti cca 150g umístěném na misce digitální váhy. Dvojzvratnou páku je nutno podle potřeby na straně motoru dovážit tak, aby při provozním výkonu dmychadla tah motoru rameno nezvedal. (Ve vyzkoušeném uspořádání odpovídala nerovnováha maximálnímu měřitelnému tahu cca 620 mN).

Vstupní nátrubek s lemem je volně nasazen na tenkostěnnou hliníkovou trubku (z hliníkové plechovky od nápoje). Aby nedocházelo k váznutí, trubka vykonává pomocí náhonu (gumičkou od elektromotorku viz obr. 3) nucený střídavý rotační pohyb. Motorek je napájen z generátoru funkcí střídavým signálem o frekvenci kolem 1 Hz. Otáčivé zrychlení musí být takové, aby se nátrubek s lemem setrvačností protáčel.

Popis experimentu:

Při sejmutém vstupním nátrubku vynulujeme váhy. Pak odečteme údaj vah s nasazeným nátrubkem. Poměr tohoto údaje ku hmotnosti nátrubku představuje korekční faktor na nerovnoramennost páky. Uvedeme do chodu dmychadlo a zapneme motorek nuceného střídavého rotačního pohybu. Postupným zvyšováním napětí nastavíme právě takový výkon

dmychadla, aby se nátrubek volně vznášel nad dolním dorazem, neklesal a nestoupal. Za předpokladu, že síly smykového tření nijak významně tento stav neovlivňují, vztlakové síly působící na nátrubek právě vykompenzovaly tíhovou sílu, která spolu se silami aerodynamického odporu působí na nátrubek ve směru opačném (motor je orientován svisle). Čtený údaj na vahách je pak úměrný té části tahu motoru $F_{dmych\,exp.}$, která dle ideálního modelu odpovídá výslednici tlakových sil působících na dmychadlo. Tah na vstupním nátrubku s lemem $F_{lem\,exp}$ je úměrný údaji vah při vypnutém dmychadlu a s nasazeným nátrubkem. Poměr obou údajů dle ideálního modelu odpovídá poměru $F_{lem}/F_{dmych} = 1$. Ve výše uvedeném experimentálním uspořádání bylo dosaženo hodnoty $F_{lem\,exp}/F_{dmych\,exp} = 0.82$.

Poznámka: Indikátorem správnosti funkce zařízení je míra citlivosti, s jakou nátrubek reaguje na změnu výkonu dmychadla.

Aerodynamika experimentu je poměrně komplikovaná a její diskuse se vymyká zvolené úrovni výkladu i rozsahu příspěvku. Komplikovaný je například vliv tvaru a rozměru lemu. V pokusech s reálnou tekutinou jsou vždy přítomny nejen síly tlakové, ale i síly k povrchu tečné. Provedení motoru a vlastnosti dmychadla také nemohou plně odpovídat předpokladům. Nelze tedy jednoznačně přiřadit naměřené $F_{lem\,exp}$ a $F_{lem\,exp}$ jen dmychadlu nebo lemu nátrubku.

Je však možné zdůvodnit, proč musí být poměr $F_{lem\,exp}/F_{dmych\,exp}$ v reálném experimentu menší jak jedna. Aerodynamický odpor v sací části způsobuje dissipaci energie. Na dmychadle musí být tedy pro dosažení stejného hmotnostního průtoku reálné tekutiny větší tlakový spád, než by byl v případě ideální tekutiny. (Dmychadlem je zde třeba rozumět spíš celý zbytek systému bez pohyblivého nátrubku.). Naměřená hodnota $F_{lem\,exp}$ bude tedy vyšší. Naopak, na nátrubek působí odporové síly, jejichž výslednice má opačný směr, než vztlak na lemu nátrubku. Naměřená hodnota $F_{lem\,exp}$ bude tedy nižší. Tento posuv v poměru sil je však zapříčiněn interakcemi uvnitř systému a nemá vliv na tah motoru jako celku.

Popsaný experiment rozhodně nelze považovat za měření parametrů aerodynamického jevu, ale jako problém pro experimentální práci žáků či studentů v oblasti základů mechaniky tekutin, domnívám se, může sehrát užitečnou roli.

Physics of young artists

MARIA RUT-MARCINKOWSKA
Zespół Szkół Zawodowych Nr 5, Gimnazjum Nr 21

Summary

The presentation is prepared on the basis of experience gained in teaching physics at the secondary school level in the first years after the introduction of a new educational system in Poland. Looking for a way to make students more familiar with this commonly disliked subject we turned to individual skills of students. Artistic skills are relatively common and may be efficiently used for this purpose. Since in the new system there are no physics competitions in the first two classes of secondary school, we decided to announce a competition "Cartoon Optics", which encouraged artistically skilled students to study this branch of physics in more details than usually. A touch of direction and role playing was experienced by students during preparation and presentation of their own experiments in physics. Finally, we strongly encouraged students to actively take part in international competitions aiming at popularizing physics, like for example "Life in the Universe" (seven student teams took part in competition) and "Physics on the stage" (students took part in the school performance "Miss Planets" and prepared posters).

The presentation will show examples of artistic soul of our students.

In our work we use different ways of popularising science subjects at school. One of them is encouraging students to learn the subject through a proper choice of the book. Another way was organising a school-level competition in physics "Cartoon Optics". This competition allowed the students to present not only their knowledge but also their artistic skills: both plastic and literary. Moreover, in the process of preparation for the competition the students realised that both contents and the form of the presentation should be equally considered. The interest in a given subject increases also when the students have to prepare experiments illustrating discussed phenomena and even more when a group of students prepare a theatre performance.

Each of the works taking part in the "Cartoon Optics" contest was different both in form and in contents. In one of them a funny hero called Lupek accompanied a young boy performing simple experiments in optics. Lupek played the role of narrator, commented different optical phenomena like reflection of light rays from different mirrors, refraction of light on the border of two media, dispersion of white light, optical illusions, creation of images. Reading and watching such a cartoon one does not have an impression that physics is a boring and disliked subject. The author of that cartoon story showed that physics could be interesting and funny. Another cartoon focused on the properties of mirrors and lenses but without introducing any heroes and action. A very interesting work was a cartoon telling about two children discovering the secrets of shadow "with a little help" from their mother. The children first discover the shadow itself and ask mother about details. They learn about the nature of shadow and half-shadow which leads them to discovering why their mother put so much attention to the proper lighting of their workplace. The author showed also how to enjoy some optical phenomena and how to have fun trying to understand their nature.

It seems that a good way of popularising physics among students with negative attitude towards science is to create them opportunities to take part in competitions giving a chance for artistic auto-presentation. A good proof is a numerous participation of our students in the

competition "Life in Universe" organised by the European Space Agency (ESA), European South Observatory (ESO), European Centre for Nuclear Research (CERN) and European Association of Astronomic Education (EAAE). Eight groups of students took part in that contest presenting their works, paintings, sketches and space compositions. Seven teams received a participation diploma from the Centre of Space Research of Polish Academy of Sciences.

Fig. 1. Examples of the works prepared for the school competition "Cartoon Optics".

We also encouraged students to prepare series of experiments in physics aimed at illustrating the phenomena studied during the course of physics (Fig.2). But our most spectacular success was the performance "Miss Planets Competition" prepared by our students supervised by Mrs. Maria Rut-Marcinkowska (teacher of physics) and Mrs. Katarzyna Kabacińska (teacher of literature). The performance was thought to be also an introduction for another performance "A lesson of Physics for Ikar" prepared by the students of Public Gimnasium No 2 in Opole supervised by Mrs. Krystyna Raczkowska-Tomczak. Both performances took part in the competition "Physics on Stage 2002". In the first part we get to know the Sun and the planets who present themselves in the form of a beauty contest. We learn some basic information about their sizes, distances from the Sun, duration of the year, temperature etc. The second part tells about the properties of air and reaction of different bodies to changes of the atmospheric pressure and temperature.

Fig. 2. Students presenting self-prepared experiments.

Fig. 3. A picture from the "Miss Planets Competition" performance.

To summarise, we would like to conclude that students like to take part in competitions that equally favour the knowledge and the form of presentation. It is a great chance to activate the students with poor attitude towards science. It is obvious that even when the main concern is the form, the knowledge will easily slip through the backdoor during numerous rehersals, which is the aim of all the teachers in the end (Fig. 4).

Fig. 4. The author presents the works of her students.

Paperclip Physics

PAUL NUGENT, SANTA SABINA
Sutton, Dublin, Ireland

A Competition Organised By The Institution of Physics
Aim: to demonstrate to a **non-scientist** an application or fundamental principle of physics using only items that could be found in a typical home.
Open to: all students in Transition Year or Fifth Year (15-17 year olds).
Teams consist of three to five students (we found four members to be ideal).
Each school can enter two teams into the regional heats. Winners go onto National Finals. Winners from this go onto Grand Final in London

Main Rules

- Each team has 5 minutes to explain and demonstrate a physics concept using items found in a "*Normal Household*"
- The use of mains gas, mains electricity or mains water is not allowed.
- The team can use text and diagrams to aid them, but must be confined to not more than four sheets of A3 card or paper.
- The demonstration apparatus must be capable of being transported in a car boot and must be capable of being assembled and in working order in 30 minutes
- A hazard assessment form must be submitted by each team, before the competition.
- The breaking of any of these Rules results in penalties.

How the Teams are Judged

- The judging panel consists of three members:

  A physicist

  A physics teacher

  And most importantly

  The Non-Scientist !!!

- At the end of the team's presentation the judges have an opportunity to ask questions. This really tests the team's knowledge of their topic

- The judges' assessments will be based upon:

  a. how well a non-scientist understands the demonstration

  b. the ingenuity of the demonstrations

  c. the clarity and style of the presentation

  d. the teams knowledge of their topic

Our Case - Santa Sabina

- 700 All girls school in Sutton, North Dublin, Ireland
- Approx 15 take Physics to Leaving Certificate each year - looking for ways to maintain and improve this number
- This was our first year to enter the competition-so everybody was a little unsure.
- We initially spoke to our transition year and fifth physics and explained to them that they didn't have to make anything from paperclips!!
- We had 7 teams interested
- They researched and rehearsed their presentations without any help from any science teacher.
- We ran a competition in the school based on the real thing and picked two winners that were entered into the finals
- The team demonstrating "Schumacher in the Shower" was winner of All-Ireland National Final. (Note: Some photographs will be presented in electronic version of this presentation on web.)

Benefits

- It was an exercise that involved research techniques, presentation skills, problem solving, self-directed learning and teamwork.
- It developed a true understanding of concepts.
- It was completely open-ended.
- It built confidence amongst the students
- It didn't need special equipment or even a laboratory!
- It explained Real World complex phenomena using everyday simple items.
- The students worked for themselves and the gains were huge!
- It has increased the number of students opting for Physics this year

- But most importantly it was **Good Fun !**

Contact:

paulnugent@eircom.net

Kmity a vlnění

FRANTIŠEK ŠPULÁK
Katedra fyziky PF JU České Budějovice

1. Kmity na vzduchovém sloupci

K tomuto účelu je použita nádoba s obsahem přibližně $V_0 = 2$ l, která je spojena s plastovou trubicí. Do horního otvoru trubice je vložen váleček, který má průměr stejný jako vnitřní průměr trubice. Po vložení začne váleček konat v trubici kmitavý pohyb na vzduchovém sloupci. Vzduch v nádobě a trubici je přitom stlačován a následně expandován. Posune-li se váleček v trubici o interval Δy, změní se objem o $\Delta V = S\ \Delta y$, kde S představuje průřez trubice. S tím je spojena změna tlaku p_0 v soustavě o Δp.

$$p_0 V_0^{\chi} = (p_0 + \Delta p)(V_0 + \Delta V)^{\chi} \tag{1.1}$$

Změna tlaku v soustavě je

$$\Delta p = -\chi p_0 \frac{S\Delta y}{V_0} \tag{1.2}$$

Násobí-li se tato změna tlaku průřezem trubice, získáme sílu, kterou stlačený vzduch působí na váleček.

$$\Delta F = -\chi \frac{p_0}{V_0} S^2 \Delta y \tag{1.3}$$

Použitím druhého pohybového zákona obdržíme diferenciální rovnici kmitavého pohybu válečku

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{\chi\, p_0 S^2}{m V_0} y = 0 \tag{1.4}$$

Z pohybové rovnice (1,4) určíme periodu kmitu T válečku

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m V_0}{\chi\, p_0 S^2}} \tag{1.5}$$

Tlak vzduchu p_0 v klidové poloze válečku se skládá z barometrického tlaku b a korekčního tlaku p_k, který je způsoben tíhou válečku. $p_0 = b + p_k$.

Provedení experimentu

K experimentu je použita plastová trubice dlouhá 1 m s průměrem 1,2 cm (Obr.1.2.). Trubice je na jednom konci nasazena do uzávěru od PET lahve. Pomocí tohoto uzávěru je možno trubici upevnit na libovolnou láhev s odpovídajícím závitem. V experimentu použité lahve měly objem 1,5 až 2 l. Do trubice je vkládán kovový váleček s magnetkou. Hmotnost válečku je možno zvýšit připevněním dalšího menšího válečku. Na trubici je měděným drátem navinuto celkem dvacet cívek s jednotlivým odstupem 5 cm. Konce vodiče jsou vyvedeny a připojeny na modul voltmetru systému ISES. Pro umožnění měření změny tlaku je láhev opatřena výstupem s hadičkou, která je připojena do modulu manometru systému ISES. Po

aktivování měřícího systému je do horního konce trubice vložen váleček opatřený magnetkou. Váleček začne konat kmitavý pohyb. Při průchodu magnetky středem cívky je v cívce indukováno napětí úměrné rychlosti pohybu válečku s magnetkou. Napětí indukované v jednotlivých cívkách je zaznamenáváno měřícím systémem stejně jako změna tlaku. Systém ISES vytvoří grafy závislosti napětí a tlaku na čase (Obr. 1.1.)

Obr. 1.1

Ke zjištění amplitudy z grafu závislosti napětí na čase je třeba si uvědomit, že jednotlivá napěťová maxima představují průchod válečku středem cívky a jednotlivé "klubko" představuje polovinu kmitu válečku v trubici. Proto amplituda je rovna polovině počtu zaregistrovaných cívek násobených vzdáleností mezi jednotlivými cívkami.

Obr.1.2

2. Kmity zkumavky v kapalině

Po vložení zatížené zkumavky do nádoby s kapalinou začne zkumavka konat tlumený kmitavý pohyb. Po ustálení nastane rovnováha mezi vztlakovou a tíhovou silou působící na zkumavku. Na zkumavku pak působí vztlaková síla, kterou můžeme zapsat

$$F = -\rho g y S, \tag{2.1}$$

kde g je tíhové zrychlení, ρ hustotu kapaliny y hloubku ponoru a S průřez zkumavky.

Tuto rovnici uvedeme na standardní tvar pohybové rovnice

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{\rho g S}{m} y = 0 \tag{2.2}$$

Úhlová frekvence kmitů zkumavky je tedy

$$\omega = \sqrt{\frac{\rho\, g\, S}{m}} \tag{2.3}$$

3. Kmity kapaliny v U-trubici

V trubici tvaru U o průřezu S je kapalina, jejíž sloupec má délku l. Síla způsobující pohyb sloupce kapaliny je

$$F = -2 y S \rho g \tag{3.1}$$

kde y představuje výchylku hladiny vůči rovnovážné poloze a ρ hustotu kapaliny.

Rovnici zapíšeme ve tvaru

$$l S \rho \frac{d^2 y}{dt^2} = -2 y S \rho g \tag{3.2}$$

Diferenciální rovnice pohybu kapaliny v trubici je

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + 2\frac{g}{l} y = 0 \tag{3.3}$$

Úhlová frekvence kmitů kapaliny v trubici je tedy

$$\omega = \sqrt{\frac{2g}{l}} \tag{3.4}$$

Perioda kmitů kapaliny v trubici je

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{2g}{l}}} \tag{3.5}$$

4. Kmity tělesa na struně

Na vlákně o délce l je uprostřed umístěno tělísko o hmotnosti m. Vlákno je jedním koncem připevněno k pevné stěně a druhý konec je napínán přes kladku konstantní silou P, kterou způsobuje hmotnost závaží (obr. 4.1). Následně určíme periodu vlastních kmitů T vlákna, jestliže vlákno vychýlíme o malou délku. Hmotnost vlákna lze zanedbat.

Obr. 4.1

Nejprve vypočítáme funkční závislost velikost síly F na malé výchylce y:

Obr. 4.2

Z podobnosti trojúhelníků na obr. 4.2 plyne vztah $\frac{-F}{2P} = \frac{2dx}{l}$. Odtud $F = -\frac{4P}{l}dx$.

Porovnáním ze vztahem $F = -ky$ dostáváme $\underline{k = \frac{4P}{l}}$.

Dosazením do vztahu pro úhlovou frekvenci harmonického oscilátoru $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ získáme periodu vlastních kmitů tělesa na struně: $\underline{T = \pi\sqrt{\frac{lm}{P}}}$

5. Demonstrace Dopplerova jevu

Pohár (dutá kovová koule se seříznutým vrchlíkem) vyvážený symetricky k ose protizávažím (viz obr. 5.1) upevníme v ose do držáku odstředivého stroje. Po roztočení odstředivého stroje vzniká tření vzduchu o hranu vrchlíku tón a frekvenci f.

Obr. 5.1

Pozorovatel pak slyší zázněje vznikající složením tónů, které vnímá při přibližování a vzdalování poháru. Vlastní provedení experimentu je zřejmé z obr. 5.2.

Obr. 5.2

Poznámka: Zajímavé je, že výška tónu se v tomto případě nemění spojitě s rostoucími otáčkami, ale skokem. Totiž při proudění vzduchu štěrbinou (jejíž jedna hrana je ostrá) vzniká při určité rychlosti kolem ostří hrany turbulentní proudění a po obou stranách otvoru, vně i uvnitř, se vytvářejí v pravidelných sledech víry (obr. 5.3). Podobné periodicky se opakující víry (Carriérovy víry) vznikají nejen při průchodu úzkou štěrbinou, ale i při nárazu proudícího vzduchu na ostrou hranu, při prudkém mávnutí holí nebo bičem, při pohybu vzdušných proudů kolem drátů a strun při větru (tzv. Eolova harfa) a také při proudění vzduchu kolem ostré hrany seříznutého vrchlíku poháru (dutá koule zde působí jako rezonátor). Takto vznikající tóny jsou slabé intenzity, pokud nejsou zesíleny rezonancí vzduchového sloupce, napojeného k tomuto oscilátoru. Jejich stálá frekvence se udržuje i při dosti značném kolísání tlaku vzduchu. Přesáhne-li však tlak určitou mezní hodnotu, rozpadne se vír ve dva, kmitočet takového „třecího" tónu se zdvojnásobí - nastane „přefouknutí" do 2. harmonického tónu. Při dalším stupňování tlaku se může vír rozpadnout na tři samostatné víry („přefouknutí" do 3. harmonického tónu). Tyto jevy byly poprvé zkoumány a popsány českým fyzikem Čeňkem Strouhalem r. 1878.

Obr. 5.3

Tvoří-li se výše popsané třecí tóny při průchodu úzkou štěrbinou o šířce u a vzduch proudí rychlostí v, je frekvence vírů f určena vztahem

$$f = k\frac{v}{u}\,.$$

6. Rezonance

Reproduktor připojíme k tónovému generátoru (viz obr. 6.1) Při určité frekvenci (či jejím násobku) rezonuje
vždy určitý ocelový pásek upevněný nad reproduktorem;
vzduchový sloupec ve svislé trubici („komínu"). Výšku vzduchového sloupce zde můžeme měnit ještě pomocí pístu.

Obr. 6.1

Záznamy fyzikálních experimentů

ALOIS KLEVETA,
VIDEOSTUDIO ALKA

Jde o záznamy fyzikálních experimentů převážně demonstračního charakteru. Záznamy předvedené na 7. Veletrhu nápadů 2002 jsou produktem určité fáze procesu, který probíhá již více než deset let a právě v posledních týdnech dosáhl nové úrovně.

Na počátku byla snaha zaznamenat výsledky dosažené při zabezpečování experimentální stránky vyučování fyzice během pětadvacetiletého působení autora tohoto příspěvku na gymnáziu ve Vyškově. Za tím účelem byla škola koncem osmdesátých let vybavena studiovou videokamerou pro pořizování záznamů ve formátu VHS. Po změně společenských poměrů vznikla počátkem devadesátých let soukromá firma ALKA se záměrem produkovat mimo jiné videozáznamy sloužící jako učební pomůcky při vyučování fyzice. Vybavení pro práci ve formátu S-VHS však neumožňovalo nabízet školám produkty technicky dostatečně kvalitní. Teprve od konce devadesátých let je firma ALKA vybavena digitální videotechnikou a produkuje technicky kvalitní záznamy jak na videokazetách VHS, tak na CD-ROM a na DVD.

Souběžně s úsilím o lepší technickou kvalitu docházelo i k vývoji v koncepci zamýšlené produkce. Kromě záznamů pokusů budou produkty obsahovat i ukázky technických aplikací, záběry z exkurzí, ap. Rozvoj výpočetní techniky umožňuje obohacení produktů o počítačové simulace fyzikálních procesů. Proto se počítá i s interaktivními programy umožňujícími měnit podmínky v simulovaném experimentu; autorem je RNDr. Jiří Hájek z Gymnázia Vyškov. Videozáznamy a interaktivní programy k určitému tématu doprovodí i stručný a přehledný výklad a pracovní list pro studujícího. Z hlediska obsahu půjde o středoškolskou fyziku v rozsahu učebního plánu gymnázia zaměřeného všeobecně, tedy ne na matematiku a fyziku.

V návaznosti na neotřelé postupy výkladu, jeho hypertextové zpracování a prezentaci audiovizuálních programů nazvali Jiří Hájek a Alois Kleveta svůj projekt FYZIKA JINAK. V květnu 2002 požádali Nadaci Gymnázia Vyškov o udělení grantu na jeho realizaci. Grant byl udělen v průběhu prázdnin 2002. Umožní uvést projekt do života a zájemci o použití programů díky tomu zaplatí jen cenu požadovaného nosiče (CD-R nebo DVD, popř. videokazeta VHS, ovšem bez možnosti použít hypertextové zpracování a interaktivní programy) a náklady spojené s kopírováním. FYZIKA JINAK se zaměřením na mechaniku bude k dispozici počátkem roku 2003. Objednávky lze zasílat autorovi tohoto příspěvku.

Demoverze připravená na CD-R pro 7. Veletrh nápadů 2002 obsahuje 40 minut záznamů demonstračních pokusů ke kinematice (vzduchová dráha) a k vlnění (vodní vlny a vlnostroj). Neotřelý postup výkladu se ukazuje pomocí tachometru při různých režimech jízdy automobilu. Zejména tato ukázka naplňuje ideu Veletrhu nápadů.

Projekt Heuréka – po deseti letech živější než dřív

IRENA KOUDELKOVÁ
Základní škola Červený vrch,

Heuréka – to je projekt heuristické výuky fyziky převážně na základní škole. Jak název napovídá, snažíme se o to, aby si žáci fyzikální poznatky a zákonitosti objevovali sami. Naším cílem je, aby byli v procesu učení aktivní, aby nebyli pasivními příjemci informací, které jim sděluje učitel.

1. Jak to začalo a o čem to je

Projekt začal zhruba před deseti lety z potřeby několika lidí učit lépe – tak, aby to děti bavilo, aby pro ně fyzika nebyla otravným a nudným předmětem, a hlavně aby rozuměly tomu, čemu se učí. Začali jsme tedy hledat cesty, jak tohoto cíle dosáhnout.

Museli jsme se sami učit objevovat fyziku – experimentovali jsme, vytvářeli hypotézy, obhajovali své názory, dělali chyby a nacházeli správná řešení. Postupovali jsme tedy stejně, jako jsme očekávali od dětí. Přemýšleli jsme i nad tím, jak uspořádat hodinu, jak prověřovat vědomosti žáků. Museli jsme změnit také svůj přístup k dětem. Učitel je totiž při tomto způsobu výuky spíše režisérem, který jemně řídí poznávání a diskusi žáků, než autoritativním vůdcem hodiny. Předkládá žákům problém (ve formě otázky, experimentu, apod.), nechá je diskutovat, navrhovat hypotézy k jeho řešení, ale také hledat cesty k ověření nebo vyvrácení hypotéz. Žáci se přitom učí formulovat svoje názory, nebát se je vyslovit.

Mění se i atmosféra ve třídě. Děti zjišťují, že chyba je nutnou a zákonitou součástí poznávacího procesu, že není třeba se za ni stydět. A také se učí neposmívat se spolužákovi, který chybu udělal. Důsledkem tohoto způsobu práce je to, že děti rozumějí tomu, co se učí, jsou schopné poznatky aplikovat v různých situacích. Fyzika pro ně není jen školní předmět, ale nacházejí fyzikální jevy a zákonitosti v okolním světě.

Jsme si vědomi toho, že podobné zásady se objevují i v mnoha dalších vzdělávacích projektech. Domnívám se však, že Heuréka je specifická jednak v tom, že vznikla „zespodu", z iniciativy učitelů z praxe, a jednak v tom, že heuristickou metodu výuky používá jako základní metodu práce s dětmi. Projekt bez průběžné oficiální podpory trvá již přes deset let, rozvíjí se a stále se do něj zapojují noví lidé. Během těchto deseti let prošlo výukou podle projektu Heuréka několik set, možná tisíc dětí – jak z běžných tříd, tak z tříd s rozšířenou výukou matematiky či nižších tříd gymnázií. Zkušenosti tedy máme, a jsme ochotni je nabídnout i dalším zájemcům.

2. Děti pracují i doma

Důležitou součástí výuky jsou domácí úkoly. Ty jsou zásadně dobrovolné. Jejich obsahem je např. řešení problému, navržení vhodného experimentu, vyrobení nějakého přístroje, atd. Při řešení domácích úkolů děti mohou konzultovat problém s rodiči či prarodiči, takže se někdy stává, že celá rodina diskutuje o fyzikálním problému.

3. Semináře pro učitele

O projektu a výsledcích práce dětí jsme v průběhu let referovali na několika konferencích u nás i v zahraničí a publikovali jsme v různých časopisech určených učitelům. Postupně se k nám přidávali další učitelé z celé republiky. S nimi se několikrát do roka scházíme na víkendových seminářích, na kterých řešíme fyzikální, didaktické i pedagogické a

psychologické problémy. Na seminářích si navzájem vyměňujeme zkušenosti z práce s dětmi, setkáním se stejně naladěnými kolegy také všichni „dobíjíme baterky".

Rozvíjí se i spolupráce s katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejíž pracovníci se jednak účastní seminářů a podílejí se na jejich vedení, jednak hledají cesty, jak prvky heuristické výuky zařadit i do přípravy budoucích učitelů fyziky. Díky tomu roste počet studentů, kteří mají o Heuréku zájem a na semináře chodí. Na příštím semináři tedy očekáváme účast kolem čtyřiceti lidí.

4. Co můžeme nabídnout

Kromě osobního kontaktu můžeme spolupracujícím učitelům nabídnout i písemné materiály. V současné době máme zpracovanou podrobnou metodiku výuky ve formě scénářů hodin pro 6. třídu. Pro vyšší třídy jsou zpracovány jednotlivé tématické celky. Je vytvořena i sbírka úloh, náměty na laboratorní práce, návrhy písemných prací, atd. Učitelé, kteří učí podle projektu Heuréka, tyto materiály dostávají a používají je při přípravě vlastních vyučovacích hodin.

5. Ukázky metodických materiálů

Zde uvádím pouze několik málo příkladů. Další najdete v rozšířené verzi tohoto příspěvku, který bude publikován na CD a na webu.

- **Zpracování části tematického celku 1. Newtonův zákon.** (Určeno učitelům, kteří tímto způsobem mohou vést hodinu. U některých otázek jsou uvedeny i předpokládané odpovědi dětí. Ty jsou označeny písmenem Ž.)

  Pokus I:
  Podepřete prkno na jedné straně a kutálejte po něm plechovku. Plechovka se rozjede a dále se kutálí po stole.

  1. U: Čím můžeme plechovku při pohybu na stole zastavit?
     Ž: Rukou, foukáním, proudem vody, magnetem, zvednutím dojezdu, tím, že na stůl rozložíme hadr, kožešinu...
     U: Čili vždycky působí nějaká síla (ruky, vzduchu, vody, magnetu, Země). Působí nějaká síla proti pohybu i v případě zastavení plechovky na kožešině?
     Ž:....
  2. U: Můžeme působící sílu ve všech předchozích případech měnit – zvětšovat, či zmenšovat? Jak?
     Ž:....
  3. U: Šlo by to udělat tak, že by tyto síly proti pohybu vůbec nepůsobily? Co by se pak stalo?
     Ž:....
  4. U: Udělejte tedy závěr.
     Ž: Když na těleso nepůsobí žádná síla, stojí nebo se pohybuje rovnoměrným pohybem.

  Pokus II:

  Z bublifuku vyfoukněte několik bublin. Děti sledují jejich pohyb. Rozeberte příklad padající mýdlové bubliny – tahá za ni Země, ale proti tomu fouká vzduch (blecha na bublině by cítila vítr). Tyto síly jsou skoro stejně velké, působí proti sobě, takže výsledný pohyb je prakticky rovnoměrný.

  5. U: Jak to, že na bublinu síly působily (Země, vzduch), a přesto se pohybovala rovnoměrně?
     Ž: Důležité je, že výslednice sil je nulová.
  6. U: Řekněte tedy přesnější formulaci toho, co jsme zjistili, a napište ji na tabuli.
     Ž: ....
  7. U: Tento zákon objevil Isaac Newton na konci 17. století. Porovnejte svoji formulaci s tím, jak je uvedena v učebnici. Říkají obě formulace totéž?

- **Ukázka úloh ze sbírky:**

1. Proč nosí Tuaregové v poušti dlouhé těžké vlněné pláště? Proč nechodí v tričku a kraťasech, když je tam takové horko?
2. Ve sportovním oddílu se snažili ušetřit, tak chtěli dát do sauny starší vyřazené lavičky z tělocvičny. Bylo by to možné, nebo by to nebyl dobrý nápad? Zdůvodni odpověď.
3. Jak může existovat v přírodě radon, který má poločas rozpadu 3,8 dne? Jak to, že už se dávno všechen nerozpadl?
4. Děti v létě o půlnoci pozorovaly oblohu bez dalekohledu. Našly souhvězdí Malého vozu, Velkého vozu, Orion a planety Venuši, Jupiter a Neptun. Bylo jejich pozorování správné? Rozhodni a zdůvodni, které z těchto objektů mohly pozorovat a které ne.
5. Proč ti maminka v zimě říká, aby sis vzal raději dva tenké svetry, než jeden tlustý? Zdůvodni odpověď z hlediska fyziky.

- **Ukázka dobrovolných domácích úkolů**

1. <u>Vyrobení nějakého přístroje</u>

Děti mohou vyrábět např. hodiny (přesýpací, vodní, ohňové, svíčkové, atd.), váhy, siloměr, hustoměr, teploměr (či spíše indikátor změny teploty – kapalinový, vzduchový, ale mám i bimetalový), hudební nástroje, atd.

V kabinetě mám už docela slušnou sbírku dětských výrobků, některé velmi originální.

2. <u>Provedení domácího experimentu, jeho popis, případně vysvětlení</u>

Příklad: Při probírání vlastností kapalin v 7. třídě bývá velmi úspěšný a oblíbený tento domácí úkol: „Do vyšší užší nádoby nalij opatrně různé kapaliny, nejlépe různobarevné (sirup, šampon, olej, Jar, obarvenou vodu, apod.) Pozoruj vznik několika oddělených vrstev. Do nádoby pak vhoď různé malé předměty (kuličku vína, rozinku, kostičku z Lega, pecku ze švestky, apod.) a pozoruj, na které hladině jednotlivé věci plavou. Výsledek pokusu nakresli a popiš."

Velmi oblíbenou úlohou bývá zkoumání nějakého pohybu – ať již domácího zvířátka, autíčka, vláčku, atd. Děti pak při prezentaci svých úkolů vyprávějí i zážitky, které při zkoumání měly. (Např. „Já to přinesu příště. Chtěla jsem zkoumat pohyb kocoura, ale on mi utekl." „Ta želva byla hrozně líná a vůbec nechtěla lézt, i když jsem jí nabízel salát.")

Obrázek ukazuje záznam pohybu morčete.

3. Vymyšlení nějaké úlohy

V 7. třídě děti např. vymýšlejí příběh k zadanému grafu závislosti dráhy na čase. Vytvářejí také vlastní úlohy o pohybu (takže se objevují úlohy o šnecích, baronu Prášilovi, ale i o zombiích), atd.

4. Aplikace fyzikálních poznatků do praxe

Děti třeba doma hledají různé typy spínačů, popisují je a pokouší se vysvětlit jejich funkci.

Kontakty a další informace

Pokud byste měli zájem se o projektu Heuréka dozvědět další informace, podívejte se na webovou adresu http://kdf.mff.cuni.cz/Heureka .

Pěkný článek o Heuréce vyšel také v časopise Moderní vyučování č.5/2002, v některém z nejbližších čísel časopisu Matematika, fyzika, informatika bude otištěna podrobnější informace o dobrovolných domácích úkolech a také námět na „Fyzikální procházku po Praze".

Chvění tyčí

BŘETISLAV PATČ
Základní škola Brandýs n/L.

Potřeby:
Souprava tyčí různých délek, průměrů, materiálů (ocel, mosaz, hliník, dural, cínová pájka, sklo), ocelový prstenec, mosazné kabelové koncovky (150 A), kladívko, kovové tyčinky s různými povrchy (bužírka, guma, pěnová umělá hmota), větší ložisková kulička, klobouková plsť, líh.

Provedení:
Zavěšené i rukou držené tyče rozkmitáme úderem nebo třením. Tyče vyzařují jim příslušná spektra akustických frekvencí. Jejich skladba určuje barvu zvuku. Vhodným silovým působením vyvoláváme u tyčí vlnění příčné, podélné a torzní. Demonstrujeme závislosti vyzařovaných spekter na rozměrech tyčí, jejich tvaru, mechanických vlastnostech materiálů (moduly pružnosti) i vlastnostech materiálů, kterými tyče rozkmitáváme. Vnímání těchto pokusů je subjektivní a individuální, sluchová soustava není stejně citlivá k různým frekvencím.

K demonstraci používáme tyče na obou koncích volné. Od konce tyče odražené postupné vlny se skládají s následujícími a vzniká vlnění stojaté. Rychlost podélné postupné vlny v tyči je závislá na modulu pružnosti v tahu E a hustotě ρ materiálu a je dána vztahem

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}.$$

Pro základní frekvenci stojatého vlnění pak platí

$$f = \frac{c}{\lambda},$$

kde λ je délka vlny a $\lambda = 2\,l$; l je délka tyče.

Protože tyč může současně chvět i vyššími harmonickými frekvencemi platí obecně

$$f_k = \frac{k.c}{2l},$$

kde k je počet celistvých půlvln a $k = 1,2,3,\ldots$.

Tyč pak vyzařuje na koncích všechny harmonické tóny. Pro stojaté vlnění příčné a torzní platí obdobné vztahy.

Demonstrujeme:

1) <u>Závislost vyzařovaného spektra příčného vlnění zavěšených tyčí</u>, lišících se pouze:

   a) délkou;

   Tyče kratší vyzařují spektra vyšších frekvencí.

b) průměrem a délkovou hustotou;

Větší délková hustota frekvence snižuje, avšak větší příčný rozměr velmi silně zvětšuje tuhost tyče v ohybu a frekvence silnější tyče jsou vyšší.

c) mechanickými vlastnostmi a délkovou hustotou;

Výsledné frekvence závisejí u konkrétní tyče na kombinaci obou vlivů.

d) tvarem.

U tyče tvaru písmene U (ladička) s nepříliš dlouhými rameny je vyzařována prakticky jen základní frekvence. U tyče uzavřeného prstence se vlnění neodráží, ale postupuje protichůdně od místa úderu a vytváří vlnění stojaté. Tyč obdélníkového průřezu vyzařuje při úderech do sousedních stěn jiné frekvence. Při úderu ve směru úhlopříčky obdélníku se obojí frekvence vytvoří současně.

2) Příčné a podélné vlnění hliníkové tyče (l = 1200 mm, ř 14 mm)

a) Tyč volná, zavěšené na vlákně uprostřed. Dvěma údery vyvoláme v tyči vlnění příčné i podélné.

b) Tyč držíme uprostřed a silně udeříme ve směru osy, základní frekvence zní slyšitelně dvě a půl minuty. Tyč při tom zavěsíme a roztočíme. Vlivem Doplerova jevu slyšíme rázy.

c) Pokud držíme tyč v místě některého z možných uzlů, potlačíme ty frekvence, které uzly v tomto místě nemají.

d) Pokud udeříme do tyče tělesem s měkkým pružným povrchem, jsou omezeně vyvolány vyšší frekvence spektra.

3) Podélné a torzní vlnění hliníkových a skleněných tyčí (ř 6 mm) vyvolané třením

Tyče třeme plstí navlhčenou lihem. Demonstrujeme obdobné pokusy jako v bodech 1) a 2).

4) Závislost vyzařované frekvence podélného a torzního vlnění u tyčí lišících se pouze:

a) délkou;

Tyče kratší vyzařují vyšší frekvence

b) průměrem a délkovou hustotou;

Tyče vyzařují stejnou frekvenci

c) mechanickými vlastnostmi;

Frekvence jdou závislé na modulech pružnosti v tahu, resp. ve smyku. Tyče s vyššími moduly vyzařují vyšší frekvence.

Piezoelektrický jev obráceně

BŘETISLAV PATČ
Základní škola Brandýs n/L.

Potřeby:
zařízení pro demonstraci piezoelektrického jevu, piezoelektrický zapalovač, vodiče

Provedení:
Vyvoláme-li v piezoelektrickém krystalu deformaci tlakem nebo napětím, dojde k polarizaci a na jeho protilehlých kovových polepech se indukuje dvojice stejně velikých opačných nábojů (piezoelektrický jev). Polarita nábojů závisí na tom, zda působíme na krystal tlakem nebo napětím a jejich velikost na velikosti tlaku nebo napětí.

Při nabití polepů krystalu dvojicí stejně velikých opačných nábojů dojde opět k polarizaci a krystal se délkově deformuje (obrácený piezoelektrický jev). Smysl deformace závisí na polaritě nábojů a velikost deformace na velikosti nábojů.

Zařízení slouží ke zviditelnění této malé deformace. Jeho konstrukce, zapojení a funkce je patrná z obrázku.

Nabitím polepů stiskem zapalovače demonstrujeme prodloužení i zkrácení krystalů a různou velikost jejich deformace.

Na stěně vyznačíme velikost posunu světelné stopy při maximálním stisku zapalovače. Pak stopu stejně posuneme pootočením šroubu M3 a z úhlu pootočení a stoupání závitu (0,5 mm) vypočítáme deformaci obou krystalů. Takto stanovená deformace je v tomto případě přibližně 0,0085 mm a přísluší ke krystalu o délce 1 cm.

Archimédův zákon neplatí

VÁCLAV VOTRUBA, ONDŘEJ SEKAL, JAN NOVÁK
ZŠ Praha 8 Palmovka 8

„Archimédův zákon neplatí" - slyším často od žáků po probrání tématického celku Archimédův zákon. Žáci ne dost jasně chápou, na čem vlastně závisí vztlaková síla a jak je to s plováním těles. A tak společně hledáme pokusy, které jsou hezké na pohled a ne vždy odpovídají tomu, co od nich očekáváme.

Vznášející se hopík

Asistent do odměrného válce nalije vodu a vhodí hopík. Ten se bude vznášet na hladině. Vysvětlíme, že hustota látky, ze které je hopík, je menší než hustota vody. Proto je vztlaková síla větší než síla gravitační a hopík se vznáší na hladině. Asistent přidrží hopík u dna kouzelnou hůlkou a dolije líh. Vyřkne kouzelnou formuli a hůlku vytáhne. Hopík začne stoupat, ale zastaví se na rozhraní voda – líh. Vysvětlíme, že hustota lihu je menší než hustota látky, ze které je hopík, takže hopík se zastaví na hladině vody.

Neposlušné vejce

Asistent nalije do sklenice vodu. Pak ponoří do vody vejce, které se potopí ke dnu a hladina vody bude nad vejcem, protože průměrná hustota všech látek, ze které se vejce skládá, je větší než hustota kapaliny. Pak do sklenice asistent nalije další kapalinu - slanou vodu. Vejce se začne vznášet a plavat na hladině vody, protože kapalina bude mít větší hustotu než je uvažovaná průměrná hustota

Tančící hrozinky

Do sklenice dáme hrozinky a zalijeme perlivou vodou. Je lépe, když je perlivá voda vychlazená. Na hrozinky se „přilepí" bublinky oxidu uhličitého. Průměrná hustota látek tvořících takto vzniklé těleso má menší hustotu než je hustota vody a celá soustava stoupá vzhůru. Na hladině bublinka praskne a hrozinka klesá ke dnu.

Mix

Do nádoby nalijeme med, vodu, olej a vložíme korálek, kostku ze stavebnice, bobulku hroznového vína a kousek korku.

Podle hustoty látek, ze kterých jsou vhozená tělesa, se tělesa v kapalině rozmístí. Je možné i celou soustavu protřepat a vše se vrátí do původního stavu.

Literatura

[1] Chytilová, M.: Žákovské předsudky ve fyzice. MFI, roč.4 (1994 - 95) č. 10, str. 487.

Archimediáda, Kámen mudrců a debrujáři

LIBOR LEPÍK
Služba škole, Frýdek – Místek

1. Archimédiáda

Okresní kolo Archimédiády v okrese Frýdek-Místek probíhá každoročně v květnu na několika místech - ve Frýdku, v Místku, v Dobré, v Jablunkově nebo v Písku, ve Frýdlantě nad Ostravicí a ve Fryčovicích. V tento den obdrží účastníci (žáci sedmých tříd a odpovídajících ročníků víceletých gymnázií) úlohy. Svá řešení po 150 minutách odevzdají a členové okresního výboru FO v den konání soutěže vše opraví a stanoví pořadí úspěšných řešitelů. Uvedu úlohy, které účastníci Archimediády řešili v posledních ročnících

a) Archimédiáda 2000 – kategorie G fyzikální olympiády

1.úloha

Cesta k babičce

Markéta to má k babičce 1,8 km a zpravidla urazí tuto trasu za dobu 20 minut. Jde přitom stálou rychlostí v_0. Jednou šla k babičce, a když urazila rychlostí v_0 určitou část trasy $t_1 = 8$ min, vzpomněla si, že nemá klíče od babiččina domku (babička v době příchodu vnučky bývává ještě v práci). Proto spěchala zpátky domů, kam doběhla za $t_2 = 4$ min, po dobu $t_3 = 1$ min čekala, než jí tatínek klíče podal a pak utíkala po stejné trase k babičce. K ní dorazila za stejnou dobu jako každý pátek. Podruhé se jí stalo totéž, opět zapomněla klíče a vzpomněla si až poté, co šla k babičce po dobu $t_1 = 10$ min. Domů se dostala až za dobu $t_2 = 6$ min, na klíče čekala $t_3 = 1{,}5$ min, a proto si na cestu k babičce vzala kolo, které měla opřené o zeď, aby stihla cestu zpět opět za stejnou dobu.

a) Určete rychlosti a vzdálenosti pro jednotlivé úseky trasy ve všech třech případech.
b) Do jednoho grafu $s(t)$ zakreslete průběh pohybů. Zvolte 1 min $\hat{=}$ 1 cm, 1 km $\hat{=}$ 10 cm.

2. úloha

U babičky prší

Markéta šťastně dorazila k babičce, pomohla jí na zahrádce, ale zapomněla uklidit kbelík. Ráno babička zjistila, že přes noc do kbelíku napršelo 4,5 l vody, přičemž obsah horní části kbelíku byl 0,050 m^2.

a) Protože v meteorologii měří srážky v litrech / m^2 nebo určují výšku vodního sloupce v mm, stanovte oba údaje.
b) Kolik vody muselo za noc odtéci z betonového parkoviště o rozměrech 100 m x 50 m?
c) Kolik vody odteklo do kanalizace ze střechy, která má dvě plochy, každá o rozměrech 15 m x 10 m a střecha tvoří u hřebene pravý úhel? Vodní kapky dopadaly na střechu svisle.
d) Vypočítej hmotnost vody v kbelíku a gravitační sílu, kterou působí Země na vodu v kbelíku.

3. úloha

Na houpačce u babičky

Na houpačce 4 m dlouhé, podepřené uprostřed, sedí na jednom konci Markéta, jejíž hmotnost je 48 kg.

a) Jak daleko od osy otáčení si musí sednout Vojta o hmotnosti 60 kg, aby nastala na houpačce rovnováha? Nakresli obrázek, v němž houpačku znázorníš jako vodorovnou úsečku, znázorni síly působící na houpačku. Zvol 1 cm $\hat{=}$ 1 m.

b) Na jeden konec houpačky se posadil dědeček o hmotnosti 80 kg. Vypočítej, kde je nutno houpačku podepřít, aby v případě, že si Markéta sedne na druhý konec houpačky, byla houpačka v rovnovážné poloze? Hmotnost houpačky zanedbáváme. Nakresli obrázek, v němž houpačku znázorníš jako vodorovnou úsečku, znázorni síly působící na houpačku. Vyznač do obrázku místo podepření. Zvol 1 cm ≙ 1 m.

c) Ve kterém místě je nutné podepřít houpačku, aby byla v rovnovážné poloze, jestliže hmotnost houpačky nezanedbáváme. Svou odpověď zdůvodni. Vzhledem k tomu, že neznáš hmotnost houpačky, nemůžeš úlohu řešit početně.

4. úloha

Zub bolí, bolí ...

Markétu večer začal bolet zub. A bolest byla veliká. Dědeček musel odvézt Markétu na zubní pohotovost. Lékař zvedá křeslo s Markétou (její hmotnost je 48 kg) pomocí hydraulického zařízení. Obsah menšího pístu je 6 cm^2. Obsah většího pístu je 240 cm^2. Hmotnost křesla je 40 kg.

a) Jak velkou silou zvedne lékař křeslo s Markétou do vhodné výšky pro svoji práci?

b) Urči tlak v kapalině uvnitř hydraulického zařízení.

c) Stačí síla 20 N na zvednutí křesla i s pacientkou? Jestliže nestačí, pak je nutné provést vhodnou úpravu zařízení. Obsah menšího pístu zůstane stejný. Je třeba obsah většího pístu zvětšit, nebo zmenšit, aby se lékaři podařilo zvednout křeslo s Markétou silou 20 N? Urči početně obsah většího pístu.

b) Archimédiáda 2001 – Úlohy okresního kola kategorie G ve Frýdku-Místku

Úloha 1

Měď a cín jsou kovy. Můžeme je roztavit a vyrobit z nich slitinu. Slitina mědi a cínu se nazývá bronz. Bronzová kulička byla vyrobena z mědi o hmotnosti m_1=45 g a cínu o hmotnosti m_2 =189,5 g. Objem kuličky je roven součtu objemů obou položek (tedy z 45 g mědi a 189,5 g cínu).

a) Určete hustotu slitiny v kg/m^3 . Hustota mědi je 8930 kg/m^3. Hustota cínu je 7280 kg/m^3.

b) Z této slitiny byla vyrobena kulička, která má objem V = 40 cm^3 a hmotnost m = 280 g. Určete objem kuličky zhotovené z této slitiny v krychlových centimetrech. Je kulička plná nebo dutá? Odpověď zdůvodni.

Úloha 2:

Řidič jel autem z Frýdku-Místku do Dobré a vzdálenost 10 km ujel za 12 minut. V Dobré strávil 10 minut přípravou kola a pak vyrazil na kole směrem k vrcholu Prašivé. Vzdálenost 8 km z Dobré až k rozcestníku pod Prašivou ujel za 20 minut. Vzdálenost 3 km od rozcestníku pod Prašivou až na vrchol Prašivé ujel za 30 minut. Na vrcholu 30 minut odpočíval a pak vzdálenost 3 km z vrcholu Prašivé k rozcestníku pod Prašivou ujel za 4 minuty. Vzdálenost 8 km od rozcestníku až do Dobré ujel cyklista za 15 minut.

a) Určete průměrné rychlosti v km/h v jednotlivých úsecích.

b) Jak dlouho trval výlet cyklisty (bez jízdy autem a odpočinku v Dobré)?

c) Jaká byla průměrná rychlost cyklisty (včetně odpočinku na vrcholu)?

d) Nakreslete graf $s(t)$ (závislost dráhy na čase) od okamžiku výjezdu z Frýdku-Místku až po zastavení v Dobré po návratu z Prašivé. Volte 1cm ≙ 10 min; 1 cm ≙ 2 km.

e) Za jak dlouho projede cyklista přes most o délce 12 m při cestě nahoru na horu Prašivou, jestliže jede stálou rychlostí?

f) Za jak dlouho projede celé kolo přes most o délce 12 m při cestě nahoru na horu Prašivou, jestliže délka kola je 2 m a cyklista jede stálou rychlostí?

Úloha 3: *(Pozn.: Následující text je schválně tak, jak je.)*

Žulová deska tvaru kvádru má rozměry **a=2,2m; b=1,1m; c=0,2m** a leží na větším plastu hydraulického zvedáku.

a) Vypočítejte tlak na podložku ve všech možných stabilních polohách kvádru.

b) V jaké výšce nad větším pístem se nachází těžiště kvádru ve všech možných stabilních polohách kvádru?

c) Jak velkou silou působí kvádr na větší píst ve všech možných stabilních polohách kvádru?

d) Jak velkou silou působíme na menší píst o obsahu **5 dm²**, jestliže na větší píst o obsahu **5 m²** působí silou žulový kvádr?

Úloha 4:

Markéta a Tereza použily dřevěný trám délky d = 4,00 m, který byl podepřen v těžišti, jako houpačku. Markéta má hmotnost m_1 = 50 kg, Tereza m_2 = 30 kg.

a) V jaké vzdálenosti x od osy se na jedné straně poloviny trámu posadí Markéta, jestliže se Tereza posadila úplně na konec druhé poloviny trámu? Polohu podpěry trámu nezměnily.

b) Proč by se děvčata nemohla houpat, kdyby se Markéta také posadila úplně na konec trámu?

c) Za děvčaty přišel Vojta, který má hmotnost 25 kg a chtěl se s nimi houpat. Děvčata vyřešila situaci tak, že se posadila na konec trámu. Do jaké vzdálenosti **y** od osy posadili na jednom ramenu trámu Vojtu, aby byla rovnováha? Na které rameno, kde byla Markéta nebo kde byla Tereza?

d) Když Vojta odešel, upravila děvčata trám na nerovnoramennou páku. Na kterou stranu a o jakou délku z posunula bod podpěry, aby na páce byla rovnováha, jestliže se děvčata posadila na konec trámu? Trám má hmotnost 80 kg (příčné rozměry trámu zanedbáváme).

Úloha 5 - test: Vyberte správnou odpověď a zapište.

I. Jedna cihla má hmotnost jeden kilogram a půl cihly. Kolik kilogramů váží dvě cihly?

A) 2 kg B) 3 kg C) 4 kg D) 5 kg E) 6 kg

II. Následující nápověda pro průměrnou rychlost nerovnoměrného pohybu je v jazyce:

A) ruském B) japonském C) slovenském D) francouzském

III. Ve kterém místě musí Tereza podložit nohy stolu, aby se stůl nekymácel? Kulička se skutálela z místa označeného křížkem. Tereza podloží rohy:

A) **D,C** B) **A,D** C) **B,C** D) **A,B**

IV. Ponoříme-li závaží přivázané na provázku (olovnici) do hrnce, který je do poloviny naplněn vodou, tak provázek s hladinou svírá pravý úhel. Když pak Tereza hrnec nakloní, pak provázek s hladinou svírá :

A) úhel menší než 90° B) velikost úhlu záleží na náklonu hrnce

C) pravý úhel D) úhel větší než 90°

Úloha na víkend (mimosoutěžní): **Vypínače a žárovky**

Stojíte v místnosti, ve které jsou tři vypínače a dveře. Za dveřmi je chodba do druhé místnosti, ve které jsou tři žárovky. Každá žárovka je propojena s jedním z vypínačů ve druhé místnosti. Z místnosti s vypínači není vidět do druhé místnosti. Vypínače jsou označeny zapnuto/vypnuto. Máte zjistit, která žárovka patří ke kterému vypínači za následujících podmínek:

1. V místnosti s vypínači můžete být, jak dlouho chcete.
2. Zapínat a vypínat můžete kterýkoli vypínač, kolikrát chcete.
3. Až skončíte v místnosti s vypínači, projdete dveřmi do místnosti se žárovkami.
4. Jakmile projdete dveřmi do místnosti se žárovkami, nesmíte se vrátit zpět do místnosti s vypínači a musíte určit, která žárovka kterému vypínači patří.

Pozn.: Elektřina funguje bez poruch. Dráty nevytahujte, to není řešení. Žárovky neprasknou.

c) Archimediáda 2002

Oslava dědečkových narozenin

V sobotu 20. dubna 2002 jsme vyjeli autem z místa F do místa R. Vzdálenost F a R je 100 kilometrů. Odjezd z místa F byl plánován na 9 hodin 30 minut, ale z technických důvodů bylo možné odjet až v 9 hodin 45 minut. V 11 hodin jsme dojeli do cíle do místa R. Jednu pětinu trasy jel táta rychlostí 50 km/h, 33 kilometrů jel po silnici pro motorová vozidla rychlostí 110 km/h a 14 kilometrů jel maximální povolenou rychlostí 70 km/h .

a) urči celkovou dobu jízdy,
b) urči průměrnou rychlost auta při jízdě z F do R,
c) urči dráhu, kterou urazil rychlostí 50 km/h,
d) urči dobu, kterou jel rychlostí 50 km/h,
e) urči dobu, kterou jel rychlostí 110 km/h,
f) urči dobu, kterou jel rychlostí 70 km/h,
g) vypočítej průměrnou rychlost, kterou jel zbývající část cesty. Dopustil se řidič dopravního přestupku, jestliže maximální povolená rychlost v místech, kterými projížděl je 90 km/h?
h) jakou průměrnou rychlostí by mohl jet zbývající část cesty, kdyby vyjel o 15 minut dříve?

Práce u dědečka na zahradě

Po příjezdu k dědečkovi se oslava narozenin změnila v pracovní odpoledne. Na zahradu přijelo šestikolové nákladní auto o hmotnosti 12 tun. Auto mělo korbu (místo pro ukládání materiálu) tvaru kvádru o rozměrech 2,40 m; 5,40 m; 1,2 m. Naším úkolem bylo navršit co největší množství cihel do výšky 1,2 m. Cihla má rozměry 30 cm; 15 cm; 7,5 cm.

a) urči hmotnost jedné cihly
b) urči počet cihel, které lze na auto naložit,
c) urči hmotnost nákladu, je-li hustota cihly 1,80 g/cm^3,
d) urči tlak, který plně naložené auto vyvolá na zem, jestliže styková plocha jednoho kola se zemí má obsah 240 cm^2.

Objevování na zahradě

Dědeček našel pod cihlami páku (pevná tenká tyč o délce 90 centimetrů ze stejnorodého materiálu, všude stejného průřezu). Na páku zavěsil dvě ocelová tělesa, jedno o hmotnosti 2 kilogramy, druhé o hmotnosti 4 kilogramy. Páka byla v rovnovážné poloze.

a) nakresli páku s tělesy v rovnovážné poloze,
b) znázorni síly, kterými tělesa na páku působí,
c) znázorni ramena těchto sil vzhledem k ose otáčení,
d) změní se rovnovážná poloha páky s tělesy, jestliže obě tělesa zcela ponoříme do vody? Odpověď zdůvodni a nakresli obrázek.

Archimediáda 2001-2002, Okresní kolo

Čas na oba experimenty: 30 minut

Experiment 1 *Stavitelé*

Úkol 1: Postavte z bonbónů marchmallows a špaget co nejvyšší stavbu. (Každých 10 cm je za jeden bod.)

Závěr: Výška stavby je ..... centimetrů. (Zapíše po proměření organizátor Archimédiády.)

Poznámka: Jakmile organizátor Archimédiády změří a zapíše výšku stavby, můžete stavbu rozebrat a sníst.

Experiment 2 *Badatelé*

Úkol 2: Postavte z 10 krabiček od zápalek stavbu.

Pomůcky: 10 krabiček se zápalkami, 200 zápalek, 1 Kč

Ke stavbě můžete použít jen těchto deset krabiček. Krabičky musí být uzavřené. Zápalky můžete přesunovat z jedné krabičky do druhé, ale všechny zápalky musí být opět v krabičkách. 1 Kč může být kdekoliv. Důležitá je vzdálenost převisu od krabičky na základně. Viz obrázek. (každý 1 cm je za jeden bod)

Závěr: Vzdálenost je ...centimetrů. (Zapíše po proměření organizátor Archimédiády.)

Upozornění: Údaje o výšce Vaší stavby a vzdálenosti v centimetrech zaznamená organizátor Archimédiády do svých poznámek.

2. Kámen mudrců

Philosopher's Stone Pierre philosophale Piedra filosofa Kameň mudrců

Celorepublikové finále soutěže malých debrujárů ČR

Frýdek – Místek je město ležící v podhůří Beskyd na středním toku řeky Ostravice v místě, kde se do ní z pravé strany vlévá její nejmocnější přítok Morávka. Ostravice, která odděluje obě dříve samostatná města, byla až do sloučení Moravy se Slezskem 1. prosince 1928 zemskou hranicí. Slezský Frýdek a moravský Místek se po dlouhou dobu vyvíjely samostatně. K jejich administrativnímu sloučení došlo teprve v roce 1943.

Soutěž Kámen mudrců byla slavnostně zahájena 10.12.2000. 1. kolo soutěže začalo v lednu 2001 a bylo ukončeno 30. září 2001. Do 1. kola bylo zapojeno 97 klubů celé České republiky. Kluby obdržely pracovní materiál (64 úloh teoretických i praktických. Řešení těchto úloh ve tvaru např. 1A, 2B atd. přivezli na finále do Frýdku-Místku). Za správné odpovědi získali body, které se započítávaly do finále soutěže. Finále soutěže se uskutečnilo - 26. říjen, 27. říjen, 28. říjen 2001 (pátek, sobota, neděle) ve Frýdku-Místku. Pořadatelem soutěže byl KMD Frýdek-Místek, T.G.M. 451, 454.

Finálové soutěže probíhaly ve dvou kategoriích [pro děti 1.-5. tříd (6-11let), pro děti 6.-9. tříd (12-15 let), ve druhé části soutěžila tříčlenná družstva]. Vedoucím organizační skupiny byl Mgr. Libor Lepík. Druhým mužem organizační skupiny byl Mgr. Libor Kvapil. Soutěže se mohli zúčastnit malí debrujáři – členové KMD ČR. Finalisté byli ubytováni na 1. ZŠ ve Frýdku-Místku.

Program:

26.10.2001, pátek	*prezentace do 18.00, večeře, přednáška o bolidu Morávka, kulturní program, Lego v akci, porada animátorů, prezentace klubového Kamene mudrců, seznamovací hry*
27.10.2001, sobota	*snídaně na kameni, 1. kolo – teoretická část - učebny gymnázia T.G.M., 1. kolo - praktická část - učebny gymnázia T.G.M., 2. kolo – teoretická část učebny gymnázia T.G.M, 2. kolo - praktická část učebny gymnázia T.G.M., přednáška doc. Rojka Za hranicemi fyziky, oběd, odpolední program: Cross country po Frýdku-Místku, pletení copánků, prezentace Lego učebny, večeře, představení kouzelníka, kulturní vystoupení dětí, slavnostní vyhodnocení soutěže, diskotéka pro děti.*
28.10.2001, neděle	*exkurze – Technické muzeum Kopřivnice, prohlídka města Frýdek-Místek*
Doprovodné soutěže:	*Baron Prášil – literární soutěž,* *Výstava kamenů v Galerii Pod sovou – kamenosbírka*

Účastníci si vyrobili vlastní vizitku, na které byl i jeden kameňák.

Stal se Kámen mudrců pro kluby kamenem úrazu? Já si myslím, že pro kluby se stal prubířským kamenem. Poznávání bylo úhelným kamenem této soutěže. A do Frýdku-Místku to je, co by kamenem dohodil. Ale při plnění úkolů neházeli po lidech kamenem. Debrujáři z celé České republiky položili základní kámen svého úspěchu při práci v klubech a při řešení odvalili kameny z cesty. Nenechali třeba kámen na kameni. Znát doma každý kámen je totiž lepší než se válet za kamny. Akce je zdokumentována na cd – data, foto, video. Kontakt v případě zájmu lepiklibor@post.cz

Ukázka úloh základního kola:

Úloha 61

Pomůže Ti voda při zvedání ? Pomůcky : Malé kameny, igelitová taška, hlubší dřez z plastu (kbelík), voda

1) Naplň tašku kameny asi do jedné třetiny.
2) Tašku s kameny zvedni.
3) Naplň kbelík vodou do jedné poloviny.
4) Tašku s kameny ponoř do kbelíku tak, aby se do ní nenabrala žádná voda.
5) Zkus tašku s kamením znovu zvednout.

Závěr : K zvednutí tašky s kamením potřebuji ve vodě:

a) méně síly než ve vzduchu b) více síly než ve vzduchu c) stejně síly než ve vzduchu

Úloha 62

Udrží se kámen na hladině ? Pomůcky : plastelína, kamínek, kádinka, utěrka, voda

1) Nalij do kádinky vodu.
2) Hoď plastelínu do vody. Ponoří se ?
3) Hoď kamínek do vody. Ponoří se ?

Dá se z plastelíny udělat loďka tak, aby se s kamínkem udržela na hladině? a) ano, b) ne

Úloha 63

Vodu, kterou používáme na splachování WC, je pitná. Pitná voda se naplňuje do nádrže. Stáhneš-li splachovadlo, vyprázdní se nádržka, voda propláchne záchodovou mísu a odtéká do odpadu. Nádrž se opět naplní vodou. Pokaždé, když spláchneš WC, odtéká mnoho pitné vody. Když umístíš do nádržky kameny:

a) spotřeba vody se sníží b) spotřeba vody se zvýší c) spotřeba vody zůstane stejná

Úloha 64

Pietra znamená kámen:

a) v angličtině b) v ruštině c) v italštině d) ve španělštině e) ve francouzštině

Jednoduché pokusy

ZDENĚK POLÁK
Jiráskovo gymnázium v Náchodě

Vážení prstýnku listem papíru

Pomůcky : List papíru do kopírky (80 g/m^2), špendlík, prstýnek, pravítko

Sestava :

Popis :

Nejprve žákům vysvětlím, co vlastně znamená formát papíru A. Je to obdélník, který má strany a, b v takovém poměru, aby po přeložení jeho delší strany na polovinu jsme dostali obdélník s polovičním obsahem podobný původnímu. Tedy $a : b = b : a/2$. Úpravou získáme $a = \sqrt{2} \cdot b$. Největší obdélník formátu A0 má obsah 1 m^2, formát A1 má poloviční obsah, tedy 0,5 m^2. Dalším dělením dospějeme k tomu, že formát A4 má obsah 1/16 m^2. Papír používaný do kopírky má plošnou hmotnost (tzv. gramáž) 80 g/m^2. Papír formátu A4 má hmotnost právě 5 g. Je dobré toto ověřit na přesných vahách a předvést žákům.

Papír v polovině přeložíme, abychom označili střed. Pak několikrát přeložíme po délce až dostaneme tak úzký složený pásek papíru, na který lze navléknout prstýnek. Délka pásku odpovídá výšce A4, tj. asi 30 cm. Střed pásku S označený přeložením propíchneme špendlíkem. Otvor mírně rozšíříme, aby se pásek na něm volně otáčel. Každý se tak může přesvědčit, že střed je zárovneň těžištěm. Podle očekávané hmotnosti váženého předmětu zvolíme vhodnou vzdálenost, ve které pásek znovu propíchneme. Pro začátek doporučuji $a = 4$ cm. Bod je označen T. Navlékneme prstýnek a na špendlíku v bodě T vyvážíme. Označíme polohu prstýnku. Určíme vzdálenost b prstýnku od osy otáčení v bodě T. Je li hmotnost pásku m_p, pak hmotnost prstýnku m určíme za vztahu $m = \frac{a}{b} . m_p$. Pokud je prstýnek velmi lehký, je vhodnější list papíru podélně rozdělit na dvě nebo i čtyři části. Hmotnost m_p pak bude 2,5 g respektive 1,25 g.

Poznámky :

1. Při hledání rovnovážné polohy si práci ulehčíme, když propíchnuté otvory budou trochu výše, než je střed pásku. Špendlík můžeme držet v ruce, ale lepší je zapíchnout ho do něčeho, co je po ruce. Tužka, guma položená na kraji lavice, nástěnka ve třídě apod. Pokus lze zařadit jako frontální práci a určovat hmotnost malé mince. Pak následně, podle úrovně žáků, výsledky statisticky zpracovat.

2. Fyziku kolem papíru můžeme rozšířit o další úkoly. Můžeme přinést do třídy celý nenačatý balík papírů do kopírky. Můžeme se ptát, jaká je tloušťka jednoho papíru, známe-li rozměry celého balíku, jaká je hustota papíru, jakou plochu je možné papírem pokrýt, kolikrát by šlo papír přeložit atp.

Pružný středový ráz

Pomůcky : Dva vozíky ze stavebnice Lego, 4 kruhové magnety (z reproduktorů), gumičky

Na vozíky položíme po jednom kruhovém magnetu, tak aby se odpuzovaly a zajistíme gumičkou. Posíláme je rukou proti sobě. Odpudivá síla mezi magnety zajistí jejich pružný ráz, aniž by došlo k dotyku vozíků. Hmotnost vozíků můžeme měnit změnou počtu magnetů. Vozíky z lega můžeme nahradit jinými z umělé hmoty, nebo z jiného neferomagnetického materiálu. Můžeme tak ukázat kvalitativně všechny základní typy pružného středového rázu. Navíc je tento pokus názornou ukázkou vzájemného silového působení dvou objektů prostřednictvím pole.

Závislost odporové síly při proudění tekutiny na tvaru tělesa

Pomůcky : Dva vozíky ze stavebnice Lego , dva listy papíru A4 , gumičky, fén.

Na vozíky připneme gumičkou list papíru formátu A4 tak, aby vytvořil plachtu. Na obou vozících má stejné rozměry i tvar. Jeden z vozíků obrátíme. Z větší vzdálenosti, asi 1,5 m, foukáme z fénu vzduch. Vozík s vypouklou plachtou proti proudu vzduchu obvykle zůstane na místě, druhý s dutou plachtou se rozjede.

Přeměna elektrické energie na mechanickou a naopak.

Pomůcky : Modelářská vrtačka, setrvačník z kazetového magnetofonu, 3 ploché baterie, žárovička 2,5 V / 0,2 A v objímce, stojan s držákem.

V prodejně pro modeláře lze zakoupit malou vrtačku do ruky. Podle napájecího napětí, 9 V až 18 V, dosahuje 9000 až 18000 otáček za sekundu. Do jejího sklíčidla lze upnout hřídelku do průměru 3 mm. Vhodným mobilním zdrojem napájecího napětí jsou tři sériově spojené ploché baterie dávající celkové napětí asi 13,5 V.

Připojíme vrtačku ke zdroji a po dosažení maximálních otáček odpojíme. Vrtačka se velmi brzy zastaví. Diskutujeme se žáky děj roztáčení a zastavení z hlediska práce a energie. Do sklíčidla vrtačky upneme setrvačník. Používám setrvačník z vyřazeného kazetového magnetofonu. Připojíme ji na zdroj napětí a necháme několik sekund roztáčet. Podle neměnné výšky tónu vydávaného vrtačkou poznáme, kdy dosáhly otáčky maxima. Setrvačník má již maximální možnou energii otáčivého pohybu. Odpojíme vrtačku od zdroje. Zastavování trvá mnohem déle, více než 20 s. Pak ji necháme znova roztočit a po odpojení od baterie připojíme její vývody k malé žárovce. Žárovka svítí, rotor se zastaví o něco dříve. Motorek vrtačky nyní funguje jako dynamo. Uvedeme analogické procesy v praxi, např. brždění tramvaje nebo elektrické lokomotivy. U těchto dopravních prostředků se jevu využívá k rekuperaci elektrické energie zpět do elektrické sítě. Diskutujeme, co se stane při větším odběru proudu, například při zkratu.

Model turbíny

Pomůcky : Turbína z víčka Omnia, modelářský motorek, tavné lepidlo, žárovička 1,5V / 0,2 A v objímce

Z víčka na zavařovací sklenice Omnia o průměru 85 mm odstřihnutím okraje s pogumovanou vrstvou získáme kolečko měkkého hliníkového plechu o průměru 72 mm. Označíme střed a středový úhel rozdělíme na 16 stejných dílků. Nůžkami nastřihneme od kraje asi 25 mm ke středu. Vytvarujeme lopatky prohnutím a natočením, aby získaly tvar jako na Lavalově parním kole. Takto připravené kolo turbíny připojíme ke hřídeli malého stejnosměrného

motorku, který poslouží jako dynamo. Způsob připojení záleží na typu motorku. Má-li hřídel na konci pastorek, pak stačí jednoduše slepit čelo pastorku a kolo turbíny tavným lepidlem. V případě hladké hřídele propíchneme turbínu ve středu silnější jehlou a zajistíme tavným lepidlem. Jehlu spojíme s hřídelkou tenkou bužírkou. Pak musíme vytvořit z pásku plechu držák, ve kterém se bude otáčet volný konec jehly. Vhodné jsou jakékoli malé stejnosměrné modelářské motorky např. z autíček autodráhy, za magnetofonů, walkmenů apod. Nelze použít motorky vybavené vnitřní elektronikou, jako mají např. motorky větráčků v počítačích.

Turbínu můžeme krátkodobě roztočit foukáním trubičkou a rozsvítit tak na několik sekund žárovku 1,5 V / 0,2 A. Roztočíme-li turbínu stlačeným vzduchem z PET lahví, budeme svítit o něco déle. Při použití páry z Papinova hrnce na vařiči většího výkonu (aspoň 1800 W) budeme svítit stále.

Vířivé proudy

Pomůcky: Kruhový feritový magnet z reproduktoru, sklo, otáčivé hliníkové kolečko, neodymový magnet, volně otáčivou hliníkovou plechovku , větší kádinku, hliníkové mince, plastovou podložku, malý feritový magnet s háčkem, vlákno na stojanu a měděnou desku o síle cca 1 cm.

Demonstraci účinků vířivých proudů můžeme provést mnoha způsoby. Uvádím několik možností. Velmi efektní jsou účinky velmi silného magnetu s povrchovou hodnotou magnetické indukce přes 0.5 T. Takový magnet lze získat ze zničeného harddisku z počítače. Říkejme mu HDD magnet.

1) HDD magnet necháme sjíždět po velmi šikmé, téměř svislé nakloněné rovině tvořené prkénkem. Magnet padá s velkým zrychlením, takřka volným pádem. Pak nahradíme prkénko měděnou deskou. Magnet se po ní pohybuje pomalým rovnoměrným pohybem několika centimetrů za sekundu. Necháme pak studentům, aby se pokusili magnetem pohybovat po povrchu ležící měděné desky. Cítí v prstech značný odpor. Pokud je deska volně pohyblivá, položená např. na válečcích, lze jí pohybovat, aniž se jí magnetem dotýkáme. Magnet a měděná deska se nedotýkají a přesto na sebe vzájemně silově působí. Silové působení vzniká jen při vzájemném pohybu magnetu a vodivé desky. V klidu žádné silové působení nepozorujeme. Měď není feromagnetická.

2) Obdobou předchozího pokusu je zastavování kyvadla. K malému kulatému feritovému magnetu přilepíme háček z měděného drátku, abychom jej mohli zavěsit na vlákno a sestavíme kyvadlo. Rozkýveme a pozorujeme útlum. Je velmi malý. Pod kyvadlo umístíme měděnou desku, aby mezera mezi nimi byla co nejmenší. Rozkýveme. Útlum je již znatelný. Pak na feritový magnet zespodu přidáme HDD magnet a opět vychýlíme kyvadlo. Tlumení v tomto případě je tak velké, že pohyb kyvadla přejde v aperiodický a kyvadlo se zastaví.

3) Nejjednodušší variantou je pohybování hliníkovými mincemi magnetem. Na tenkou plastovou desku nebo na karton umístíme několik hliníkových mincí. Čím větší, tím vhodnější. Pod deskou pohybujeme HDD magnetem. Protože v mincích vytváříme pohybem magnetu vířivé proudy, které svými účinky brání vzájemnému pohybu magnetu a vodiče, mince putují spolu s magnetem. Pro zvýšení názornosti diskutujme se studenty, jak by se chovala za stejných podmínek feromagnetická mince a pak ukažme.

4) Velmi vděčným pokusem je předvedení roztáčení rotoru asynchronního motoru točivým magnetickým polem. Rotor zhotovíme z hliníkové konzervy. Vhodná je plechovka od burských oříšků. Doprostřed dna zevnitř přitmelíme ložisko z malé patentky. Připravíme hrot zaostřením drátu z výpletu kola bicyklu. Vetkneme jej do podstavce z prkénka. Na hrot zavěsíme plechovku. Máme hotový volně otáčivý vodivý rotor. Abychom vyloučili

mechanické působení na rotor, přiklopíme ho velkou kádinkou. Kolem kádinky pohybujeme magnetem a vytvoříme tak rotující vektor magnetické indukce. Plechovka se roztočí ve stejném směru. Pokud oddálíme magnet, rotor se po chvíli třením zastaví. Pokud po roztočení magnet jen zastavíme a necháme rotor otáčet ve stacionárním magnetickém poli, zastaví se velmi rychle.

5) K následujícímu experimentu potřebujeme volně otáčivé hliníkové kolečko. Vezmeme použité, prohnuté, ale jinak nepokřivené, hliníkové víčko ze sklenice Omnia o průměru 8,5 cm. Nůžkami odstřihneme okraj. Doprostřed z vnitřní strany zabodneme kružítko, sestrojíme kružnici a přesně vystřihneme kruh. Na kolečko nakreslíme fixem několik plošek, abychom mohli dobře sledovat jeho otáčení. Propíchnutím plechu se vytvoří malý výstupek. Kolečko položíme na toto vyvýšení a na hladké pevné podložce, např. na skle, roztočíme prsty. Kolečko se překvapivě velmi dlouho otáčí. Pak vezmeme větší feritový magnet. Vhodný je kruhový magnet z vysloužilého reproduktoru. Roztočíme kolečko a umístíme magnet tak, aby zasahovalo do magnetického pole jen částí. Otáčení se velmi rychle utlumí. Stejným způsobem se brzdí otáčení kolečka v elektroměru, nebo kmitání ručičky deprézského měřícího přístroje.

Pokud roztočené kolečko umístíme do magnetického pole s osou rotace shodnou s osou magnetu, kolečko se točí bez magnetického brždění. Protože se nemění magnetický indukční tok v uzavřeném elektrickém obvodu, nevzniká indukovaný proud, nedochází ke konání práce, neklesá energie otáčení a kolečko je brzděno jen třecími silami.

Raketka na lihové páry

Pomůcky : PET láhev, 1,5 l s víčkem, závěs na láhev, vlasec, zápalky, líh na pálení.

Nejprve si připravíme vlastní raketu. Plastovou PET láhev 1,5 l zbavíme papírového polepu kvůli ochlazování. Do plastového uzávěru vyvrtáme uprostřed otvor asi 8 mm v průměru. Vezmeme 35 cm dlouhý hliníkový drát o průměru 1,5 mm - 2 mm. Vhodné pro tyto účely jsou zbytky elektroinstalačních vodičů používaných v elektrických rozvodech o průřezu 2,5 mm^2. Drát ohneme 6 cm od konců do pravého úhlu. Konce zatočíme do spirály se dvěma závity o průměru asi 8 mm a stoupání 5 mm. Spirálovité konce ohneme tak, aby osa závitů byla rovnoběžná se střední částí. Získáme tak závěsný držák. K láhvi ho přilepíme lepicí páskou. Napneme přes učebnu tenký provázek nebo vlasec o délce nejméně 5 m, ale lépe 15 m a více. Do láhve nalijeme asi 5 ml lihu na pálení a poválíme tak, aby celý vnitřek byl pokryt lihem a ten se rychle vypařoval. Pak otvorem v zátce zbytek lihu vylijeme a zátku zvlhčíme lihem. Láhev zavěsíme na vlasec. K otvoru opatrně přiblížíme zapálenou sirku, druhou rukou držíme karton mezi plamenem a vlascem, aby se vlasec nepřepálil. Ruku se sirkou držíme pod otvorem tak, aby prudký plamen, který z něho vyrazí, nás nepopálil!

Láhev uletí značnou vzdálenost. Do výšky přes 10 m. Záleží na objemu a tvaru láhve. Pro lepší kontrolu nad letící láhví v omezeném prostoru je možné provádět tento pokus ve variantě, kdy láhev je přivázána na volně visícím závěsu o délce asi 1 m na vysokém stojanu. Láhev opíše kružnici ve svislé rovině i několikrát.

Láhev lze vypouštět i volně, ale je nutné zajistit bezpečnost přihlížejících! Pokus je efektní zvláště při zatemnění, kdy můžeme pozorovat plamen uvnitř láhve i za ní. K úspěšnému provedení je třeba kvalitní čerstvý líh na pálení, pevná lehká láhev a teplota okolí mezi 20 °C a 28 °C. Při nižší teplotě se vypaří jen málo lihu a láhev neletí, při větší se láhev teplem deformuje. Pokud použijete láhev menšího objemu, např. 0,5 l, je vhodnější menší otvor kolem 4 mm.

Panská fyzika III

JAROSLAV REICHEL a třída 00M
SPŠST Panská 3, Praha 1

Pro oživení a zpestření výuky fyziky na střední škole dávám k dispozici několik námětů na pokusy.

1. Trajektorie pohybu, odstředivá síla, vrhy těles, zákon zachování energie, kyvadlo, ...

Následující pomůcku vymyslel student Martin Pastrňák (ze třídy 00M) při prezentaci domácích experimentů, které se v mých hodinách staly již tradičním opakováním učiva ve druhém ročníku. Student tímto nápadem demonstroval vodorovný vrh tělesa, nicméně pomůcka má širší využití.

Pomůcky: tenisový míček, síťka od citronů (cibule, ...), několik metrů dlouhá stuha

Postup a provedení

Do síťky od citronů či jiného ovoce či zeleniny vložíme tenisový míček a těsně jej do ní zavážeme. Na konec síťky připevníme několik metrů dlouhou stuhu a máme k dispozici pomůcku pro řadu fyzikálních partií (hlavně mechaniku).

Primárně byla tato pomůcka určena pro demonstraci trajektorie vrhů těles v homogenním tíhovém poli Země. Provedení je velmi jednoduché. Stoupneme si před třídu, vezmeme míček do rukou a hodíme v příslušném směru (svisle, vodorovně, šikmo vzhůru, šikmo dolů), přičemž dáváme pozor na to, aby se volná stuha nikde nezachytila. Při pohybu míčku pak stuha krásně „kopíruje" trajektorii daného pohybu (ve většině uvedených případů část paraboly).

Dalším využitím pomůcky je demonstrace zákona zachování energie. Hodíme-li míček tak, aby se několikrát odrazil od země, je vidět, že maximální výška výstupu mezi jednotlivými odrazy se postupně zmenšuje. Jinými slovy, neplatí zákon zachování mechanické energie, ale obecnější zákon zachování energie (část mechanické energie se přemění na energii vnitřní, práci nutnou k deformaci míčku, ...).

S opatrností lze pomůcku použít i k demonstraci odstředivé síly: uchopíme za volný konec stuhy a tenisový míček roztočíme. Ve vhodném okamžiku (kdy nemůžeme nikoho zranit) stuhu pustíme.

Další použití nabízí mechanické kmitání, kdy je možné pomůcku použít jako příklad mechanického oscilátoru, diskutovat, jedná-li se o kyvadlo matematické či nikoliv, hovořit o kmitání tlumeném, netlumeném, nuceném, ...

2. Vzájemné působení dvou vodičů s proudem

Ukázat vzájemné silové působení dvou rovnoběžných vodičů, kterými prochází elektrický proud, je spojeno s řadou problémů: aby bylo pozorované přitahování resp. odpuzování vodičů prokazatelné, je třeba vybudit v okolí vodičů velké magnetické pole. To znamená ale i velký proud procházející vodičem, což ne každý vodič vydrží. Tyto obtíže je možné eliminovat použitím dvou proužků alobalu připojenými k akumulátoru. Pro učitele (alespoň pro mě) je poté určitě náročnější na dvourozměrnou tabuli udělat třírozměrný obrázek s vyznačením směru proudu, magnetické indukce a působící síly a „odvodit" na základě pravidel levé a pravé ruky orientaci působící síly. Z toho důvodu jsem si vyrobil jednoduchou pomůcku, která nemá nic společného s příslušným elektrickým obvodem; slouží jen k názorné ukázce prostorového uspořádání uvažovaných tří vektorů.

Pomůcky: 3 půllitrové PET láhve s uzávěry, 2 laboratorní stojany, kus tvrdšího silnějšího kartonu, 2 špejle, tužka a papír (čtvrtka), lepidlo, několik špendlíků

Postup

Do uzávěrů obou láhví uděláme takový otvor, aby bylo možné láhev uzavřenou uzávěrem nasadit na laboratorní stojan. Z tvrdšího silnějšího kartonu vystřihneme dva kruhy o poloměru zhruba 5 - 7 cm, uprostřed každého z kruhů uděláme takový otvor, aby jej bylo možné těsně nasadit na uzávěr plastové láhve. Pro jistotu je možné zátku do kruhu vlepit lepidlem.

Na čtvrtku papíru, jejíž velikost upravíme tak, aby bylo možné oblepit plastovou láhev, nakreslíme (resp. pomocí tiskárny a počítače vytiskneme) několik výrazných šipek. Na každou láhev pak nalepíme pás se šipkami, přičemž dáváme pozor na to, aby na jedné láhvi byly šipky orientovány opačně než na ostatních (viz obr. 1). Na další 4 proužky čtvrtky nakreslíme po jedné šipce (z didaktických důvodů volíme 2 barvy šipek po dvou kusech). Na dva z uvažovaných proužků (šipky stejné barvy) přiděláme pomocí proužků papíru z rubové strany úchytky pro provlečení špejle. Na dvě špejle pevně přivážeme k jednomu jejich konci špendlík.

Provedení

Na stativové stojany nasadíme příslušné PET láhve (i s uzávěry a připevněnými kartónovými kruhy) podle toho, jestli chceme demonstrovat vzájemné silové působení dvou rovnoběžných vodičů, jimiž prochází proud v souhlasném nebo v opačném směru. Šipky na lahvích představují směr proudu v uvažovaném vodiči. Pomocí pravidla pravé ruky vyvodíme směr magnetické indukce v okolí každého z vodičů a naznačíme jej pomocí proužků se šipkami, které připevníme pomocí špendlíků do kartónu na uzávěru. Potom pomocí Flemingova pravidla levé ruky vyvodíme směr působící síly na příslušný vodič. Směr této síly vyznačíme pomocí špejle, kterou špendlíkem zapíchneme do kartónu a na níž navlékneme proužek papíru se šipkou (viz obr. 2, na kterém je znázorněna situace pro dva vodiče se stejným směrem proudu). Nyní je prostorový model situace dokončený.

obr. 1

obr. 2

3. Měření indexu lomu špendlíkovou metodou

V rámci výkladu optiky jsme s kolegy přemýšleli, jak výuku zatraktivnit pomocí laboratorní práce na téma index lomu. Skleněné půlválce v soupravě pro optiku jsme měli, co nám ale chybělo byly jak zdroje světla, kterými by bylo možné na válec posvítit a sledovat chod paprsků v půlválci, tak příslušné zdroje napětí. Nakonec jsme došli k závěru, že je možné použít tzv. špendlíkovou metodu. Dostupnými prostředky je tak možné určit velmi dobře index lomu daného skleněného půlválce.

Pomůcky: skleněný půlválec (ze souprav pro optiku), několik špendlíků, kartón nebo kus polystyrenu, papír, tužka, pravítko, úhloměr, kalkulačka

Postup a provedení

Na polystyren připíchneme čistý list papíru, na němž jsme předem narýsovali přímku, která bude představovat rozhraní dvou optických prostředí. K tomuto vyznačenému rozhraní opět pomocí špendlíků připevníme skleněný půlválec tak, aby čelo půlválce leželo přesně na vyznačeném rozhraní, které nám celou rovinu papíru nyní dělí na dvě poloroviny: „skleněnou" a „vzduchovou". Na papír nyní vyznačíme střed S čela půlválce, do něhož vpíchneme špendlík. Do „vzduchové" poloroviny vpíchneme další špendlík, uchopíme polystyren do ruky, zavřeme jedno oko a díváme se tak, aby právě vpíchnutý špendlík a špendlík v bodě S ležely v jedné přímce. Třetí špendlík vpíchneme do „skleněné" poloroviny tak, aby při pohledu přes skleněný půlválec ležel na téže přímce, jako dva již umístěné špendlíky a oko. Na papír si vyznačíme (např. číslem) polohu obou špendlíků (ve „vzduchové" i „skleněné" polorovině). Situace je schematicky znázorněná na obr. 3. (Nejedná se o záznam z měření!!!) Postup několikrát opakujeme s různou počáteční polohou prvního špendlíku.

Před vlastním výpočtem sundáme papír z polystyrenu, bodem S vedeme k rozhraní kolmici a vyznačíme dopadající i lomený paprsek (spojíme např. bod 1 ve „vzduchové" polorovině s bodem S a pak bod S s bodem 1 ve „skleněné" polorovině). Úhloměrem určíme úhel dopadu a úhel lomu a pomocí Snellova zákonu lomu dopočítáme index lomu skla půlválce (index lomu vzduchu uvažujeme roven 1).

Je možné postupovat i tak, že se „díváme" ze „skleněné" poloroviny. To skýtá ale jedno nebezpečí: totální odraz. V určité poloze prvního špendlíku se třetí špendlík při pohledu přes válec již nezobrazí na uvažované přímce.

obr. 3

4. Nepovinný seminář ze třídou 00M

Naše průmyslová škola (Střední průmyslová škola sdělovací techniky, Panská 3, Praha 1) nabízí čtyři studijní obory: digitální a telekomunikační technika, obrazová a zvuková technika - technické zaměření, obrazová a zvuková technika - technologicko organizační zaměření a technické lyceum. Technické lyceum je obor, který slouží jako příprava studentů na studium na vysokých školách technického směru. Studenti mají v učebním plánu v hojné míře zastoupenou matematiku, fyziku, výpočetní techniku, deskriptivní geometrii, CAD systémy a další předměty.

Ačkoliv mají studenti fyziku celé čtyři roky, přesto není v hodinách čas na veškeré dotazy studentů. Proto jsme se se třídou 00M (a souhlasem vedení školy) rozhodli pro středeční seminář, na kterém se studenti (i já) scházeli dobrovolně a řešili jsme problémy, které je aktuálně zajímaly: teorie relativity, kosmologie, černé díry, teorie chaosu, ... Kromě těchto teoretických otázek jsme se zabývali i úlohami praktickými: měření rychlosti střely z plynové pistole, tlaková zkouška PET lahví, ..., z nichž některé se během školního roku nedařilo dokončit. Ale jejich dokončení plánujeme.

Atmosféru jak na (nepovinném) středečním semináři, tak na (povinných) cvičeních z fyziky, jsem se pokusil zachytit pomocí fotoaparátu.

Miroslav Janáček při střelbě z plynové pistole

Martin Bak demonstruje existenci odporové síly vzduchu

Filip Müller, Mirek Janáček, Dan Kloud a Martin Kurčerák studují hračky z Kinder vajíčka. Mirek vše odborně komentuje, neboť referát „Fyzika v Kinder vajíčku" byl jeho.

Tak takhle dopadl umělohmotný kbelík a plastová láhev při tlakové zkoušce. Vydržela (podle tlakoměru na pumpičce) 10 atmosfér (1 MPa).

Detail torza plastové láhve ...

Filip Müller nabíjí vodním kolem blesk od fotoaparátu. Zdařilo, i když Filip musel překonat řadu technických problémů. Mokří jsme byli ale skoro všichni.

Michal Adamec a Martin Bosák zkouší hrát na poměrně atypickou trubku, kterou objevili ve fyzikálním kabinetu.

Yesterday, Skákal pes přes oves, Saxana, ... to vše zvládl Vašek Potoček zahrát na hudební nástroj vyrobený z prázdných lahví od piva.

5. Fólie pro zpětný projektor

Nedílnou součástí výuky nejen fyziky jsou zpětné projektory. Možná, že na některých bohatších školách byly nahrazeny již dataprojektory, ale to nic nemění na tom, s čím se chci s vámi podělit. Připravil jsem si řadu fólií, které používám při výuce. Pravda je, že některé byly vyrobeny speciálně pro předmět Technická fyzika, který učím u nás ve škole, ale dají se použít i na běžných hodinách fyziky resp. na seminářích či kroužcích. Jedná se o fólie různých technických zařízení (např. fotoaparát, filmová kamera, videokamera, ...), grafy (např. graf závislosti hlasitosti na frekvenci, směrová charakteristika mikrofonů, ...), srovnávací tabulky, ...

A nejen to. Inspirován polskými kolegy z minulých Veletrhů nápadů učitelů fyziky začal jsem si dělat i fólie historické, abych jednak sám sobě a jednak studentům ukázal „historické souvislosti" - kdo žil v době Newtonově, jaká díla se tvořila,... Zkusil jsem to ve školním roce 2001/2002 na prvácích (a částečně druhácích) a docela to mělo úspěch. Když si k tomu vynajdete i hudbu z dané doby, můžete vykládat Newtonovy pohybové zákony a v pozadí mohou znít díla Antonia Vivaldiho, Johanna Sebastiana Bacha, Georga Friedricha Händela, ... Když tyto fólie viděli kolegové, co učí český jazyk nebo dějepis, málem se psali do pořadí, kdo si co kdy půjčí.

Fólie jsem „vyráběl" tak, že jsem si příslušný obrázek naskenoval do počítače (většinou z populárních nebo starších knih, takže obrázky byly tu na žlutém, tu na modrém pozadí, na časem zažloutlém pozadí, ...), upravil (aby byly všechny na pozadí bílém) a vytiskl na fólie. Všechny obrázky, které mám na fóliích, mám též v elektronické podobě. Pokud bude zájem, můžete se na mě obrátit s tím, že napíšete, co potřebujete a já vám obrázek pošlu v elektronické podobě. Přenos obrázku na fólii si už budete muset zařídit sami ...

Několik ukázek (uvádím ty obrázky, které jsou malé a na kterých bude při malém formátu brožury vůbec něco vidět) je připojeno na konci příspěvku.

Elektrostatický mikrofon

Transfokátor

Isaac Newton (25. 12. 1642 - 20. 3. 1727)

Antonio Vivaldi (4. 3. 1678 - 28. 7. 1741)

Goya: Oblečená Maja

Low-cost hi-tech

VÁCLAV PISKAČ
Gymnázium třída Kpt.Jaroše, Brno

Ve svém příspěvku jsem se pokusil sloučit dva přístupy současné výuky fyziky: **hi-tech**, tj. špičkové vybavení většinou propojené s počítačem a **low-cost**, tj. pomůcky téměř zadarmo (což odpovídá ekonomické realitě našeho školství).

1. Hi-tech, která nás obklopuje

Na toto téma na Veletrzích zaznělo už mnoho příspěvků, dovoluji si jejich spektrum rozšířit o další tři pomůcky.

Mobilní telefon - vynikající při klasickém pokusu, který demonstruje, že vakuem se zvuk nešíří. Jeden zapůjčený mobil umístíme pod vývěvu a po odčerpání vzduchu ho druhým prozvoníme (je nutné předem předvést intenzitu zvonění po přiložení poklopu před odčerpáním). Zároveň tím demonstrujeme, že elektromagnetické vlnění se šíří vakuem. (I když vyzvánění není slyšet, je na mobilu zaznamenán ztracený hovor.)

Cyklistický tachometr - je spouštěn průchodem magnetu kolem čidla. Známe-li průměr kola, na kterém byl namontován, můžeme určit vztah mezi frekvencí průchodu magnetu kolem čidla (nebo frekvencí, kterou je spínán elektromagnet) a zobrazovanou rychlostí. Stejně tak existuje jednoduchý vztah mezi zobrazovanou ujetou vzdáleností a počtem magnetických pulzů. Tachometr může tedy sloužit jako primitivní měřič frekvence i počítadlo otáček (na rotující objekt stačí přilepit malý trvalý magnet).

Počítačové „bedničky" - součástí mnoha návodů je tvrzení: „Výstup přivedeme přes zesilovač na reproduktor." Tzv. aktivní reproduktory počítačů zesilovač obsahují. Ten má dostatečně malý odběr na to, aby byl připojen (přes kondenzátor) např. přímo na výstup operačního zesilovače.

2. Hi-tech, která se válí v ekodvorech

V současnosti se ruší velké množství počítačů nebo alespoň jejich komponentů. Vyřazené harddisky, disketové a CD mechaniky obsahují velké množství zajímavých prvků - motorky (stejnosměrné i krokové), velmi silné magnety s překvapivým rozložením pólů, ...

Ze dvou základových desek harddisku (= vcelku masivní hliníkové odlitky) a jednoho motorku jsem sestavil rotační stroj. Hlavní ložisko tvoří původní motor harddisku, který je poháněn řemeničkou (gumičkou) od přidaného motorku (jeho otáčky lze regulovat pulzně, nebo zdrojem s plynule měnitelným napětím). Na ložisko lze šroubky přichytávat jednotlivé doplňky stavěné na základě CD-disků.

Předváděn byl magnet z „pětačtvrt" palcové mechaniky ve tvaru plochého prstence, na jehož povrchu se střídá několik severních a jižních pólů (lze pěkně zviditelnit železnými pilinami). K magnetu po uchycení na rotační stroj přiblížím cívku z 24V relé, na jejíž konce jsou uchyceny dvě LED (antiparalelně). Rychlé střídání pólů magnetu naindukuje v cívce proud dostatečný pro rozsvícení obou diod.

Vývody cívky lze připojit na zesilovač s reproduktorem (viz výše) - ozve se tón o frekvenci, jejíž hodnotu lze měnit otáčkami rotačního stroje.

3. Hi-tech, které si můžete sami vyrobit - elektronika

Snad na každé škole se najde student nebo tatínek, který nadšeně „bastlí" elektronické obvody. Je pravděpodobné, že vám rád pomůže, bude-li vědět, jak. V běžně dostupné literatuře jsou návody na sestavení vcelku jednoduchých obvodů typu elektronické stopky, teploměry, měřiče osvětlení, ...

Nabízím jednoduchou hříčku. Rukama propojuji dvě kovové desky - reproduktor vydává tón, jehož výška závisí na tom, jak velkou plochou se desek dotýkám (žáci si s tím dovedou hrát překvapivě dlouho). Srdcem zapojení je integrovaný obvod 555, který vytváří obdélníkové kmity, jejichž frekvence je určena dvěma rezistory a jedním kondenzátorem (podrobnosti např. v knize Malina V.: Poznáváme elektroniku III, Kopp 1999). Místo jednoho rezistoru jsou zapojeny ruce a tělo obsluhy. Tato „ptákovina" je kupodivu základem měření elektrických veličin pomocí počítače, neboť převádí hodnotu odporu (nebo kapacity) na frekvenci, kterou lze softvérově snadno měřit.

Vlastní obvod: na svorky (a) a (b) jsou připojeny dva obdélníky pozinkovaného plechu (je vhodné mezi svorku (a) a plech připojit navíc sériově rezistor 1kΩ, který chrání obvod před zkratováním obou svorek). R = 2,2kΩ, C_1 = 10nF, C_2 = 100nF, C_3 =10nF . Reproduktor 8Ω/0,5W, dioda libovolná usměrňovací (reproduktor s diodou lze zaměnit piezoměničem). Napětí U vyhovuje jakékoliv v rozmezí 5 až 9V (měla by stačit i čerstvá 4,5V baterie).

Další podrobnosti lze nebo bude možné najít na stránkách www.jaroska.cz/zamest/piskac .

Fyzika na CD

DAGMAR KAŠTILOVÁ
Gymnázium Jakuba Škody, Přerov

Fyzika na CD je projekt, jehož cílem je zaznamenat zajímavé fyzikální pokusy na kvalitní záznamové médium a zjednodušit a zrychlit jejich předvedení ve výuce.

Každé realizované CD (*Pokusy s plastovými lahvemi, Elektrostatika a Kouzelné paprsky*) je samostatným audiovizuálním pořadem, jehož podstatou jsou videozáznamy fyzikálních pokusů a jevů. Obsahuje také speciálně vytvořený program, který usnadňuje manipulaci s CD a zrychluje výběr předváděných jevů. Po vložení CD do počítače se načte úvodní strana se seznamem pokusů a manipulačními tlačítky. Program umožňuje volit pokusy, které chceme přehrát, zastavit běh pokusu, posunout přehrávání na následující nebo předcházející zvolený pokus.

Audiovizuální pořady z projektu Fyzika na CD jsou současně zpracovány na videokazetách, což umožňuje jejich širší využití ve výuce i v těch školách, které zatím nemají odpovídající počítačové vybavení.

První kazeta má název **Pokusy s plastovými lahvemi**. Ve 25 minutovém videozáznamu je zahrnuto 12 jednoduchých pokusů s plastovými lahvemi, které demonstrují základní fyzikální jevy z hydrostatiky a hydrodynamiky.

Názvy pokusů:

Plaváček, Atmosférická tlaková síla, Model plic, Přeměna vody na víno, Karteziánek, Model ponorky, Hydraulické zařízení, Vodní sopka, Rychlost vytékající kapaliny, Model turbíny, Proudění reálné kapaliny, Šíření vírů ve vzduchu.

Druhá kazeta se nazývá **Elektrostatika**. Na této videokazetě je znázorněno 14 pokusů, které doplňují výuku elektrostatiky na základních i středních školách.

Názvy pokusů:

Kladný elektrický náboj, Záporný elektrický náboj, Určení elektrického náboje, Elektrické pole, Centrální elektrické pole, Homogenní elektrické pole, Elektrostatická indukce, Model kondenzátoru, Elektrostatické kyvadélko, Faradayova klec, Rozložení náboje, Sršení elektřiny, Větrník, Kouzelný hřeben.

Třetí videokazeta s názvem **Kouzelné paprsky** obsahuje 10 pokusů typu černá schránka z oblasti optiky. V průběhu každého pokusu je ponechán čas, aby žáci mohli přemýšlet, jaké optické prvky jsou uvnitř černé skříňky, v níž došlo ke změně chodu paprsků.

Názvy pokusů:

Pokračující paprsky, Vyměněné paprsky, Posunuté paprsky, Posunuté a vyměněné paprsky, Rozdvojené paprsky, Oddělené paprsky, Obrácené paprsky, Sbíhavé paprsky, Rozbíhavé paprsky, Rozdělené paprsky.

V rámci projektu Fyzika na CD se již připravují další CD a videokazety z různých oblastí fyziky. V nejbližší době bude dokončen audiovizuální pořad Proč letí? obsahující pokusy a animace z oblasti aerodynamiky.

Zaujímavá elektrolýza

IVAN BANÍK
Stavebná fakulta STU Bratislava
RASTISLAV BANÍK
KF UMB Banská Bystrica

V tomto príspevku je reč o dvoch rôznych námetoch súvisiacich s elektrolýzou. Prvý sa týka jednoduchého merania náboja elektrónu. Ide o motivačné meranie, ktoré si ľahko môže vykonať aj sám žiak doma. Druhý námet sa týka chladnej jadrovej fúzie, ktorá - ako sa zdá - sa vracia na scénu a ktorú mnohí považujú za nádej budúcej energetiky.

1. Jednoduché meranie náboja elektrónu

Pri meraní naboja q_e elektrónu použijeme plastovú injekčnú striekačku (obr. 1a), ktorú naplníme slabým roztokom kyseliny sírovej. V domácich podmienkach ju možno získať z akumulátora automobilu napr. pomocou malej plastovej trubičky, alebo injekčnej striekačky. Ide len o 3-4 kvapky tejto kyseliny, ktoré slúžia na prípravu asi 3 cm^3 roztoku.

Obr. 1

Do striekačky natiahneme napr. 2 cm^3 tohto roztoku tak, aby v striekačke neostal vzduch. Striekačku s roztokom fixujeme vo zvislej polohe, otvorom nadol. V blízkosti dna striekačky zabodneme do striekačky dve ihly, ktoré budú slúžiť ako elektródy. Potom striekačku zapojíme do elektrického obvodu a pod ústie striekačky podložíme sklenú nádobku. Do nej budú odkvapkávať kvapky roztoku. Ten je zo striekačky vytláčaný v dôsledku vylučovania plynu v priebehu elektrolýzy. Pri prechode prúdu roztokom sa totiž na jednej ihle-katóde vylučujú bublinky vodíka.

Napájacím zdrojom je bežná plochá bateria 4,5 V. Jeden mililiter (1 cm^3) vodíka sa vylúči asi za 5 minút. Práve ten vytláča zo striekačky časť roztoku. Skupina SO_4, ktorá sa vylučuje sa na ihle-anóde sa viaže so železom ihly na $FeSO_4$. Táto látka má podobu tenkej vrstvy, takže navonok sa na anóde nič nedeje. Po vytlačení jedneho mililitra vodíka elektrolýzu prerušíme (Obr. 1b). Práve z dôvodov, aby sme vylúčenie takého množstva mohli lepšie určiť, je začiatočný objem elektrolytu celistvým násobkom mililitra.

Náboj q_e elektrónu určíme z počtu N vylúčených molekúl vodíka a z veľkosti elektrického náboja $Q = I.t$, ktorý prešiel obvodom počas elektrolýzy. Meriame teda jednak prúd I, jednak čas elektrolýzy t. Každej vylúčenej molekule zodpovedá prechod dvoch elektrónov obvodom (jeden elektrón jednému vylúčenému iónu vodíka). Počet prejdených elektrónov je teda $2N$. Tomuto počtu prešlých elektrónov zodpovedá celkový prenesený náboj $Q = 2Nq_e$. Porovnaním oboch vyjadrení náboja dostávame $2Nq_e = I.t$, z čoho

$$q_e = \frac{I.t}{2N}.$$

Počet vylúčených vodíkových molekúl určíme na základe poznatkov o plynoch. Ak sa uspokojíme s hrubším určením náboja elektrónu, môžeme za počet N vylúčených vodíkových

molekúl vziať približne počet molekúl plynu v 1 cm^3 za normálnych podmienok, čo je asi $2{,}7.10^{19}$ (Loschmitovo číslo). Dostaneme ho ak Avogadrovu konštantu vydelíme objemom molu v cm^3 (za normálnych podmienok). (Presnejšie určenie hodnoty N vyžaduje aj zistenie teploty a zmeranie atmosferického tlaku.

Merať sa dá aj bez ampérmetra

Obr. 2

Poznamenajme, že náboj elektrónu sa dá určiť približne aj bez ampérmetra. V tom prípade zapojíme do obvodu namiesto ampérmetra rezistor o známém odporu, napr. 1 kΩ, ktorý je značne väčší, ako odpor elektrotytu (Obr. 2). Prúd určíme približne z Ohmovho zákona, pravda s tým, že odpor elektrolytu v porovnaní so zaradeným odporom R_p zanedbáme. Doba elektrolýzy sa však predĺži - bude závisieť aj od napätia použitého zdroja.

2. Studená jadrová fúzia - skepsa i nádej

Správa, ktorá vzrušila svet - 1989

Trinásť rokov uplynulo odo dňa 23. marca 1989, kedy elektrochemici Fleischmann a Pons oznámili svetu objav chladnej jadrovej syntézy. K odvážnemu vyhláseniu o objave ich podnietil nimi vykonaný elektrochemický experiment s elektrolytickým rozkladom ťažkej vody s použitím paládiovej katódy. Pri tomto pokuse sa na paládiovej katóde vylučuje ťažký vodík (deutérium), ktorý sa pritom - podobne ako ľahký vodík - výborne rozpúšťa v paládiu. V priebehu elektrolýzy sa deutérium v elektróde postupne hromadí. Rozhodujúcim pre závery experimentátorov bolo to, že v istom štádiu experimentu došlo k náhlemu uvoľneniu energie, čo menovaní pripísali započatiu jadrovej syntézy ľahkých jadier deutéria.

Obr. 3

Nadšenie i skepsa

Ohlásený objav vyvolal veľký rozruch vo vedeckých kruhoch a následne i v laickej verejnosti. Umožnil by totiž relatívne dostupným a lacným spôsobom riešiť problém nedostatku energie, ktorý patrí medzi kľúčové problémy ľudstva. Veľká časť fyzikov pracujúcich v oblasti jadrovej fyziky však hneď od začiatku kategoricky popierala možnosť chladnej jadrovej syntézy (cold fusion). Taký proces nie je vraj podľa súčasných fyzikálnych poznatkov možný. Spojeniu ľahkých kladných jadier bránia potenciálové bariéry. Na ich prekonanie nemôžu mať jadrá pri danom procese dostatok energie. Záver „oficiálnej jadrovej fyziky" znel: Studená syntéza nie je možná. Samotní autori ohláseného objavu zdôrazňovali hneď od začiatku, že pokusy bude treba ďalej overovať. Ukázalo sa, že opakovateľnosť pokusov je problematická a že energetické efekty často pomerne malé. A tak skepsa rástla.

Zostali však aj zástancovia

Našli sa však aj takí, čo sa skeptickými postojmi nedali odradiť. Pokračovali v hľadaní nových ciest vedúcich k dosiahnutiu vyšších efektov. Pokusy však zostávali dlho málo presvedčivé. Získané teplo, za ktoré by mohla byť zodpovedná jadrová fúzia, nebolo príliš veľké (10-30 percent) a niekedy sa ho nedarilo ani preukázať.

Pattersonova komora

Chemik Patterson (penzista !) patentoval v roku 1995 zariadenie po ňom nazvané, ktoré znamenalo zlom v preukazovaní tepelných ziskov elektrochemických článkov. Jeho komora s paládiovo-niklovou katódou používa odlišný elektrolyt ako Fleischmann a Pons, no charakter procesu je obdobný. V Pattersonovej komore sa využíva elektrolyt tvorený obyčajnou (ľahkou) vodou s obsahom zlúčeniny Li_2SO_4. Pracovný režim Pattersonovej komory je nasledovný: Štartovacia etapa komory trvá 12 hodín, v priebehu ktorej sa do zariadenia privádza elektrický prúd s príkonom 1 W. Ten sa spotrebúva na udržanie chodu elektrolýzy, prípadne na pohon čerpadielka. V priebehu tejto doby sa v paládiovej katóde hromadia príslušné anióny. V druhej-následnej etape činnosti zariadenie už produkuje teplo s tepelným výkonom napr. 400 W (ba i viac) a to po dobu mnohých hodín (i dní) bez prestania. Príkon je pritom stále na úrovni 1 W. V prípade prerušenia prevádzky sa opäť vyžaduje štartovacia etapa, ktorá je však už skrátená na 1 hodinu. Po nej nasleduje opäť produkcia tepla. Zariadenie testovali už na viacerých nezávislých pracoviskách. V značnom počte prípadov skúšky dopadli priaznivo. Na druhej strane je však pravdou to, že s chodom aparatúry bývajú aj časté problémy - naštartovanie aparatúry sa často nedarí. To však svedčí - podľa nášho názoru - len o tom, že presne nevieme, čo všetko daný proces ovplyvňuje.

Nemožné sa stáva možným?

Doteraz nejestvuje uspokojivý výklad mechanizmu uvoľňovania energie v uvedených elektrochemických komorách. Pozorované efekty sa nedajú vysvetliť nijakým známym chemickým procesom. Produkované teplo je teraz už relatívne veľké. Že by jadrová syntéza v paládiovej elektróde predsa len prebiehala aj napriek tomu, že ju mnohí nepripúšťajú?

Hľadanie ďalších svedkov

Svedkom možného jadrového procesu syntézy môžu byť okrem energetickej bilancie aj „pozostalí" po eventuálnych jadrových premenách. Medzi nich môžu patriť vyletujúce častice, včítane gama-kvant, alebo prítomnosť nových prvkov, vzniklých transmutáciou v priebehu činnosti komory. Nuž a všetko nasvedčuje tomu, že takých svedkov je už dosť.

Za najdôležitejšie v tomto smere možno považovať experimenty, pri ktorých sa rôznymi metódami zisťovala prítomnosť nových prvkov - prevážne ťažkých kovov - v paládiovej elektróde, ktorá bola predtým dlhšiu dobu použitá na produkciu tepla v elektrolytickej komore. Analýzy potvrdili prítomnosť viacerých nových prvkov, ktoré v elektróde pôvodne neboli. Podarilo sa dokázať že pri produkcii tepla sa vytvára súčasne aj hélium. Nuž a jadrové transmutácie sa nedajú vysvetliť nijako ináč, ako na základe jadrových procesov. Také zmeny nemôže vyvolať nijaký známy a ani neznámy chemický proces.

Treba zvlášť zdôrazniť, že transmutačné procesy typu cold fusion sa vyznačujú nečakane malými radiačnými efektami z hľadiska uvoľneného tepla, čo môže byť veľkou prednosťou pri budúcom možnom využívaní energetických zdrojov tohto typu.

So závermi treba byť opatrní, lenže...

Mnohé renomované vedecké časopisy doteraz väčšinou odmietali publikovať články, týkajúce sa procesu studenej jadrovej syntézy. Dôvodom bola pochybnosť o možnosti takého

procesu. Je otázne, či sa pod vplyvom nových poznatkov odmietavé postoje skeptikov zmenia. Dnes je však isté, že výskum chladnej syntézy sa nezastaví, hoci to donedávna vypadalo dosť zle. Aj doteraz sa síce konali medzinárodné konferencie s tematikou „cold fusion", vychádzali zborníky a dokonca aj časopis, no financií bolo málo. Veľkorysejší boli iba Japonci. Na výskume chladnej jadrovej syntézy sa významným dielom podieľajú aj niektoré japonské iniverzity.

Chladná fúzia má dnes už veľa podôb

Chladná fúzia má dnes už veľa podôb. Fleischmannova-Ponsova elektrochemická metóda predstavuje len jednu z nich. Deuterizácia kovov (Pb, Ni) se dá dosiahnúť aj elektrickým výbojom plynu-deutéria pri pomerne nizkých napätiach. Ďalší spôsob deuterizácie využívá vloženie kovu do deutériovej atmosféry s vysokým tlakom, prípadne aj teplotou. Špeciálnym prípadom chladnej fúzie je chladná sono-fúzia, pri ktorej sa využíva ultrazvuk. Podobné metódy se využívajú aj pri nukleonizovaní látky ľahkým vodíkom.

Zaujem na Západe i na Východe

Záujem o chladnú fúziu je už zrejmý nielen na Západe a najmä v Japonsku, ale aj na Východe. Dokazuje to okrem iného aj v poradí už 8. ruská konferencia o chladných nukleárných transmutáciach v roku 2000, kterej spoluorganizátorom bola aj Ruská akadémia vied, ako aj Lomonosovova univerzita. Konferencia ICCF-9 (9th international conference on cold fusion) se konala v roku 2001 v Číně a to pod záštitou oficiálnych inštitúcií.

Základné myšlienky o možnom mechanizme

Základné myšlienky týkajúce sa možného mechanizmu jadrovej syntézy spočívajú - podľa našej mienky (uverejnenej už v roku 1989) - v tom, že deutériové, resp. vodíkové jadrá sa v periodickej kryštalickej mriežke paládia môžu chovať podobne ako voľné elektróny. Vytvárajú vlastné energetické pásma, pričom - podobne, ako pri voľných elektrónoch - možno aj pri nich zaviesť tzv. efektívnu hmotnosť. Efektívna hmotnosť týchto jadier môže byť pritom značne odlišná od hmotnosti daných jadier mimo periodickej mriežky. Príslušná zmena môže značne ovplyvniť pravdepodobnosť tunelovania pri syntéze.

Iný dôležitý faktor, ktorý môže prispieť k zvýšeniu pravdepodobnosti tunelovania je vysoká efektívna hmotnosť elektrónov v paládiu. Pri veľkej efektívnej hmotnosti elektrónov môžu tieto lepšie odtieňovať elektrické pole jadra a meniť tak profil potenciálovej bariéry. Pritom je známe, že napr. v nikle - ktorý leží v periodickej Mendelejovej tabuľke nad paládiom - je efektívna hmotnosť elektrónu 11-násobne vyššia, ako vlastná hmotnosť elektrónu. Podobný efekt sa dá očakávať aj v prípade paládia. V jednom našom článku v r. 1989 sme uviedli myšlienku, že podobný proces syntézy ako pri paládiu by sa mohol objaviť aj v niklovej elektróde. Nie je bez zaujímavosti zistenie (po 13. rokoch), že Pattersonova komora používa paládiovu elektródu práve v kombinácii s niklom (!). S vysokou efektívnou hmotnosťou voľných elektrónov v paládiu môže úzko súvisieť aj proces, ktorý sa označuje ako „záchyt ťažkého elektrónu" atómovým jadrom. V podmienkach vysokej hustoty plazmy v nukleonizovaných pevných látkach (Pd, Ni,...) by sme nemali vylučovať z „hry" ani viac-časticové jadrové procesy typu: $e + D + D = He + ...$, $e + H + Li = 2\,He + ...$, $e + D + X = Y + ...$, $e + H + X = Y + ...$, ktorých vstupným súborom sú tri častice interagujúce s kryštalickou mriežkou. Taký proces v skutočnosti znamená to, že pri ňom prebiehajú naraz dva procesy - tunelovací proces jedneho jadra k druhému a súčasný záchyt „ťažkého" voľného elektrónu.

Kooperácia niklu a paládia

Z pohľadu efektívnej hmotnosti elektrónov v paládiu sa dá pochopiť aj zlepšenie dosiahnutých efektov pri chladnej fúzii v prípade použitia zloženej katódy - pozostávajúcej z vrstiev niklu a paládia. Na rozhraní týchto kovových vrstiev dochádza pri rôznej úrovni Fermiho hladín oboch kovov k prechodu elektrónov z jednej vrstvy do druhej a k dodatočnému obsadzovaniu vyšších hladín vo vodivostnom pásme jedneho z kovov. Efektívna hmotnosť elektrónov na vyšších energetických hladinách býva však obvykle vyššia, čo v zmysle nášho modelu zlepšuje podmienky pre chladnú fúziu. Obdobné účinky môže mať každý energetický faktor.

Bez záveru

Nechceme na tomto mieste robiť nijaké definitívne závery o chladnej jadrovej syntéze. To, že v nukleonizovaných (deuterizovaných, hydrogenizovaných) kovoch, resp. na ich povrchu prebiehajú jadrové transmutácie aj pri izbovej teplote sa dá dnes považovať za spoľahlivo dokázané. Otázka praktického využitia opísaných anomálnych nukleárnych javov pre účely energetiky je však zatiaľ otvorená, no šanca tu je. A kým je, neobstojí nečinnosť. Už ten fakt, že cold fusion ukazuje, že súčasné predstavy o jadrových procesoch majú svoje medzery, je prínosom, lebo núti fyzikov hľadať nové teórie. A tie môžu priniesť svoje ovocie.

Ukázka laboratorních prací měřených soupravou ISES

VLADIMÍR VÍCHA
gymnázium Dašická, Pardubice

V roce 1999 byla na našem gymnáziu zřízena počítačová pracovna fyziky vybavená dvanácti počítači Celeron 360 MHz, 80MB RAM, síťovým propojením, kartou ISES standard a řadou měřicích modulů. V této pracovně se měří laboratorní práce z elektřiny a magnetismu ve 3. ročníku čtyřletého studia a ve fyzikálním semináři. Ve třetím ročníku je třída rozdělena na polovinu a u každého počítače tak jsou dva až tři studenti. V případě potřeby může měřit i celá třída, neboť kapacita učebny je 33 míst.

Máme zpracovány návody ke 13 úlohám z elektřiny a magnetismu: *řazení kondenzátorů, odpor kovového vodiče, řazení rezistorů, elektrický zdroj napětí, fotorezistor, termistor, polovodičová dioda, elektrolytický vodič, R,C v obvodu střídavého proudu, rezonance v obvodu RLC, polovodičový usměrňovač, vybíjecí křivka kondenzátoru, elektromagnetický oscilátor.*

Systém ISES studenti před započetím laboratorních prací znají pouze částečně z některých demonstračních pokusů prováděných učitelem nebo jej sami ovládají při jednoduchých frontálních úlohách. V počátečních úlohách je proto využíváno jen málo možností ISESu, postupně jsou však úlohy náročnější. V závěrečných úlohách se využívá i nástrojů integrál, regrese exponenciální funkcí, rozmítač, zobrazení veličiny vypočtené přímo při měření z aktuální hodnoty jiné veličiny. Praxe ověřila, že při tomto přístupu zvládnou úlohy všichni studenti.

Studenti postupují podle natištěných návodů, učitel má k dispozici verzi, ve které jsou již naměřené výsledky. Při dodržení předepsaného postupu naměří libovolná skupina s náhodně vybranými pomůckami na libovolném počítači výsledky, které se velmi blíží těm, které má uvedeny učitel. Studenti navíc postupují samostatně podle návodů a učitel je jen koordinátorem.

Na naší škole proběhla také školení pro učitele středních škol, při kterých si mohli učitelé měření vyzkoušet. Na těchto setkáních vznikl požadavek, zda by se tato sada úloh nedala rozšířit na další školy. Autor tedy sepsal sbírku: *Laboratorní práce k učebnici Elektřina a magnetismus měřené soupravou ISES,* doplněnou o disketu konfiguračních souborů a naměřených experimentů, kterou lze zakoupit u autora systému ISES Dr. Lustiga (MFF UK).

Vedle uvedených třinácti úloh z elektřiny máme již zpracovány i jednodušší laboratorní a frontální práce pro nižší gymnázium a několik úloh z mechaniky pro první ročník čtyřletého studia. Ve svém příspěvku bych právě chtěl ukázat *měření pohybu kuličky po nakloněné rovině, měření tíhového zrychlení z volného pádu a vybíjení kondenzátoru přes rezistor.*

Při všech laboratorních pracích je snahou, aby se fyzika nezm ěnila na pouhé odklepávání kláves, ale aby studenti chápali výhody využití počítače k reálným měřením, které jsou tradičními prost ředky (stopky, ampérmetry, jednoduché osciloskopy) prakticky nemožné. Počítač navíc umož ňuje zpracování výsledků např. pomocí Excelu, který má mnoho student ů na svém domácím počítači.

Kulička na nakloněné rovině

Pomůcky: nakloněná rovina, ocelová kulička, ISES, modul optická závora, soubor: **kulicka2.imc**.

Úkoly:

1) *Proměřit, jak závisí rychlost kuličky valící se po nakloněné rovině na dráze. Provést pro výšky 10 cm až 4 cm. Určit zrychlení kuličky pro jednotlivé úhly nakloněné roviny.*
2) *Pro výšky 10 cm, 8 cm a 6 cm sestrojit do jednoho obrázku grafy: Závislost rychlosti kuličky na dráze.*
3) *Sestrojit graf: Závislost zrychlení na sinu úhlu α a určit koeficient k ve vztahu a = k.g .sin α.*

Teorie:

Pro rovnoměrně zrychlený pohyb začínající z klidu platí $v = \sqrt{2.a.s}$, kde s je dráha kuličky na nakloněné rovině, a je zrychlení a v je okamžitá rychlost. Rychlost lze určit ze vztahu $v = \frac{d}{\Delta t}$, neboť Δt bude řádu setin sekundy.

Protokol: 1) 2) Tabulka. č. 1 - Závislost rychlosti kuličky na dráze

d = 0,026 m, l = 0,58 m

h/m	α/rad	s/m	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	průměrné zrychlení
0,100	0,1707	Δt/s	0,054	0,039	0,031	0,027	0,024	
		v/m.s^{-1}	0,48	0,67	0,84	0,96	1,08	a/m.s^{-2}
		a/m.s^{-2}	1,15	1,12	1,18	1,15	1,17	1,15
0,090	0,1539	Δt/s	0,057	0,041	0,033	0,029	0,026	
		v/m.s^{-1}	0,46	0,63	0,79	0,90	1,00	
		a/m.s^{-2}	1,06	0,99	1,04	1,01	1,00	1,02
0,080	0,1371	Δt/s	0,060	0,043	0,035	0,030	0,026	
		v/m.s^{-1}	0,43	0,60	0,74	0,87	1,00	
		a/m.s^{-2}	0,92	0,90	0,91	0,95	1,00	0,94
0,070	0,1201	Δt/s	0,065	0,046	0,037	0,032	0,027	
		v/m.s^{-1}	0,40	0,57	0,70	0,81	0,96	
		a/m.s^{-2}	0,80	0,81	0,82	0,82	0,92	0,83
0,060	0,1031	Δt/s	0,069	0,049	0,039	0,035	0,031	
		v/m.s^{-1}	0,38	0,53	0,67	0,74	0,84	
		a/m.s^{-2}	0,72	0,70	0,75	0,68	0,71	0,71
0,050	0,0860	Δt/s	0,076	0,054	0,044	0,038	0,035	
		v/m.s^{-1}	0,34	0,48	0,59	0,68	0,74	
		a/m.s^{-2}	0,58	0,58	0,58	0,58	0,55	0,57
0,040	0,0689	Δt/s	0,084	0,061	0,049	0,043	0,038	
		v/m.s^{-1}	0,31	0,43	0,53	0,60	0,68	
		a/m.s^{-2}	0,48	0,46	0,47	0,45	0,46	0,46

3) **Tabulka č. 2 - Závislost zrychlení na g.sinα**

α/rad	$g.\sin\alpha$	a/m.s^{-2}
0,1707	1,67	1,15
0,1539	1,50	1,02
0,1371	1,34	0,94
0,1201	1,18	0,83
0,1031	1,01	0,71
0,0860	0,84	0,57
0,0689	0,67	0,46

Závěr:

Grafu závislosti dráhy kuličky na čase nejlépe odpovídají mocninné funkce, koeficient determinace je pro všechny sklony 1,00. Až na dalších desetinných místech by se projevila odchylka od jedné. Mocnitel nabýval hodnot 0,51; 0,52; 0,49 , což znamená téměř přesně druhou odmocninu. Tím se potvrzuje vzorec $v = \sqrt{2.a.s}$. Při větším sklonu má rychlost při stejné dráze větší hodnotu. Pro každý sklon je vypočteno pět zrychlení, které se od průměru liší v řádu jednotek procent. Odchylky jsou zapříčiněny přesností, s níž jsou měřeny veličiny Δt, d, h, l.

Pomocí regrese lineární funkcí se podařilo určit koeficient k: $a = 0{,}69.g.\sin\alpha$.

Podle teorie má platit: $a = 0{,}71.g.\sin\alpha$.

Odchylka činí 3%. Kromě přesnosti měření uvedených veličin se na odchylce také podílí, nakolik je experimentální stůl vodorovný. Jistý vliv sehrávají i nerovnosti nakloněné roviny a s nimi spojený valivý odpor.

Volný pád -Výpočet g z volného pádu

Těleso je volně puštěno nad bodem A. V bodech A, B, C jsou umístěny fotobuňky, které změří časy průletu tělesa např: $t_A = 0{,}125$ s, $t_B = 0{,}304$ s, $t_C = 0{,}403$ s.

$|AB| = s_1 = 0{,}30$ m, $|AC| = s_2 = 0{,}60$ m jsou vzdálenosti fotobuněk.

Určete hodnotu tíhového zrychlení g.

Řešení:

Pohyb mezi body A a C je rovnoměrně zrychlený se zrychlením g a počáteční rychlost v bodě A je v_0. Platí tedy pro něj rovnice

$$s_1 = v_0 \cdot t_1 + \frac{1}{2} g \cdot t_1^2$$

$$s_2 = v_0 \cdot t_2 + \frac{1}{2} g \cdot t_2^2$$

kde t_1, t_2 jsou časy, které vypočítáme:

$t_1 = t_B - t_A, = 0{,}179$ s,
$t_2 = t_C - t_A, = 0{,}278$ s.

Dosadíme do rovnic

$$0{,}30 = v_0.0{,}179 + 0{,}5.g.0{,}179^2$$

$$0{,}60 = v_0.0{,}278 + 0{,}5.g.0{,}278^2$$

Vzniklou soustavu rovnic vyřešíme dosazovací metodou.

Vyjde $\underline{g = 9{,}74\ \mathrm{m.s^{-2}}}$.

Co se stane, jestliže všechny hodnoty zůstanou stejné, jen čas t_B se zvětší o tři tisíciny sekundy?

$$t_B = 0{,}307 \text{ s}$$

Řešením soustavy získáme $g = 10{,}62 \text{ m.s}^{-2}$.

Je vidět, že malá chyba v měření jednoho času způsobí velkou chybu g. Proto je lepší provést měření ve více než ve třech bodech.

Přes jedinou fotobuňku (optickou závoru) bude padat těleso podobné hřebenu, jehož polohu určíme podle zatmění infračerveného paprsku každým zubem.

Je třeba určit vzdálenost dvou následujících hran zubů, které zakryjí paprsek.

Pomůcky: hřeben, pravítko, zátěž, počítač, ISES, modul optická závora.

Úkoly:

1) *Proměřit závislost dráhy padajícího hřebene na čase pro hřeben bez zátěže a pro hřeben se zátěží. Sestrojit graf: Závislost dráhy nezatíženého hřebene na čase.*

2) *Určit tíhové zrychlení tabulkovým procesorem Excel – regrese kvadratickou funkcí*

3) *Skupinovou metodou určit tíhové zrychlení pro hřeben padající bez zátěže a se zátěží.*

Teorie:

Jednotlivé zuby hřebene při volném pádu přerušují paprsek optické závory. Ze „zhušťování" grafu lze usoudit, že jde o zrychlený pohyb. Pro jeho dráhu, při zanedbání odporu vzduchu, platí rovnice:

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 .$$

Veličina v_0 představuje rychlost, kterou vstupuje hřeben do optické závory, t je čas měřený od okamžiku, kdy první zub vstoupil do optické závory.

Regrese kvadratickou funkcí

Jestliže sestrojíme graf *Závislost dráhy volného pádu na čase*, můžeme využít tabulkový procesor Excel k regresi $y = ax^2 + bx$. Zřejmě platí $a = \frac{1}{2} g$ a $b = v_0$.

Skupinová metoda zpracování výsledků

Pro rovnici $s = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$ měříme s a t. Jako neznámé zůstávají veličiny v_0 a g. Pokud by byly veličiny s a t přesné, stačily by nám dvě dvojice [t; s] k sestavení dvou rovnic o dvou neznámých a k jejich vyřešení. Protože však naměřené veličiny obsahují určitou chybu, sestavíme tolik rovnic, kolik máme uspořádaných dvojic [t; s].

Např. máme tabulku o čtyřech řádcích

s/m	t/s
0,0750	*0,069*
0,0833	*0,075*
0,0917	*0,081*
0,1000	*0,085*

z níž lze sestavit 4 rovnice

$$0{,}0750 = 0{,}069.v_0 + 0{,}0023805.g$$

$$0{,}0833 = 0{,}075.v_0 + 0{,}0028125.g$$

$$0{,}0917 = 0{,}081.v_0 + 0{,}0032805.g$$

$$0{,}1000 = 0{,}085.v_0 + 0{,}0036125.g$$

Rozdělíme rovnice do dvou skupin (jsou dvě neznámé). Sečteme první dvě rovnice a druhé dvě rovnice a každou vynásobíme 1000

$$158{,}3 = 144.v_0 + 5{,}193.g$$
$$191{,}7 = 166.v_0 + 6{,}893.g$$

Vyřešíme soustavu například dosazovací metodou. Vyjde $g = 10{,}16\ \mathrm{m.s^{-2}}$, $v_0 = 0{,}733\ \mathrm{m.s^{-1}}$. Takto získané g a v_0 se opírá o čtyři měření a má větší váhu než výsledek z pouhých dvou měření. Ještě větší váhu bude mít výpočet založený na tabulce s 8 řádky.

Protokol:
Počet zubů 10, celková délka hřebene 0,20 m, vzdálenost sousedních zubů 0,02 m

Tabulka - Závislost dráhy hřebene na čase

s/m	t/s (bez zátěže)	t/s (se zátěží)
0,02	0,048	0,035
0,04	0,073	0,059
0,06	0,092	0,076
0,08	0,110	0,094
0,10	0,125	0,108
0,12	0,139	0,120
0,14	0,151	0,133
0,16	0,162	0,144
regrese:	$g = 9{,}79\ \mathrm{m.s^{-2}}$	$g = 9{,}95\ \mathrm{m.s^{-2}}$
skup. metoda:	$g = 9{,}68\ \mathrm{m.s^{-2}}$	$g = 9{,}98\ \mathrm{m.s^{-2}}$

Závěr:

Z grafu závislosti dráhy na čase lze subjektivně posoudit, že body lze proložit křivkou podobnou parabole, což odpovídá rovnici $s = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$. Po provedení kvadratické regrese z hodnoty koeficientu determinace $R^2 = 0{,}9998$ objektivně vyplývá, že body leží velmi blízko paraboly.

Hodnoty g vypočtené regresí i skupinovou metodou se při porovnání s hodnotou $g = 9{,}81\,\mathrm{m.s^{-2}}$ liší maximálně o 1,7 % a to při pádu bez zátěže i se zátěží. Protože odpor vzduchu je na tak krátké dráze zanedbatelný, demonstrovali jsme, že volný pád nezávisí na hmotnosti padajícího tělesa.

Zdrojem chyb může být odečítání časů z monitoru, zuby hřebenu nemusí padat kolmo na svislý směr. Ke zpřesnění by jistě pomohlo, pokud by vzorkovací frekvence mohla být vyšší než 1000 Hz.

Vybíjecí křivka kondenzátoru

Pomůcky: Systém ISES, moduly: ampérmetr, capacity-meter, kondenzátor na destičce, regulovatelný zdroj elektrického napětí (např. PS – 302A), přepínač, sada rezistorů, 6 spojovacích vodičů, soubor: **vybij2.imc**.

Úkoly:

1) *Porovnat vybíjecí křivky téhož kondenzátoru pro rezistory 500 Ω, 1 kΩ, 2 kΩ.*
2) *Určit kapacitu kondenzátoru z náboje a napětí.*
3) *Určit kapacitu kondenzátoru aproximací vybíjecí křivky.*
4) *Určit kapacitu kondenzátoru capacity-metrem.*

Teorie:

Měření budeme provádět podle obr. 1.

Obr. 1

Při přepnutí do pravé polohy se kondenzátor odpojí od zdroje a vybíjí se přes připojený rezistor. Proud klesá exponenciálně podle rovnice

$$i = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}, \qquad \text{kde} \quad I_0 = \frac{U_0}{R}.$$

Napětí U_0 je počáteční napětí, na které se nabije kondenzátor.
V grafu: „Závislost proudu na čase" lze počáteční náboj kondenzátoru Q_0 určit jako plochu pod vybíjecí křivkou, tedy integrací $Q_0 = \int_0^\infty i\,dt$.

Pro kapacitu kondenzátoru pak platí $C = \frac{Q_0}{U_0}$.

Provedeme-li v ISESu regresi exponenciální funkcí $y = a \cdot e^{bx} + c$, platí zřejmě $b = -\frac{1}{RC}$ a kapacitu lze vypočítat $C = -\frac{1}{b.R}$.

Protokol:

2), 3)

Tabulka č 1: Kapacita určená integrací a aproximací

$\frac{R}{k\Omega}$	1,0	1,5	2,0	2,5
$\frac{Q_0}{\mu C}$	64,21	63,99	69,13	69,95
$\frac{I_0}{mA}$	8,996	5,961	4,884	3,963
$\frac{U_0}{V}$	8,996	8,942	9,768	9,908
$\frac{b}{s^{-1}}$	140,59	93,52	70,13	55,64
$\frac{C_{int}}{\mu F}$	7,14	7,16	7,08	7,06
$\frac{C_{apr}}{\mu F}$	7,11	7,13	7,13	7,19

Kapacita určená integrací: $C_{int} = (7{,}11 \pm 0{,}04)\ \mu F$ $\delta C_{int} = 0{,}6\ \%$

Kapacita určená aproximací: $C_{apr} = (7{,}14 \pm 0{,}03)\ \mu F$ $\delta C_{apr} = 0{,}4\ \%$

Kapacita určená capacity-metrem: $C = 6{,}85\ \mu F$

Závěr:

Pro menší odpor začíná vybíjecí křivka vyšším proudem, ale rychleji klesá k nulovému proudu. Při větší hodnotě odporu probíhá vybíjení déle. Plocha pod křivkou, která představuje počáteční náboj na kondenzátoru, je vždy přibližně stejná.

Kapacita určená integrací C_{int} je větší než C o 3,8 % a kapacita určená aproximací C_{apr} je větší než C o 4,2%. U obou metod chybu výsledku zřejmě ovlivňuje vybíjecí proud dielektrikem kondenzátoru a také fakt, že vybíjení trvá nekonečně dlouho, zatímco graf na obrazovce končí v konkrétním čase 0,05 s. Určitá „rozházenost" grafu při proudu blížícím se nule souvisí s obecnou vlastností měřicích přístrojů, které na počátku rozsahu měří s největší relativní chybou. Dopouštíme se také chyby v určení I_0 a následného výpočtu U_0 z odporu, u něhož počítáme se jmenovitou, nikoli měřenou hodnotou. Na C_{apr} má vliv výběr bodů na křivce, neměli bychom volit body v oblasti nepatrného proudu. Největší zanedbání ale spočívá v tom, že neuvažujeme odpor ampérmetru (je asi 10 Ω) a ani přechodový odpor ve spínači v okamžiku sepnutí. Skutečný odpor obvodu je tedy větší a kapacita je menší než vypočtená.

Debrujárský "kufříček"

JAROSLAVA PACHLOVÁ
za Asociaci malých debrujárů ČR

V roce 2002 oslaví čeští debrujáři 10. výročí svého založení a k těmto narozeninám si "nadělili" soubor nazvaný HEURÉKA! BOX SET. Soubor obsahuje *videokazetu* s 38 pokusy, *brožuru* s metodickými návody k těmto pokusům a *CD-ROM(* souhrn všech materiálů).

Na semináři jste viděli ukázky těchto pokusů:
Silák, Magická krabička, Otisky prstů, Píšťalka a "Pilinový " obrázek (tzv. Magnetické holičství).

Pro práci s nejmenšími debrujáry či pro zábavu starších některé pokusy zkráceně přiblížím:

Píšťalka

Pomůcky
plastové brčko, nůžky

Postup
Na jednom konci zastřihni brčko do špičky z obou stran, pak oba konce zmáčkni k sobě a foukni - máš jednoduchou píšťalku.

„Pilinový" obrázek

Pomůcky
železné piliny, magnet, víčko od bonboniéry, do kterého předem nakreslíš obrázek

Postup

Do víčka předem namaluj vhodný obrázek (např. obličej bez vlasů a vousů) a pak na něj nasyp železné piliny. Z druhé strany víčka přidržuj magnet a přitahováním pilin obrázek "dokresluj" (vytvářej různé účesy apod.).

Otisky prstů

Pomůcky
fotografický papír, mastný krém, vývojka, ustalovač, voda, 3 nádoby (misky)

Postup
Celé dlaně si namaž mastným krémem a obtiskni na fotografický papír. Ten dej do vývojky - začne se objevovat otisk dlaně, potom propláchni ve vodě a nakonec vlož do ustalovače. Nechej oschnout a máš trvalý otisk dlaně. (Pracujeme při světle!)

Vše o debrujárech najdete na webových stránkách: www.debrujar.cz
(ukázka z kazety i objednávka na: http://www.debrujar.cz/heureka.htm)

Domácí úkol

... a na domácí úkol jsem nezapomněla !
Udělejte si doma podle následujícího návodu oblíbený pokus mých malých debrujárů ze Stráže u Tachova:

Mramorové mléko

Materiál

mléko, talířek nebo fotografická miska, ve vodě rozpuštěné potravinářské barvy sytých odstínů, kapátka, saponát (Jar)

Postup

Na talířek nalijte mléko, abyste pokryli dno. Na hladinu kápněte několik kapek různých barev. Kapičky se nerozlijí a ani nemíchají. Teď doprostřed kápněte saponát. Co se bude dít?

Nejdříve se barevné kapičky bleskurychle oddálí od středu ke kraji talíře a pak postupně začnou vířit a mísit se.

Pokus je efektivnější, dělá-li se ve větší fotografické misce, barvy se dlouho proměňují a "neviditelná" ruka je stále míchá. (Vyzkoušejte různě tučná mléka, optimální je s 2% obsahem tuku.)

Poznámka

Mléko obsahuje tuk, a tak se nejdříve kapičky barev s mlékem nemísí, ale saponát tuk "rozpouští"...,svou roli v části pokusu sehrává i povrchové napětí... - vše si ověřte pokusem a výsledky si porovnáme na příštím semináři !

Pokusy z volné ruky

ZDENĚK DROZD
KDF MFF UK Praha

JITKA BROCKMEYEROVÁ

Pokusy z volné ruky, o nichž je řeč v tomto příspěvku, patří k těm pokusům, na jejichž realizaci není zapotřebí žádných složitých nebo drahých pomůcek. Jediné, co potřebujete, je chuť do experimentování. Poněkud nezvyklý název jsme převzali z německé literatury, kde je celkem běžný. Zdá se nám docela výstižný. Proto jsme jej použili i pro název rubriky v časopise Matematika – fyzika – informatika. Rubrika existuje již třetí rok a je otevřená příspěvkům učitelů všech typů škol.

Pokusy z volné ruky mají mnohostranné využití. Mohou sloužit jako klasický doplněk výuky (demonstrační a frontální pokusy), můžete je použít při nečekaném suplování ve třídě, kterou běžně neučíte, využít je jako motivaci pro domácí experimentování žáků nebo pomocí nich testovat výpočty, které jste prováděli v hodině fyziky. Nejdůležitější ale je to, že žáci mohou tyto pokusy kdykoli sami opakovat nebo i vymýšlet. To je umožněno již zmíněnou dostupností pomůcek, kterými jsou běžné předměty denní potřeby, mnohdy i věci končící za jiných okolností na smetišti.

V tomto příspěvku uvádíme několik ukázek pokusů z volné ruky.

1. Aerodynamický paradox

První skupinou pokusů jsou ty, které slouží k demonstraci probíraných jevů. Nemusí to být klasický demonstrační pokus, ale mohou jej provádět sami žáci. Jako příklad uvedeme dva pokusy věnované aerodynamickému paradoxu. Žáci občas nedůvěřují tvrzení, že v rychleji proudícím vzduchu je nižší tlak než ve vzduchu, který proudí pomaleji, nebo vůbec. Je proto dobré tento jev názorně ukázat (Obr. 1).

Obr. 1

K prvnímu pokusu použijete skleničku a brčko. Z brčka odstřihněte kousek, jehož délka je srovnatelná s hloubkou připravené skleničky. Skleničku naplňte vodou tak, aby hladina dosahovala asi 1 cm pod její okraj. Brčko ponořte, aby vyčnívalo 1 – 2 cm nad hladinu. Přidržte jej jednou rukou a druhým kusem brčka foukejte nad jeho horním okrajem.Voda stoupá ponořeným brčkem vzhůru a je rozstřikována do okolí. Vysvětlení je jednoduché. V proudícím vzduchu je nižší tlak než nad hladinou. Proto je voda vytlačována brčkem vzhůru a následně rozprášena proudícím vzduchem. Vyrobili jste jednoduchý model rozprašovače. Žáci budou jistě znát nejrůznější zařízení založená na principu právě demonstrovaném.

Aerodynamický paradox můžete ukázat také např. následujícím způsobem. Na stůl položíte desetník a fouknete nad ním. Foukejte mírně shora, ale téměř vodorovně. Desetník vyskočí vzhůru. Je to opět způsobeno rozdílem tlaků nad desetníkem a po ním. V proudícím vzduchu nad horní stranou mince je tlak menší, pod spodní stranou větší.

2. Létající brčko

Pokusy z volné ruky mohou sloužit také jako motivace k domácímu experimentování žáků. Nastíníme určitý problém, nebo předvedeme experiment v nehotové formě a žáci mají za úkol problém vyřešit, nebo dotáhnout experiment zdárně do konce. Příkladem mohou být „létající brčka".

Žáci si vyzkouší, že brčka sama o sobě příliš dobře nelétají. Potom ukážete, jak je možné letové vlastnosti brčka vylepšit. Na jeho konce přilepíte dva papírové kroužky. Jeden větší, druhý menší (Obr. 2). Kroužky slepíte z proužků kancelářského papíru. Jejich šířka je 1 – 2 cm. Průměr kroužků je několik cm. Hodíte-li takto upravené brčko menším kroužkem dopředu, docela dobře letí. To ale není pravda vždy. Vyrobte několik takto upravených brček a zvolte různé velikosti kroužků. Uvidíte, že brčka létají dost odlišně. To předveďte žákům a zadejte jim jako domácí úkol, aby experimentovali s různými velikostmi nalepených kroužků a vyrobili co nejlépe létající brčko. Z přinesených výrobků pak společně vyberete nejlepší, např. formou soutěže o nejdelší nebo nejelegantnější let. Podle vítězného prototypu žáci vyrobí další létající brčka a ověří jejich letové vlastnosti. Můžete také společně hledat vysvětlení, proč takto upravená brčka létají. Zdůrazněte žákům, že tento problém není podle vašich znalostí nikde vysvětlen a že pracují na něčem zcela novém. To může být pro vaše žáky silně motivující výzva.

Obr. 2

S úpravou brček, která je zde popsána, se autoři příspěvku seznámili na jedné z mnoha zajímavých prezentací Asociace malých debrujárů. Jde tedy o převzatý nápad. To ale platí pro většinu jednoduchých pokusů, s kterými se setkáte v různých publikacích, časopisech nebo na Veletrhu nápadů učitelů fyziky. Nejde nám o to, abychom prezentovali původní, zcela nové pokusy. V tomto oboru se již dnes dá vymyslet málo nového. Důležité je, aby se učitelé seznámili s co největším počtem zajímavých nápadů a aby je mohli použít ve své práci. Mnohé jednoduché fyzikální pokusy bychom mohli považovat za jistou formu folklóru. Nikdo asi nezjistí, kdo je jejich autorem, to ale v tomto případě vůbec není důležité. Podstatné je, aby pokusy tohoto typu oslovily co nejvíce dětí a ukázaly jim, jakým dobrodružstvím může být studium fyziky.

3. Neposedný plíšek

Další skupinou pokusů z volné ruky jsou různé problémové experimenty. Máme na mysli experimenty, které navozují určitý problém a žáci jej mají vysvětlit. Může to být problém z libovolné partie fyziky i takové, která byla probírána před dost dlouhou dobou. Tím si žáci

připomínají různé poznatky a odhalují souvislosti v probraném učivu. Uvádíme ukázku takového problémového pokusu.

K jeho provedení budete potřebovat vařič, nebo kahan, vhodnou rukavici, kousek plechu (měď, mosaz, apod.) a větší kovovou podložku (silný plech, kovadlinu, ...). Poslední pomůckou bude plátek slídy. Ta se poněkud hůře shání. Můžete ji získat např. ze starého kočárku, který odpočívá zapomenutý na půdě u někoho z příbuzenstva. Jeho vypátráním můžete popřípadě pověřit žáky.

Plechový pásek o rozměrech např. 3 cm x 10 cm ohněte do půlkruhu. Ze slídy vystřihněte obdélník o rozměrech asi 3 cm x 4 cm. Slídová destička musí být tenká. Ztenčíte ji loupáním. Tloušťku je zapotřebí vyzkoušet v průběhu pokusu. Na stůl položte kovovou podložku s rovným povrchem, na ni dejte slídovou destičku. Plechový pásek ohnutý do půlkruhu nechejte nahřát na plotýnce vařiče, nebo jej nahřejte nad kahanem. Horký plechový díl položte pomocí rukavice na slídu a snažte se, abyste jej nerozkývali (Obr. 3). Pozorujte, co se bude dít. Ohnutý plech se sám od sebe rozhoupe a dost dlouho vydrží vykonávat houpavý pohyb. Toto podivné chování neposedného plíšku si nechejte vysvětlit od žáků.

Obr. 3

Vysvětlení je následující. Od teplého plechu se ohřeje horní lístek slídy. Slída je složena z několika tenkých vrstviček, které drží pohromadě. Teplotní roztažnost slídy způsobí, že se vrchní vrstvička, která je přímo ve styku s horkým plechem, roztáhne více než vrstvičky pod ní. Díky tomu se slídová destička vyboulí, strčí do ohnutého plíšku, který se začne pohybovat. Slída se v místě, kde byla plíškem ohřátá, po jeho odvalení ochladí od kovové podložky a vše se opakuje kousek vedle. Tímto mechanismem je neposedný plíšek udržován v houpavém pohybu. Slídová destička se chová podobně jako ohřívaný bimetalový pásek.

3. Prst ve vařící vodě

Další pokus patří do skupiny experimentů s překvapivým výsledkem. Takové pokusy můžete zařadit do výuky v okamžiku, kdy potřebujete žáky „duševně občerstvit", odlehčit hodinu (např. po písemné práci) nebo při jiných vhodných situacích.

K pokusu si připravíte dostatečné množství studené vody, ledové kostky, varnou konvici a skleničku, popřípadě hrneček. Studenou vodu, kterou jste nechali dostatečně dlouho v chladničce, nalijte do termosky a přidejte do ní větší množství kostek ledu. Tuto chladící směs přenesete do třídy. Ve varné konvici uveďte do varu vodu. Po dobu, kterou trvá ohřev, nechejte svůj ukazováček ponořen do ledové vody v termosce, aby se dostatečně prochladil. Někoho ze žáků pověřte tím, aby vařící vodu z konvice opatrně přelil do připraveného hrnečku, nebo sklenice (samozřejmě takové, která po naplnění horkou vodou nepraskne). Potom rychle strčte prochlazený prst do horké vody. Dotkněte se dna hrnečku a vyndejte jej. Prst může zůstat ve vodě asi 1 sekundu, aniž byste si ublížili. Rychlost a dobu ponoření prstu

je nutné vyzkoušet. Žáci budou jistě vaším představením překvapeni. Společně potom hledejte důvody, proč jste se nespálili.

5. Jak stříká voda

Součástí hodin fyziky je počítání příkladů. Při výpočtech si často zjednodušujeme situaci tím, že zanedbáváme některé vlivy (odpor vzduchu, kapilární jevy atd.). Málokdy ale žáci ověřují, zda vypočtený výsledek odpovídá realitě. Při výpočtu téměř vždy dochází k idealizaci zkoumaného jevu, a tím k vytváření přibližného modelu skutečnosti. To je ve fyzice docela běžné. Běžné je ale také to, že je použitelnost modelu ověřována porovnáváním s výsledky experimentů. Právě takovémuto ověřování je věnována další skupina pokusů z volné ruky. Názorně si tuto situaci ukážeme na následujícím příkladu.

Máme spočítat, v jaké výšce nade dnem válcové nahoře otevřené nádoby mají být v její stěně proraženy dva malé otvory (např. vpichy provedené hřebíkem), aby voda z těchto otvorů stříkala do stejné vzdálenosti od nádoby. Přitom víme, jaká je hloubka vody v nádobě. Otvory musí být v různých výškách nade dnem. Při výpočtu zanedbáme vliv vzduchu na stříkající vodu a případné jevy „kapilární povahy", vznikající na rozhraní stěny nádoby a vodního paprsku.

K výpočtu použijeme vztah pro rychlost výtoku kapaliny z nádoby

$$v = \sqrt{2gh}\ , \tag{1}$$

kde v je rychlost vytékající kapaliny, h hloubka otvoru pod hladinou a g velikost gravitačního zrychlení. Tento vztah je odvozen pro případ, kdy průřez otvoru je velmi malý v porovnáním s průřezem nádoby.

Rychlost vytékající vody roste s hloubkou otvoru pod hladinou. To někdy vede žáky k domněnce, že úloha nemůže být úspěšně vyřešena. Zapomínají na to, že otvorem ve větší hloubce sice voda stříká ven větší rychlostí, ale otvor je níž nad stolem, nebo podložkou, na níž nádoba stojí, a voda má proto méně času na svůj pohyb vzduchem.

Použijeme-li dále vztah pro dobu t volného pádu z výšky h

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}\ , \tag{2}$$

vypočítáme nakonec, že pro hloubku vody h v nádobě a výšky otvorů nade dnem h_1, h_2 platí

$$h = h_1 + h_2\ . \tag{3}$$

Tento výsledek se dá snadno ověřit pokusem (Obr. 4). Nádobu vyrobíte z dvoulitrové plastové lahve od limonády, coly apod. Odřízněte její horní část, a tím získáte zhruba takovou nádobu, o níž se v příkladu jedná. Označte si na ni výšku vodní hladiny a hřebíkem prorazte v její stěně dva otvory tak, aby byla splněna podmínka (3). Nádobu naplňte a pozorujte, kam bude voda z obou otvorů stříkat, až hladina poklesne k naznačené rysce, tedy až bude splněna vypočtená podmínka $h = h_1 + h_2$. Výsledek vás asi neuspokojí. Voda stříká do různých vzdáleností, a děj neprobíhá ani přibližně podle našeho výpočtu.

Je tedy vidět, že náš model situace byl špatný. Nelze jen tak jednoduše zanedbat všechny vlivy, které na stříkající vodu působí. Největší podíl na nesprávném výsledku mají právě asi ony zanedbané „kapilární jevy".

Obr. 4

Pokud budete s žáky provádět takováto ověření výpočtů, stane se pro ně jejich řešení zajímavým a smysluplným. Naučí se totiž posuzovat, zda počítají daný problém dostatečně přesně a jestli je jejich výsledek použitelný v konkrétním případě. Zároveň si uvědomí, že svět kolem nás se sice chová podle fyzikálních pravidel, kterým se učí v hodinách fyziky, ale náš náhled je mnohdy zjednodušený, a přesný popis mnoha jevů kolem nás je často velmi komplikovaný.

The harmony and the beauty in the physics and the art

VESSELINA DIMITROVA
St. Kliment Ohridsky University of Sofia, Bulgaria

"The perception of the beauty of science have to educate."

The analysis of the stages in the creating of a science theory and that of a work of art shows deep parallels in the creative process. In the both cases there is transmission of information and definite content into this process. All famous men of science talk about elegant science models and theories, orderly and beautiful hypothesis .In the science the analytic component is stronger then in the art, and in the art- is emotional one. But in the both cases there are imagination and creation. Basically both human activities have much common, they hand down same basic truth for the Nature. The fundamental driving force in the cognition in the creative process, which runs like a gold thread through the ages and directs man's spirit progress, is the Beauty. The antique definition for Beauty is harmonic combination of the fragments with the whole.

The Physics is science for the Nature and every one-research work is connected with look for scientific truth. The creative work of many famous physicist shows us that they are not only searched for the scientific truth, but also the harmony and the beauty in the Nature, in the theory and experiment or in the beautiful models, hypotheses, equations. According to Swedish physicist Hans Alfven, Noubel's laureate of physics, the scientific research of physicist resembles creative work of artist because and the men of science and the artist separate the substance from the chaos of sensual perceptions and present that into more concrete, more orderly and elegant forms. The painter gives expression of himself own thoughts and feelings with the help of colours and shade of colours of paints, the sculptor – by the clay and the stone, the composer – by the sounds of differing instruments, the poet – by the sounds of the poetry , the physicist – by the symbols ,models ,formulae ,hypotheses ,equations and theories .The beauty of the formula differs from the beauty of the music not less than the beauty of the music from the beauty of the picture [1],[2].

In the science there are so much examples, which show the likeness between science creation and artistic creation. May be the reason for that is the aspiration of the scientist to construct himself own scientific researches according to the law of beauty and harmony. In the Antiquity Platoon in his 'Principles of the Cosmos" for the first time "painted" one wonderful picture of the world using proportions and law of "the gold division". Platoon used the proportions 1:2:4:8 and 1:3:9:27, which composed combinations of musical tones. In this way Platoon filled the Universe with unheard of music composed according to the rules of the musical harmony. He really created this picture of the Universe more as artist than as scientist. This kind of scientific creation is possible to relate to the art. Later on "the poet" Kepler wrote:" The heavenly motions are one wonderful polyphonic music, what is perceived not by the hearing and by the mind." Galilee, Newton, Faraday and Maxwell continue to search for the mystery of the Great Harmony in the Nature. M. Faraday describes so emotionally the observed phenomena in his investigations of electrical gas discharges: "In the nitrogen the electrical sparks are so much beautiful. They have the same appearance as in the air, but they possess stronger colour with bluish or scarlet nuance. The noise accompanied them, it seems to me, especially melodious. In the oxygen the sparks were with colour more white then in the nitrogen or air, but it seems to me, that they are not so much bright. In the

hydrogen the sparks were with very beautiful raspberry colour. In the carbon dioxide the colour of the spark was the same as one in the air, but with greenish nuance."

There are so much books and reports, where it is written about the beauty of mathematical formulae, about unusual elegance and symmetry of the equations in the electromagnetic theory of Maxwell. Maxwell compares the geometric beauty with the beauty in the art. "The rivers and the hills haven't symmetry, but theirs form give us pleasure, what is connected with the presentment that it corresponds to the forms of moving matter. When these objects are represented by the art, they obtain a new beauty as a language of the Nature, what the man understands". The symmetry between the electricity and the magnetism, investigated by M. Faraday and Maxwell may be is show of astonishing beauty and harmony of the Nature.

The next group famous physicists continue to search for the symmetry in the phenomena or in the principles and the laws, what they are discovered. About Pauli's exclusion principle one famous physicist will write:" We admire the beauty and mysteriousness of this principle and its fruitful applications in different fields of Physics." The symmetry is found to be law of beauty, indication for excellently. And the excellently to a certain degree is subjective because even the physicists perceive in different way the beauty of one formula or equation as and the artists in different way feel the beauty of Leonardo's or Rembrand's pictures. The process of the rise of new idea for the beauty, the harmony and the symmetry in the Nature may be never is to interrupt, because that is aesthetic necessity of man.

The examples from the history of Physics as a science for the Nature, as a science for the beauty, harmony and symmetry could use in the teaching of Physics. By the inter-discipline relations between physics and literature, music and fine arts the pupils could feel and discover for themselves the beauty, harmony and symmetry in the Nature, acquire and systematize their physics knowledge.

As an example, let examine the problem for the motions of waves in the Nature and for the systematization and the generalization of pupil's knowledge about this kind of motions. Besides the traditional physics experiments [3],[4], formulae and tables, the lesson could became more interesting using different creative works of painters, poets and composers. It is possible the pupils by their self-dependant works to express their knowledge for waves and wave motions and phenomena. When the pupils study mechanical oscillations and waves they could prepare themselves own answer of the question;" How the physicist, the poet, the composer or the painter perceive and express water waves?" During the educative seminar the pupils could discuss their answers of this question, could develop their interests and abilities. It is possible to use inter-discipline relations between physics and literature by creative works of famous marine poets or writers, where the authors give expression by words their notion for the sea waves and the sea as water element. The poetry will show one new perception of the water waves and introduction of phenomena, observed by the poet. It is possible to use pictures of famous painter of seascapes I. Aivazovsky. For over a hundred years I. Aivazovsky has been one of Russia most popular artist. His success was well-earned for no other artist managed to capture with such brilliance, convection and apparent ease that most difficult of subjects for the painter – the changing moods of the sea. He created a new school of painting, thus making his mark on the marine painting of his own and subsequent generations.By colours and nuance of the paints the artist expresses surface of the sea, light of the sea breeze, soft outline of the beach or the storm at the sea in his own pictures: The wave, The Tenth wave, Storm at Sea, White-caps on the Coast of the Crimea, The Crimea, Morning at Sea, Storm in the North Sea. Completely in different way other Russia artist N.Rerix presents in his own pictures the water surface in the mountain. And this is not accident, because every one of the artists reveals the inner side, not the outside of the life depending on his own culture, religion and view of life.

The picture of Japanese painter H.Kokusay " In the sea waves in Kanagava", it goes by the name of " The Big Wave", shows us not only other shape of the sea wave, but deep difference between the art in Europe and the art in Japan [5]. In Europe the matter is opposed to the spirit, as the spirit is object of the of the religion and the matter is object of the science. In China and Japan there are unique conception for fields of spirit and of matter - no difference between these fields, they are all over. That means – the art is basic means of expression and figure of speech of the human dearest feelings and thoughts, connected with the mystery of the universe. Such point of view for spirit and the matter is expressed in conception DAO. This cosmic principle became corner stone in Chinese and Japanese painting[5], [6].

In one original way Czech painter Zdeněk Hajný expresses wave motion using the principle of symmetry, that mains – principle of beauty and harmony in his own pictures [7]: "Spiral of Hope", "Landscape of Hope" ,"The Light of the Creation", "From the " Angels" Cycle,"Cesta odletu", "Z cyklu Poutníci V, XII". The inside harmony and freedom of perception of his pictures are characteristic special features of Hajný creative work. The pictures of Hajný , where the painter uses in original way primary colours and additional colours, could successfully use in the study of light phenomena. I shall not talk about emotional fund and spirit of these pictures, what every one of us feels and perceives by personal way.

When we us the pictures of Aivazovsky the emotional perception could be stronger by using musical forms of motion of sea waves in the symphonic poem of Chjurlonis "The Sea". Other example is Mendelson-Bartoldy's overture on two poems of J.Gjete- "Sea quietness" and "Happy marine navigation" where the musical forms are sea waves, which are quite moving to the seaside or like marine breeze or marine surf. The musical forms of water or motion in the river we could found in the famous musical poem of Czech composer D.Smetana - "Vltava" or in the musical poem of Bulgarian composer P.Vladigerov - "Vardar". All these musical compositions give us new means and ways for interpretation of study wave motions in the lessons of Physics.

Again let return to the Antiquity and remember Platoon's principles for the Cosmos where " the Universe is created by master-creator, who is good-natured. And creator, who is kind never and for nothing could envy someone. It is not possibly such creator to create something, what don't to be beautiful and wonderful. The Cosmos is living creature with spirit and mind. But the man is created like this Cosmos and man's body and spirit repeat this wonderful construction and form of the Universe". Don't forget it! "From the beautiful forms we could move to the wonderful thoughts and from the wonderful thoughts-to the nice life"-said Platoon in the Antiquity jet.

Bibliography:

[1] Moroz O., In the Search of Harmony, Moscow, Atomizdat, 1978.
[2] Kostin V., V.Yumatov , The Language of the Fine Arts, Moscow,Znanie, 1978
[3] Lustig F. at all: "Intelligent School Experimental System (ISES)", Praha, 1992.
[4] Lustig.,F.: http://www.ises.info
[5] Svetlov G., The Cradle of Japanese civilization, Moscow, Iskusstvo, 1994.
[6] Rowly G., Principles of Chinese painting, Moscow, Nauka, 1989.
[7] Mraz B., K. Funk, Zdenek Hajny, Nakladateltvi, Bbart ,1998.

MHD zdroj EMN

VLADIMÍR LYSENKO
katedra fyziky PřF Ostravské univerzity, Ostrava

V příspěvku je popsán přípravek MHD (magnetohydrodymického) zdroje EMN (elektromotorického napětí).

Pomůcky
2 ks neodymový permanentní magnet (NdFeB) rozměru 40x20x10 mm
2 ks úhelníky z nemagnetického (Al) plechu 80x20x5 mm, tl. 0,5 mm
2 ks šroub M3x40 mm
1 ks milivoltmetr
1 ks kahan (náplň líh, benzin, nafta, petrolej)
1 ks teslametr s Hallovou sondou

Řez přípravkem

Postup montáže
Úhelníky sešroubujeme tak, aby je svorníky nezkratovaly. Vzdálenost vnitřních distančních matic volíme tak, aby jednotlivé úhelníky nebyly galvanicky spojeny. Použité neodymové magnety jsou magnetovány ve směru kolmém na největší plochu. Magnety podložíme izolací (slídou, asbestem) a přiložíme izolovaně na spojené úhelníky. Vzájemná přitažlivá magnetická síla postačí k jejich přidržení.

Výstupní napěťové svorky realizujeme nastřihnutím plechů u některého z konců úhelníků a jejich vyhnutím a očistěním.

Příprava a postup měření
MHD přípravek uchytíme izolovaně do stojanu a umístíme nad zapálený kahan případně hořák tak, aby plamen procházel vytvořenou trubicí. Parazitní termonapětí zjistíme po zapálení plamene, ale bez použití magnetů. Bylo naměřeno asi *30 μV*. Vlastní měření probíhá s přiloženými magnety. Změnu hodnot výstupního napětí lze dosáhnout posouváním plamene v průřezu trubice.

Naměřené hodnoty

Max. hodnota magnetické indukce uvnitř trubice (bez plamene)	**350 mT**
Výstupní stejnosměrné napětí (s lihovým plamenem)	**5-50 mV/ 1 MΩ**
Teplota lihového plamene	asi 500 ^{0}C
Max. hodnota magnetické indukce uvnitř trubice za provozu	**180 mT**
Pracovní teplota magnetů	80 ^{0}C

Kolísání plamene způsobuje změny koncentrace iontů, a to vede na kolísání výstupního stejnosměrného napětí.

Fyzikální jevy podílející se na činnosti

1. Ionizace vzduchu plamenem na kladné a záporné ionty
2. Natáčení směru pohybu kladných a záporných iontů magnetickým polem navzájem opačnými směry
3. Hallův jev v ionizovaném prostředí plamene
4. Sběr iontů vnitřními stěnami přípravku

Poznámka:
Nízká koncentrace iontů v plameni a malá postupná rychlost vede na velmi malé průměry šroubovic pohybu iontů. To vede na malé objemové využití iontů v plameni (jsou využity pouze ionty nacházející se těsně u vnitřních stěn přípravku). Tyto faktory vedou k malému dosahovanému výstupnímu napětí a relativně velkému vnitřnímu odporu zdroje.

Technické parametry magnetů

Remanence Br [mT]	Koercitivita [kA.m^{-1}]	Teplotní koef. [% .^{0}C $^{-1}$]	Curierova teplota [^{0}C]	Max. pracovní teplota [^{0}C]
(NdFeB) 1100	750	- 0,14	310	140
ALNICO 1310	140	-0,02	860	350
SmCo 890	670	-0,3	720	250

Poznámka
Hodnoty v tabulce jsou pouze orientační.

Literatura

[1] FRANK,H.: Fyzika a technika polovodičů, SNTL, Praha, 1990.
[2] FUKA,J.-HAVELKA,B.: Elektřina a magnetizmus, SPN,Praha, 1979.
[3] www.magnety.cz, www.wamag.cz, www.magnets.com

MHD přípravek při měření

Netradičné úlohy z fyziky

MARCELA NEVEDELOVÁ
Stavebná fakulta STU Bratislava

Naozaj musia byť úlohy z fyziky pre väčšinu žiakov len nudnou a nepríjemnou záležitosťou? Tak na takúto otázku by som veľmi rada odpovedala:„Samozrejme, že nie!" V súčasnosti sa viacero učiteľov - fyzikov snaží o spestrenie výuky fyziky. Rada by som sa zaradila medzi nich. Z tohto dôvodu je aj príspevok venovaný tejto problematike.

Mojou snahou je zostaviť pre žiaka už na prvý pohľad pútavé príklady v netradičnom zadaní, v rámci ktorého by bola použitá konkrétna metrika. Samotné zadanie by pozostávalo z dvoch častí- obrazovej a textovej.

V obrazovej časti by bola vtipne navodená situácia korešpondujúca s reálnym životom, pri ktorej by bola využitá celá paleta farieb, zobrazené zábavné postavičky blízke mentalite žiaka... Tieto faktory by mali prispieť k vyvolaniu kladných pocitov u žiaka a v konečnom dôsledku k jeho vnútornej motivácii, tak potrebnej vo vyučovacom procese.

Sprievodný text zadania úlohy by mal poslúžiť hlavne k položeniu otázok, na ktoré má žiak odpovedať, príp. k uvedeniu konkrétnej mierky. Údaje potrebné na vyriešenie úlohy by neboli žiakovi explicitne dané, ale skryté v jej obrazovom zadaní, čím by sa zase eliminoval formalizmus riešenia.

Predkladané úlohy sú vypracované aj s kompletným riešením, ktoré obsahuje nielen numerický výpočet daného problému, ale aj akýsi myšlienkový postup. V prípade vhodnosti je aj samotné riešenie obohatené o názorný obrázok. V takejto podobe by mohli byť predkladané úlohy použité aj ako študijný materiál pre samotného žiaka.

Na ukážku uvádzam niekoľko príkladov, buď s kompletným riešením a komentárom alebo len zadanie úlohy.

1. príklad- s riešením

Dvaja panáčikovia držia tretieho panáčika, ktorý visí na lane. Hmotnosť visiaceho panáčika je *20 kg*. Ktorý z panáčikov– záchrancov musí v situácii znázornenej na obrázku držať lano silnejšie a akou silou? Hmotnosť lana zanedbajte.
(*1 dielik* na obrázku predstavuje dĺžku *1 m)*

Riešenie:

Visiaci panáčik pôsobí na lano svojou tiažou G. V dôsledku toho sa časť lana napína silou F_1 a druhá časť silou F_2. Zo zákona akcie a reakcie vyplýva, že takými istými silami F_1 a F_2 musia panáčikovia – záchrancovia držať lano na jeho koncoch. Uhly α a β, ktoré zvierajú sily F_1 a F_2

s vodorovnou osou, zistíme využitím goniometrických funkcií dajúc do pomeru počty dielikov odčítaných z obrázka.

$m = 20\,\text{kg}$

$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{2}{2}\right) = 45°$

$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{3}{2}\right) = 56{,}3°$

$F_1 = ?$

$F_2 = ?$

Keďže je lano v rovnováhe, musí platiť, že výslednica síl naň pôsobiacich je nulová. Po rozložení síl F_1 a F_2 do vodorovného a zvislého môžeme napísať pre sily rovnosť

v smere osi x

$$F_1.\cos\alpha = F_2.\cos\beta \qquad (1)$$

a v smere osi y

$$F_1.\sin\alpha + F_2.\sin\beta = G \qquad (2)$$

Po vyjadrení neznámej F_1 z rovnice (1) dostávame

$$F_1 = F_2.\frac{\cos\beta}{\cos\alpha} \qquad (3)$$

Po dosadení do rovnice (2) a vyjadrení sily F_2 môžeme písať vzťah

$$F_2 = \frac{G}{\cos\beta.tg\alpha + \sin\beta}$$

a po číselnom dosadení

$$F_2 = \frac{20\,\text{kg}.9{,}81\,\text{m.s}^{-2}}{\cos 56{,}3°.\,\text{tg}45° + \sin 56{,}3°} = 141{,}5\,\text{N}$$

Pre veľkosť sily F_1 po číselnom dosadení do rovnice (3) dostávame

$$F_1 = 141{,}5\,\text{N}.\frac{\cos 56{,}3°}{\cos 45°} = 111\,\text{N}$$

Panáčik, ktorý je na vyššej skale, musí držať lano silou až 141,5 N, čo je asi o 30 N viac, než panáčik na nižšej skale.

2. príklad- s riešením

Akou silou F musí „Pán v modrom" držať fúrik s nákladom? Koľkokrát nám fúrik „šetrí sily"? (1 dielik *na obrázku zodpovedá dĺžke* 20 cm *a sile* 200 N)

Riešenie:
V tomto príklade ide o jednoramennú páku, pri ktorej osou otáčania je os kolesa fúrika.
Z obrázka zistíme veľkosť tiaže G nákladu.
Keďže nám má fúrik „šetriť sily", hľadaná sila F by mala vyjsť omnoho menšia než tiaž G nákladu.
Z obrázku možno odčítať veľkosti ramien a, b pôsobiacich síl G a F.

$G = 3\text{diel}.200\,\text{N} = 600\,\text{N}$

$a = 2\,\text{diel}.0{,}2\,\text{m} = 0{,}4\,\text{m}$

$b = 6\text{diel}.0{,}2\,\text{m} = 1{,}2\,\text{m}$

$F = ?$

Využijeme momentovú vetu vzhľadom na bod O, ktorým prechádza os otáčania

$$a.G = b.F$$

Po vyjadrení neznámej sily F a číselnom dosadení dostávame

$$F = G.\frac{a}{b} = 600\text{N}.\frac{0{,}4\,\text{m}}{1{,}2\,\text{m}} = 200\,\text{N}$$

Keď dáme do pomeru veľkosti síl G a F dostávame

$$\frac{G}{F} = \frac{600\,\text{N}}{200\,\text{N}} = 3$$

„Pán v modrom" musí držať fúrik s nákladom silou 200 N. Je to 3-krát menšia sila, akou by musel držať náklad bez fúrika.

3. príklad- zadanie

Malého Milanka už dávno priťahuje školáčka Alenka. Veľkosť tejto obrovskej sily sa nedá číselne vyjadriť. Zistite aspoň jej fyzikálnu zložku, príťažlivú gravitačnú silu, ktorá medzi nimi pôsobí v danej situácii.
Milanko má hmotnosť 15 kg a Alenka je trikrát ťažšia.
(1 dielik na obrázku zodpovedá dĺžke 18 cm v skutočnosti a gravitačná konštanta je $\chi = 6{,}67.10^{-11}\,\text{kg}^{-1}.\,\text{m}^3.\text{s}^{-2}$.)

„Prvé Komenského fyzikálne divadlo v 21. storočí" SCHOLA LUDUS – TELEFÓÓÓN, alebo niečo o tom ako sa vyvíjalo posielanie správ...

ANDREA MARENČÁKOVÁ
KATARÍNA TEPLANOVÁ
Nadácia Schola LUDUS, FMFI UK Bratislava

Cieľom programu je oživiť školskú výučbu netradičnými neformálnymi postupmi, alternatívnymi koncepciami a materiálmi, tak aby sa škola stala „hrou a skutočnou dielňou múdrosti a ľudskosti". Projekt nadväzuje na skúsenosti, ktoré SCHOLA LUDUS získala v doterajšej činnosti - pri tvorbe a realizácii interaktívnych výstav, vzdelávacích filmov, televíznych vstupov, práce s učiteľmi ako aj zahraničné trendy, kde neformálne vzdelávacie postupy majú zelenú.

Prvé pripravené predstavenie je určené žiakom druhého stupňa základných a stredných škôl ako motivácia k objavovaniu a systematickému experimentovaniu a súčasne ako pomôcka pre žiakov a učiteľov k priamej podpore výučby tematického okruhu ZVUK. Samotné predstavenie trvá približne 25 minút. Predstavenie má slúžiť aj ako inšpirácia pre žiakov, ktorí sa prihlásia do záujmových krúžkov SCHOLA LUDUS: Vedecké divadlo.

Do zdramatizovaného programu (Príloha) sú zaradené jednoduché fyzikálne demonštrácie, ktoré pokrývajú značnú časť učiva na ZŠ a SŠ - *zdroje a šírenie zvuku v rôznych prostrediach; frekvencia a amplitúda zvukovej vlny; výška a hlasitosť zvuku; usmernenie, odraz a pohlcovanie zvuku rôznymi materiálmi; rýchlosť zvuku v rôznych prostrediach, vplyv teploty a hustoty prostredia na rýchlosť zvuku, tlakový a vlnový model zvuku.*

Séria nasledujúcich experimentov, s výnimkou prvého, je podľa nás vhodná aj na podporu systematického budovania pochopenia mechanickej povahy zvuku.

1. **Rijkeho trubica a „Spievajúce hadice"**. Atraktívne demonštrácie sú zaradené do programu, z hľadiska možností žiakov pochopiť fyzikálny proces, „predčasne". Demonštrácie spolu so spôsobom ich uvedenia na scéne (pozri Prílohu) slúžia na vyvolanie záujmu žiakov o pochopenie zložitého procesu. (Očakáva sa nie jednorazová, ale dlhodobejšia motivácia.)

2. **Amplión a veľké ucho**. Spravíme ho rukami, prípadne papierovou rolkou, či iným kužeľom. Ak sa použije tento experiment ako jeden z prvých, je vhodné ho pripomenúť aj po sérii pokusov 4, 5, 6, 7, ktorými sa môže naplniť pochopenie, prečo je zvuk usmerniteľný.

3. **„Zvony"**. Rôzne dlhé kovové rúrky z jedného materiálu sa hádžu vo vodorovnej polohe na zem. Po dopade počuť tóny rôznej výšky – dlhšia rúra vydáva nižší tón. Pri dopade sa najskôr rozkmitajú molekuly kovu a až od nich okolitý vzduch. V „uzavretom" priestore vo vnútri rúry sa vytvorí stojaté „vlnenie" - polvlna (ktorú nepočuť), celá vlna, 2/3 vlny atď., s vlnovou dĺžkou $\lambda=2.l/n$, l je dĺžka rúrky, n=1, 2, 3, ... Pri dlhšej rúre je teda vlnová dĺžka väčšia, alebo inak, frekvencia $f=v/\lambda$ menšia. Počuť nižší - hlbší tón. K výkladu o vlnových dĺžkach má zmysel pristúpiť až po zavedení modelov zvuku (experimenty 8, 9). „Zvony" možno využiť aj na sledovanie doby znenia - útlmu.

4. **Lodný telefón**. Dve osoby komunikujú cez duté kovové rúry (použiť možno rúry rôznej dĺžky a priemerov). Pri dutej rúre, možno počuť zvuk dvakrát, najskôr zvuk šíriaci sa kovom, potom zvuk šíriaci sa vzduchom. Možno si vypočítať aká by mala byť minimálna dĺžka rúry,

aby sme zvuk počuli dvakrát. Ucho je schopné rozlíšiť dva rôzne zvuky, ak čas, ktorý uplynie medzi ich dopadom na ušný bubienok, je dlhší ako 3.10^{-5}s. Rýchlosť šírenia zvuku v kovoch je ≈ 5000 m/s, vo vzduchu ≈ 340 m/s. Zo vzorca s = v.t, dostávame minimálnu dĺžku rúry ≈ 1,5 m.

Výhodou šírenia zvuku v dutine rúry v porovnaní so šírením zvuku v otvorenom priestore je, že v rúre je zvuk usmernený. Neustále nárazy molekúl vzduchu na steny rúry ale spôsobujú, že časť zvukovej energie sa odovzdáva časticiam z kryštalickej mriežky rúry. Rúra sa nepatrne zahrieva, zvuková energia sa zmenšuje. (A čo tak používať na prenos zvuku rúry plné?)

5. **Šepkanie do dlaní.** Dajte si ruku pred ústa a nahlas začnite niečo rozprávať. Na dlani môžete cítiť (okrem tepla) aj jemné nárazy vyvolané chvením - zmenami tlaku.

6. **Tancujúca bublina.** Trúbime na trúbku, ktorej koniec sme predtým ponorili do mydlinového roztoku. Zvuk prechádza aj cez vyfúknutú mydlovú blanu, ktorou je uzavretý otvor trúbky. Okrem zvuku, ktorý počujeme, môžeme sledovať aj vlnivý pohyb blany vyvolaný zvukom. Bublina tancuje - kmitá - dôsledkom opakovaných tlakových zmien. Podobne sa správa aj membrána - dno nádobky pri nitkovom telefóne (experiment 7), membrána reproduktora, mikrofónu, ...

7. **Nitkové telefóny.** Pripravíme si (aspoň) dve súpravy telefónov, jednu s nádobkami s malou výškou plášťa oproti priemeru dna; druhú naopak s pomerne malým priemerom, ale s vysokou stenou plášťa (Obrázok). Ktorá súprava prenáša zvuk lepšie? Obvyklou je (mylná) hypotéza: „V nádobke s malou výškou oproti polomeru by sa mal tlak vzduchu v jej vnútri veľmi rýchlo vyrovnať s okolitým tlakom, kým v hlbokej dutine dochádza k zosilneniu zvuku rezonanciou." Pokusmi sa možno presvedčiť, že „dobre" môže fungovať aj prvá sústava. Pre prenos zvuku je rozhodujúce dno nádobky, ktoré plní funkciu membrány. Plášť funguje ako usmerňovač a ozvučnica. Nádobky by mali byť dosť tvrdé na to, aby sa v ruke nestlačili, ale dno dosť pružné, aby sa energeticky slabými tlakovými vlnami vzduchu rozkmitalo. [1] Rozhovor cez „telefón" s valcovou nádobkou znie akoby zo suda, zosilnený je iba tón s vlastnou frekvenciou nádoby. (Zlepší sa funkcia telefónu keď nahradíme pôvodné dno nádobky balónovou blanou? Ďalšie alternatívy: nitkový telefón s mokrou šnúrou; „drôtový" telefón bez elektriny.)

Kombinácia experimentov 4, 5, 6 a 7 je vhodná na priblíženie mechanickej povahy zvukových vĺn v tekutinách (vzduchu + kvapalinách).

Obrázok: Ktorá súprava telefónov prenáša zvuk lepšie?

8. **Model vlnenia 1.** Špirálu (umelohmotnú či kovovú z obchodu s hračkami) máme položenú na stole. Oba konce držíme v rukách, jednou rukou „kmitáme" v pravidelnom rytme doprava a doľava tak, aby boli viditeľné zhustenia a zriedenia závitov špirály a ich prenos špirálou. Podobne dochádza k zhusťovaniu a zriedťovaniu (veľkého množstva) molekúl vzduchu, keď nimi prechádza zvuková vlna vo voľnom priestore. Priestorom sa nepresúvajú molekuly

vzduchu, ale rozruch, ktorý vyvoláva proces – opakované, postupne tlmené, zhusťovanie a zriedťovanie molekúl vzduchu, až kým sa prostredie nedostane do pôvodného stavu. Takto použitá špirála predstavuje model šírenia pozdĺžnych zvukových vĺn v plynoch a kvapalinách (kým v tuhých látkach, okrem pozdĺžneho šírenia, sa zvuk prenáša cez väzby medzi molekulami aj do priečneho smeru).

9. **Model vlnenia 2**. Dlhú gumenú hadicu alebo lano držia dve osoby na jej koncoch a jeden ňou hore-dolu kmitá (jeden koniec môže byť aj napevno priviazaný). V závislosti od rýchlosti kmitania sa môže na hadici vytvoriť stojatá pol vlna, celá vlna, aj násobky n.λ/2. Hadicový model sa uvádza v gymnaziálnych učebniciach. Môže byť zavádzajúci, pretože nemodeluje šírenie zvukových - tlakových - vĺn prostredia, ale na príklade stojatej vlny pomáha priblížiť základné pojmy opisujúce vlnenie - vlnovú dĺžku, amplitúdu, uzly, kmitne a frekvenciu (koľkokrát za sekundu prejde hadica v miestach mimo uzlov cez rovnovážnu polohu). Pri jeho použití treba zdôrazniť, že v skutočnosti sa pri šírení zvuku v látkach molekuly nepohybujú po „sínusovkách". Sínusovka znázorňuje len časový priebeh tlaku v jednom bode priestoru. V závislosti od rýchlosti šírenia zvuku vo vzduchu k takýmto harmonickým tlakovým zmenám dochádza v každom bode priestoru, ktorým sa zvuk postupne šíri.
Po tomto pokuse je dobré vrátiť sa k pokusu „Zvony" (experiment 3) a v rámci neho ku kvalitatívnemu hodnoteniu - „dlhšia rúra - nižší tón" a pre žiakov stredných škôl následne zaviesť vzťah medzi dĺžkou rúry a jej vlnovou dĺžkou.

Scenár obsahuje okrem humorných situácií aj historické prvky: napríklad objav telefónu v roku 1875 Alexandrom Bellom [2] i zmienku o mobilnom telefóne. Experimenty možno doplniť aj „rozobraným" klasickým telefónom.

Ukážka zo scenára

Rozprávač	1. účinkujúci	2. účinkujúci	Scénky	Ilustrácie
Dobrý deň, dnes sa vám budeme snažiť predstaviť vývoj posielania správ a ako sme prišli k telefónom.				
Človek postupne zisťoval, že na svete nie je sám a občas by mu pomohlo podeliť sa o svoje skúsenosti, či požiadať o pomoc iných ľudí. Začal vymýšľať spôsoby ako na to. Úplne na začiatku bolo asi pokrikovanie po sebe.	Ahóóój, prídeš k nám dnes na mamuta?	Čóóó? Či mám mamu tam?	Dvaja ľudia hrajúci pračloveka kričia po sebe a mávajú rukami.	Pokrikovanie po sebe.

A čo tak usmerniť zvuk?	Ahóój, prídeš k nám dnes na večeru? Mamuta	Čo máš? Jasné prídem		
Ďalším spôsobom boli dohovorené signály. Svetelné? Boli by rýchle, ale cez stromy by sme veľa nevideli. Vhodné by boli iba ak na mori. Dymové?				
Dymové signály ako vidíte čakajú ešte na vylepšenie. Zatiaľ sa zdajú byť dosť nebezpečné, amatérovi pritom často „horí pod zadkom“.	AAÁU ...	Rada starších zvoláva ...	Napodobňujú zakladanie ohňa a vysielanie dymových signálov – úskalie: neustrážený oheň – útek preč s popálenými rukami.	Dymové signály.
Žeby tepelné? Aj teplom možno vyvolať zvuk. Dôležité je, aby bola mriežka zohriata, aby mala naakumulované dostatočné množstvo energie. Od nej sa zohreje vzduch nad aj pod ňou. Horúci vzduch začne prúdiť nahor.	Toto je Rijkeho trubica.	Teraz sa nahrieva?	Mriežka v rúre sa nahrieva teplovzdušnou pištoľou.	Rijkeho trubica - sklenená cca 80 cm dlhá rúra, do ktorej sa umiestni kovová mriežka (asi 20 cm od spodného konca). [3]
Dôležité je nielen prúdenie, ale rovnako dôležitá je aj zmena tlaku. Nad mriežkou vzrastá tlak. Tesne pod	Prečo rúra raz vydáva a raz nevydáva zvuk?	Keď je rúra vo vodorovnej polohe vzduch nemá kam stúpať – preto nehučí.	Ohriata rúra sa drží v ruke a natáča raz do zvislej polohy a raz do vodorovnej polohy.	

mriežkou vznikne na chvíľu podtlak. Ten zapríčiňuje nasávanie studeného vzduchu zospodu do trubice. Nastáva vyrovnávanie tlakov. „Studený“ vzduch sa opäť zohrieva od mriežky a opäť sa zvyšuje tlak. Trubicou sa šíria „tlakové vlny“, ktoré vnímame ako zvuk.		A toto sa stále opakuje.		
	Tomuto ešte nerozumieme. Vráťme sa o niekoľko storočí späť.			
Ďalší nápad bol posielať správy pomocou vystreľovania kameňov.	VELETRH	HELE VRT	Jeden hádže za sebou rôzne veľké papierové gule a druhý sa ich snaží chytať do lievika. Potom správu dešifruje.	Hádzanie papierových gúľ do veľkého lievika.
Podľa neoverených archívnych spisov [4] sa však najskôr vystreľovali poslovia z jedného miesta na druhé. Tento zaujímavý spôsob bol v ohrození kvôli nedostatku vyškolených dobrovoľníkov...				

Scenár A. Marenčáková, réžia K. Teplanová, A. Marenčáková, účinkujúci A. Marenčáková, D. Šimunová, H. Němcová.

Literatúra

[1] Marenčáková, A., Teplanová, K.: Projekt „Nitkový telefón“, Zborník z konferencie Veletrh nápadů učitelů fyziky VI, Olomouc 2001
[2] Houdek, F., Tůma, J.: Objevy a vynálezy tisíciletí, Nakladatelství Lidové Noviny, Praha 2002
[3] Hands-on experiments in physical education, International conference ICPE/ GIREP Duisburg, Nemecko, August 23 - 28., 1998

Svet netopiera a delfína

DANIELA HORVÁTOVÁ, MÁRIA RAKOVSKÁ, ĽUBOMÍR ZELENICKÝ
UKF v Nitre

1. Svet netopýra a delfína I (modelovanie zmyslového orgánu určeného na priestorovú orientáciu)

Motivácia:

Ako živočíchy počujú? Ako vidia? Existujú živočíchy, ktoré vidia zvukom? To sú niektoré otázky, ktoré by sme si mohli položiť a zároveň zodpovedať.

Všetky živočíchy nevidia tak ako my, napríklad chameleón môže sledovať zároveň korisť aj útočníka bez jediného pohybu, lebo jeho oči sú umiestnené na „výstupkoch" a môžu sa pohybovať nezávisle od seba. Včely vedia pri videní používať polarizované svetlo a u väčšiny hmyzu sa vyvinuli zložené oči, ktoré vytvárajú mozaikové videnie. Vodné živočíchy majú inak prispôsobené oči kvôli inej refrakcii vo vode, a pod.

Rôzne živočíchy nielen vidia ale aj počujú rôznym spôsobom. Napríklad slony sa môžu dorozumievať svojimi žalúdkami a to tak, že vydávajú hlboké bručivé zvuky, ľudským uchom nepočujúce, ktoré sa šíria veľkými africkými pustatinami. Niektoré živočíchy majú „uši" na svojich nohách, niektoré pod kolenami. Iné sluchové orgány sa vyvinuli u rýb iné u obojživelníkov, iné u stavovcov a pod. Rozsah počuteľnosti je u živočíchov tiež rôzny, počnúc zvukmi z oblasti infrazvukov a končiac zvukmi v oblasti ultrazvukov.

Existujú živočíchy, ktoré **„vidia zvukom"?** Aj na túto otázku sa pokúsime odpovedať prostredníctvom niekoľkých úloh (U), pozorovaní (P), doplnkových úloh (DU) a meraní (M).

Analógie:

U1: Z biologickej literatúry preštudujte problematiku zmyslových orgánov (sluch a zrak) u tých živočíchov, ktoré „vidia zvukom" (využívajú sonar a echolokáciu na orientáciu vo svojom prirodzenom prostredí a na lovenie potravy) a vymenujte ich. Ide najmä o živočíchy, žijúce v tme (v jaskyniach, pod zemou, alebo vo veľkých morských hĺbkach).

Netopier, delfín, veľryby, niektoré nočné mory, niektoré vtáky žijúce v jaskyniach apod.

U2: Urobte náčrtok niektorého z „biologických" ultrazvukových vysielačov a prijímačov a stručne vysvetlite ako pracuje.

Obr. 1

U3: Formou tabuľky porovnajte jednotlivé časti technických a „biologických" ultrazvukových vysielačov a prijímačov.

Ultrazvukový vysielač	Delfín - vysielač	Ultrazvukový prijímač	Delfín - prijímač
RC oscilátor	*dýchací otvor, nosné váčky, sústava chlopní*	*elektromechanický menič (piezoelektrický kryštál)*	*dutinky naplnené olejovitou kvapalinou*
elektromechanický menič (piezoelektrický kryštál)	*zvukové zrkadlo, zvuková šošovka (melón- guľovité teleso naplnené olejovitou kvapalinou),*	*zosilňovač*	*okrúhla kosť, vnútorné ucho*
		registrácia (osciloskop)	*mozog*

U4: Vymenujte a zapíšte do tabuľky horné hranice počuteľnosti pre niektoré druhy živočíchov a zdôraznite tie živočíchy u ktorých sa hranica počuteľnosti posúva do oblasti ultrazvuku

Druh živočícha	Frekvencia zvuku
Ryby	*do 7 000 Hz*
Jašterice	*do 10 000 Hz*
Dieťa	*do 20 000 Hz*
35-ročný človek	*do 15 000 Hz*
Starec	*do 5 000 Hz*
Pes	***do 38 000 Hz***
Mačka	***do 50 000 Hz***
Potkan	***do 90 000 Hz***
Delfín	***od 250 Hz do 270 000 Hz***
Netopier	***do 160 000 Hz***

U5: Ľudský hlas má vlnovú dĺžku okolo 75 cm, ale pre netopiera a delfína by bola táto dĺžka nevhodná pri lovení koristi. Na základe vypracovanej tabuľky zistite, aké najmenšie vlnové dĺžky môžu tieto živočíchy prijímať resp. vydávať (delfín, netopier) a ako ovplyvňuje vlnovú dĺžku prostredie, v ktorom živočíchy žijú (približne: vzduch v = 331 m/s, voda = 1500 m/s). Uvážte, prečo je pre nich výhodné použitie ultrazvuku a veľký rozsah vlnových dĺžok (až po vlnovú dĺžku niekoľko metrov)?

Menia vlnovú dĺžku podľa potreby, pre skúmanie veľkých priestorov malá frekvencia a veľká vlnová dĺžka, pre malé prekážky vysoká frekvencia a malá vlnová dĺžka.

Druh živočícha	Frekvencia zvuku	Vlnová dĺžka vo vzduchu	Vlnová dĺžka vo vode
Ryby	*do 7 kHz*		*21 cm*
Jašterice	*do 10 kHz*	*3,30 cm*	*15 cm*
Dieťa	*do 20 kHz*	*1,65 cm*	*7 cm*
35-ročný človek	*do 15 kHz*	*2,20 cm*	*10 cm*
Starec	*do 5 kHz*	*6,60 cm*	*30 cm*
Pes	***do 38 kHz***	***0,90 cm***	***4 cm***
Mačka	***do 50 kHz***	***0,70 cm***	
Potkan	***do 90 kHz***	***0,35 cm***	***1,6 cm***
Delfín	***0,25 kHz až 270 kHz***	***132,00 cm až 0,12 cm***	***600 cm až 0,5 cm***
Netopier	***do 160 kHz***	***0,20 cm***	

DU1: *Prečo chvenie vzduchu pri lietaní hmyzu vnímame ako zvuk a pri lietaní vtákov nevnímame ako zvuk? Problematiku preštudujte z vhodnej literatúry a zapísaním do tabuľky porovnajte frekvencie kmitov krídel u rôznych druhov hmyzu.*

Druh hmyzu	Frekvencia kmitania
vtáky	*pod 20 Hz*
mucha	*100 Hz*
osa	*150 Hz*
včela s nákladom peľu	*300 Hz*
včela bez nákladu peľu	*440 Hz*
trúd	*550 Hz*
malé mušky	*800 Hz*
komár	*900 Hz*

2. Svet netopiera a delfína II (pozorovanie)

P1: **Odraz zvuku**

Cieľ: Pozorovaním odrazu zvukových vĺn od „rovinného zvukového zrkadla" modelovať jednu z činností „biologického" ultrazvukového lokátora.

Pomôcky: Sklenný valec, tikajúce hodinky, doska,.

Pozorovanie: Na dno vysokého valca položte hodinky a nad otvorom valca upevnite do držiaku dosku. Potom dosku natáčajte tak, aby pozorovateľ raz počul a raz nepočul zvuk hodiniek.

Obr. 2

DU2: Popíšte a podrobne vysvetlite pozorovaný fyzikálny jav z akustiky (obr.2) a na jeho základe vysvetlite obr.3. Na akom princípe pracuje ***ultrazvukový echolokátor*** *u netopiera pri zameraní koristi?*

Odraz ultrazvukových vĺn

Obr.3

P2: **Pozorovanie Dopplerovho efektu**

Cieľ: Jednoduchým fyzikálnym experimentom pozorovať zmenu výšky tónu pohybujúceho sa zdroja zvuku v závislosti od smeru pohybu vzhľadom k pozorovateľovi a tým modelovať princíp lovenia koristi u sledovaných živočíchov.

Pomôcky: zdroj zvuku (píšťalka, ladička, reproduktor pripojený k RC generátoru apod.), pripevnený na vozíčkovej dráhe, pozorovateľ stojaci približne v strede vozíčkovej dráhy, kolmo na ňu.

DU3: Popíšte a podrobne vysvetlite pozorovaný fyzikálny jav z akustiky a na jeho základe vysvetlite obr.4 a obr.5. Na akom princípe pracuje ***sonar*** *u delfína a* ***ultrazvukový echolokátor*** *u netopiera pri lovení koristi?*

Dopplerov efekt u delfínov

Obr. 4

Dopplerov efekt u netopierov

Obr.5

DU4: Ako tieto živočíchy vedia či sa korisť k nim približuje alebo sa od nich vzďaľuje?
DU5: Tvrdí sa, že netopier vletí človeku do vlasov. Je toto tvrdenie správne? Môže ovplyvniť klbko vlasov šírenie ultrazvukovej vlny? Navrhnite a realizujte experiment, ktorým by sme overili toto tvrdenie.
DU6: Predstavte si, že počas letnej noci sluchom sledujete bzukot letiaceho komára. Niekedy sa Vám zdá, že komár bzučí vyšším tónom a inokedy, že komár bzučí nižším tónom a najvyšším tónom bzučí tesne pri vašom uchu. Vysvetlite a fyzikálne zdôvodnite toto pozorovanie.
DU7: V rozprávke o červenej čiapočke je takýto dialóg: Prečo máš také veľké uši (vlk)? Aby som ťa dobre počul. A prečo máš také veľké oči? Aby som ťa dobre videl. Platí toto tvrdenie aj o netopierovi, delfínovi, nočných morách, vtákoch žijúcich v jaskyniach a iných živočíchov? Odpoveď dokumentujte obrázkom a potvrďte experimentom, napr. počúvaním tikotu budíka pomocou lievika pri uchu a bez neho, alebo rozhovoru ľudí v susednej miestnosti priložením hrnčeka na stenu.

3. Svět netopiera III (meranie – COACH)

Úvod

Fyzikálny experiment i napriek svojmu nepopierateľnému významu, rôznorodosti a pestrosti si len veľmi ťažko udržuje svoje postavenie vo vyučovaní fyziky. Pozíciu si bez väčších problémov udržuje len na laboratórnych cvičeniach. Našou úlohou je udržať jeho miesto i pri výklade, objavovaní javov a získavaní nových poznatkov. V tejto časti príspevku chceme poukázať na experiment určený pre zaradenie do procesu získavania poznatkov, pri ktorom na jednej strane meriame a získavame kvantitatívne údaje, výsledok, záver a zovšeobecnenie je však skôr v kvalitatívnej rovine.

Súčasne chceme ukázať, ako sa môžeme od javov v prírode dostať k čisto fyzikálnym experimentom a pojmom, hľadať súvislosti javov a fyzikálnych pojmov, a na základe výsledkov fyzikálneho experimentu robiť závery a vysvetlenia v prírode. Obsahovo uvedené experimenty nadväzujú na predchádzajúce časti (modelovanie, motivácia, analógie, pozorovanie).

Netopier to má ťažké

Zaujímavými otázkami sú otázky typu: Ako živočíchy počujú? Ako vidia? Ako sa orientujú vo svojom okolí?
Jedným zo živočíchov, ktoré „vidia zvukom" vo svojom prirodzenom prostredí je netopier. Žije v tme, v jaskyniach. Na orientáciu v priestore využíva sonar a echolokáciu. K tomu je vybavený „biologickým" ultrazvukovým vysielačom a prijímačom.Ultrazvukový signál vyslaný netopierom určitým smerom po odraze registruje a vyhodnocuje.

Modelujme takéhoto netopiera jednoduchým technickým zariadením pozostávajúcim z ultrazvukového vysielača a prijímača. Na realizáciu všetkých experimentov použijeme ultrazvukový senzor polohy TI CBR a hardvér a softvér COACH 5.

Jednoduchým experimentom získame informáciu o vzdialenosti určitého objektu. Schéma zariadenia je na obrázku. Hoci zariadenie ukazuje vzdialenosť objektu, v skutočnosti zariadenie registruje čas medzi vyslaným ultrazvukovým impulzom a odrazeným impulzom.

V princípe sme pri takomto meraní obmedzení vlastnosťami použitého zariadenia. Ale i netopiera charakterizujú určité vlastnosti, ktoré predstavujú konkrétne obmedzenia.

Urobme experiment, pri ktorom do priestoru pred čidlom vsunieme predmet veľkosti cca 2 cm. Výsledkom je, že zariadenie predmet a jeho polohu zaregistruje, netopier „vidí predmet". Ak dáme do cesty malý predmet veľkosti cca 2 mm zistíme, že zariadenie predmet už nezaregistruje. Čím je to dané? Môže to byť intenzitou odrazeného signálu alebo trochu komplikovanejšie vzťahom veľkosti objektu a vlnovej dĺžky použitého signálu. Pri frekvencii použitého signálu 40 kHz vychádza vlnová dĺžka približne 8 mm. Použitým signálom môžeme registrovať objekty s rozmermi porovnateľnými s vlnovou dĺžkou použitého signálu (rádové centimetrové rozmery). Netopier vysiela signál s frekvenciou do 160 kHz, z čoho vyplýva, že môže registrovať objekty rádové s milimetrovou veľkosťou. V prírode sa zrejme živočíchy evolúciou prispôsobili životným podmienkam.

Tak ako človek získava zrakom komplexnú informáciu (farba, intenzita) o okolitom prostredí, podobne získava i netopier prostredníctvom ultrazvukového signálu informáciu o prostredí, v ktorom sa nachádza.

Akú informáciu získa netopier pri vyslaní signálu na rovnú stenu? Ak zjednodušíme situácia a scanujeme stenu len v jednej vodorovnej rovine, získaná informácia je znázornená na obrázku, vidíme, že graf nie je ideálny. Ako si v danej situácii poradí netopier a prečo je to tak?

Zrejme do procesu vyhodnocovania získaných informácii musia vstúpiť ďalšie fyzikálne javy (odraz, intenzita, zmena frekvencie, ..).

Urobme zložitejší experiment, keď sa v priestore pred netopierom objaví väčší pohybujúci sa objekt. Zachytený signál bude mať priebeh ako na obrázku. Aké informácie môžeme z takéhoto grafu získať? (čas, vzdialenosť, rýchlosť objektu).

Experimentom overme situáciu, keď sa objekt pred netopierom pohybuje smerom od netopiera. Zo získaného grafu vieme určiť vzdialenosť a rýchlosť v konkrétnom čase.

Netopier v skutočnosti v prípade určenia rýchlosti objektu využíva ďalší jav - Dopplerov efekt. $f = \frac{f_0}{1 \pm \frac{v}{c}}$, resp $f = f_0 \frac{1 \pm \frac{u}{c}}{1 \pm \frac{v}{c}}$. Ukážeme výsledky experimentu s použitím ladičky. Grafy zodpovedajú ladičke v pokoji a v pohybe smerom k snímaču a od snímača.

Predstavme si netopiera v miestnosti. Je jeho orientácia jednoduchá? Urobme experiment, pri ktorom súčasne zaznamenávame polohu objektu a jeho smer.

Vidíme, že získaný obraz nie je až taký jednoduchý a je ovplyvnený odrazom, intenzitou odrazu, veľkosťou odrazovej plochu a jej sklonu ako i smerovosťou.

Záver

Vzájomné porovnávanie reality zo života netopiera a fyzikálnych meraní, javov a pojmov by viedlo k ďalším analógiám. Výsledky a zosumarizovanie predložených poznatkov uvádzame v tabuľke.

Poloha objektu	Poloha Súradnicový systém Vzdialenosť Čas Rýchlosť
Zisťovanie polohy ultrazvukom	Odraz vlnenia Absorpcia Vlnové vlastnosti verz. korpuskulárne vlastnosti
Pohyb objektu	Rýchlosť Dopplerov efekt

Literatura

Kantorek, J., Řehoř, F., Sobotková, V.: Tajemství přírody. Blesk, Ostrava, 1993.
Kolektív: Encyklopedie vědy a techniky. Albatros Praha, 1986.

Projektové vyučovanie a možnosti jeho využitia vo fyzike

ĽUDMILA ONDEROVÁ
Ústav fyzikálnych vied PF UPJŠ Košice, Oddelenie didaktiky fyziky, SR

Úvod

Pri formulácii cieľov vyučovania fyziky na základnej a strednej škole si musíme uvedomiť, že len malé percento žiakov bude pri svojom ďalšom štúdiu potrebovať fyziku ako svoj hlavný či pomocný predmet (odhad hovorí o 3 - 5% [1]). Preto sa prirodzene ponúka otázka, ako môže vyučovanie fyziky prispieť k príprave na budúci život tých žiakov, pre ktorých nebude fyzika hlavnou alebo vedľajšou súčasťou ich náplne práce ? Rovnako si treba uvedomiť, že škola je aj miestom, v ktorom sa formujú komunikačné a osobnostné črty a postoje žiakov a to pri výučbe každého predmetu, teda aj fyziky. Preto si pri výbere obsahu a metód vyučovania fyziky musíme položiť otázku, čo bude pre žiakov, z ktorých väčšina nebude fyzikmi, dôležité v ich živote ? Spolu s ňou vyvstávajú ďalšie otázky: Aký bude svet, v ktorom budú terajší žiaci žiť a pracovať, čo budú po 20 až 30 rokoch potrebovať a ako ich na to pripraviť ?

Vyučovanie fyziky, rovnako ako aj iných predmetov, častokrát iba odovzdáva žiakom hotové poznatky. Znalosť encyklopedických vedomostí ale nemôže byť základným cieľom učebného procesu, pretože ich žiaci bez opakovania zabudnú. Čo im však ostane sú schopnosti:

- osvojovať si nové myšlienky a vyjadrovať ich
- komunikovať
- kriticky hodnotiť a vedieť sa rozhodovať
- využiť naučené v iných podmienkach.

Ak teda chceme u žiakov a študentov vytvárať spomenuté schopnosti, musíme hľadať a vo vyučovaní využívať metódy a prostriedky, ktoré to umožnia – teda také metódy vyučovania, pri ktorých žiak či študent získava poznatky z veľkej časti vlastnými aktivitami, pri ktorých sa učí javy poznávať, formulovať a overovať hypotézy a v neposlednom rade získané poznatky obhajovať. Vyučovacie metódy by teda mali žiakom umožniť rozumové vnímanie, citové prežívanie, ale zároveň aj osobné rozhodovanie a konanie. Jednou takou, doteraz v našej škole málo využívanou metódou je projektové vyučovanie. Projekt pritom môžeme považovať za druh úlohy ako aj za špecifickú vzdelávaciu stratégiu.

História

História projektového vyučovania siaha k počiatkom 20. storočia. Snahy o zmenu tradičnej školy, ktorej sa vytýkalo, že obmedzuje slobodu žiaka a jeho aktivitu, nerešpektuje záujmy dieťaťa a jeho osobné skúsenosti, neberie zreteľ na učenie sociálnym zručnostiam a postojom, nereaguje na žiakove individuálne predpoklady ani na jeho motívy, reprezentuje reformná pedagogika resp. hnutie novej výchovy. John Dewey, predstaviteľ tzv. pedagogického pragmatizmu, sa pokladá za akéhosi predchodcu projektovej metódy. Zlatý vek projektovej metódy otvoril v r. 1918 Wiliam Heard Killpatrick svojím článkom The Project Method, v ktorom rozpracoval projektovú metódu ako cestu osvojenia problémov. Z našich autorov sa projektovou metódou zaoberá R.Žanta v práci: Projektová metoda (Praha, 1934) a Vrána v práci Učebné metody (Brno-Praha, 1936).

Plné a široké rozvinutie projektovej metódy nastalo až po 2. svetovej vojne a práve v posledných desaťročiach. Oproti pragmatizmu sa však v súčasnosti v súvislosti s projektami viac zdôrazňuje tzv. konceptualizácia a pojmotvorný proces, teda že svet poznania nie je len svetom akcie - praxe, ale aj svetom pojmov a metodológie myslenia.

Projektové vyučovanie

Projekty sú výrazom školy, ktorá nie je "chrámom poznania" ale "dielňou poznania". Predstavujú teda prostriedok, ktorý môže posunúť tradičnú transmisívnu školu ku škole konštruktívnej, v ktorej učiteľ vytvára podmienky pre tvorbu poznania [2].

Podať presnú definíciu projektu nie je jednoduché, lebo aj definície v literatúre sa rôznia: Killpatrick:"Projekt je jasne navrhnutá úloha, ktorú môžeme predložiť žiakovi tak, aby sa mu zdala životne dôležitou tým, že sa blíži skutočnej činnosti ľudí v živote." S. Vrána, riaditeľ zlínskej pokusnej školy. definuje projekt takto: "1. Je to podnik (organizovaná cielená akcia), 2. je to podnik žiakov, 3. je to podnik, za výsledky ktorého prevzal žiak zodpovednosť, 4. je to podnik, ktorý ide za určitým cieľom." [2]

Vzhľadom na vzťah medzi projektom a vyučovacím procesom je možné charakterizovať projekt ako prácu na danú tému, o ktorej obsahu a úprave rozhoduje len žiak t.j. autor projektu. Učiteľ resp. učebnica len uvedú danú tému. Niekedy sa hovorí o projektovej metóde, pričom sa pod ňou rozumie "vyučovacia metóda, pri ktorej sú žiaci vedení k riešeniu komplexných problémov a získavajú skúsenosti praktickou činnosťou a experimentovaním". Projektové vyučovanie je potom také vyučovanie, v ktorom je projektová metóda hlavnou vyučovacou metódou. „Problémy, ktoré riešia žiaci v projektovom vyučovaní sú komplexné, nemusia vychádzať z obsahu učiva ale predovšetkým zo života, z mimoškolských skúseností, ich riešenie si vyžaduje poznatky z viacerých vied (tradičných vyučovacích predmetov), problémy riešia skupiny žiakov (kooperatívne vyučovanie) najmä z vlastného záujmu a bez vonkajšej motivácie, riešenia vedú ku konkrétnym výsledkom, produktom - písomným referátom, výkresom, videoprogramom, modelom, reálnym predmetom, výstavám, dramatizácii a podobne." [3]

Existuje veľa možností delenia projektov. Podľa cieľa možno projekty rozdeliť na:

- problémové, ktorých cieľom je vyriešiť nejaký problém
- konštrukčné, ktorých cieľom je niečo vytvoriť, skonštruovať
- hodnotiace, ktorých cieľom je skúmať a porovnávať
- drilové, ktorých cieľom je nacvičiť nejakú zručnosť

Pedagogická teória ďalej rozlišuje projekty interdisciplinárne, ktoré sa vzťahujú k učivu viacerých vyučovacích predmetov, a projekty intradisciplinárne, ktoré sa uskutočňujú v rámci jedného vyučovacieho predmetu. Podľa počtu riešiteľov môžu byť projekty individuálne a skupinové, podľa času riešenia dlhodobé a krátkodobé, podľa miesta realizácie školské, domáce a kombinované. Projekty môžu byť veľmi jednoduché, alebo na druhej strane značne obsiahle. Podnetom na projekt môže byť reálny svet zameraný na fakty, ale môže byť využitá aj fantázia žiakov. Dôležité je však typ a povahu projektu prispôsobiť fyzickému, psychickému a intelektuálnemu vývoju žiakov.

Pedagogické a psychologické dôvody pre projektové vyučovanie

Existuje viacero dôvodov, vďaka ktorým sa projektové vyučovanie dostáva do povedomia čoraz väčšieho počtu učiteľov. Jedným z najdôležitejších dôvodov je ***motivácia.*** Pozitívna motivácia je kľúč k úspešnému zvládnutiu učiva a projektová práca je užitočný prostriedok na vytváranie pozitívnej motivácie. Hlavné tri príčiny, prečo je projekt motivujúci sú nasledovné:

- osobné skúsenosti
- učenie sa cez činnosť
- ctižiadosť

Spojitosť s reálnym svetom je tiež významným prínosom projektového vyučovania. Pre žiakov je veľmi dôležité to, či novozískané vedomosti môžu niekde uplatniť, či sa tieto

vedomosti dotýkajú ich vlastného okolia. Žiakom sa často zdá, že učivo obsahuje iba teóriu, ktorá im "nikdy na nič nebude" a nevidia uplatnenie toho, čo sa učia, v praxi. Projektové vyučovanie však spája učivo s reálnym svetom. Nabáda žiakov využiť aj ich vedomosti z iných oblastí, umožňuje im písať a hovoriť o veciach, ktoré sú dôležité v ich vlastných životoch. Žiaci lepšie chápu praktický význam učiva a vzdelávania sa vôbec.

Vzdelávacie hodnoty - sú ďalším významným kladom projektového vyučovania. Dnešná spoločnosť a najmä príprava na budúcnosť vyžadujú od učiteľa, aby v žiakoch rozvíjal aktivitu, nezávislosť, sebadisciplínu spoluprácu, kritické myslenie, schopnosť učiť sa a riešiť problémy. Projektové vyučovanie mu toto všetko umožňuje. Navyše prispieva k rozvoju tvorivosti, pretože projekty sú kreatívne nielen vo forme, ale aj v obsahu. Žiaka veľakrát donútia siahnuť po odbornej, resp. náučnej literatúre prístupnej jeho veku, alebo zbierať informácie od rôznych ľudí.

Rozvíjanie medzipredmetových vzťahov - je prirodzenou súčasťou projektového vyučovania, ktoré zároveň umožňuje integráciu pri tradičnom vyučovaní oddelených predmetov. Pri tvorbe projektov žiaci potrebujú využívať vedomosti a zručnosti nadobudnuté aj na iných vyučovacích predmetoch, pričom často dochádza k prehĺbeniu a upevneniu učiva v danej oblasti.

Postup a úloha učiteľa pri projektovom vyučovaní

Postup pri projektovom vyučovaní sa skladá z týchto etáp:

1. ***Voľba témy projektu, jej špecifikácia a určenie cieľov projektu - jeho konkrétnych výstupov.*** Zvolenie témy projektu vyžaduje rozvahu učiteľa. Nie všetky projekty sa hodia do školy. Učiteľ musí zvážiť, či projekt zodpovedá psychickému a fyzickému vývoju žiakov, či vyvoláva a stupňuje záujem žiaka, cvičí a rozvíja schopnosti a zručnosti žiaka, dá žiakom niečo užitočné do budúcnosti a pod. Podrobný obsah a kritériá hodnotenia projektu by mali žiaci dostať podľa možnosti písomne. Takéto zadanie by malo obsahovať:
   - jasne stanovený cieľ a zmysel práce vyjadrený pre žiakov zrozumiteľným jazykom
   - presne zadané úlohy, prípadne rozdelené na podúlohy
   - jasné stanovenie toho, čo bude hodnotené a ako
   - rozličné poznámky, napr. doporučenú literatúru alebo možnosti konzultovať
   - dátum začiatku práce a dátum odovzdania práce

2. ***Plánovanie projektu***

Je nutné vypracovanie postupu, plánu riešenia projektu, jeho rozdelenia na čiastkové úlohy, rozdelenie žiakov do skupín, pridelenie úloh skupinám, určenie časových limitov atď. Ak žiak vie, čo má robiť, musí tiež vedieť, ako to urobiť. V tejto etape projektu by mal učiteľ prediskutovať so žiakmi pomôcky a materiály, ktoré budú žiaci potrebovať. Ak je súčasťou projektu pokus, graf, tabuľka alebo rozhovor, učiteľ by sa mal uistiť, že žiaci vedia ako na to. Ak sa majú žiaci naučiť plánovať, musia to skúsiť sami, učiteľ tu zohráva skôr úlohu akéhosi manažéra a pomocníka súčasne. Jeho hlavnou úlohou pri plánovaní projektu je upozorniť na nutnosť plánovania a riadiť čo možno najmenej. Žiak, ktorý plánuje, si zvyká uvažovať nad činom, hodnotiť cesty k jeho realizácii, postupovať trpezlivo krok za krokom, byť pripravený na problémy a nebáť sa ich.

3. ***Riešenie projektu***

Pri riešení projektu ide o realizáciu plánu, pri ktorom rozhodujúcu úlohu zohrávajú žiaci a učiteľ je skôr v pozadí, iba v prípade potreby hrá rolu pomocníka, oponenta,

sprostredkovateľa, rozhodcu, organizátora, podporuje aktivitu a zodpovednosť žiakov, jeho úlohou je skôr byť zvedavý, povzbudzujúci pomocník a partner pre žiaka.

4. Zverejnenie výsledkov riešenia projektu, zhodnotenie práce na projekte

Prezentácia projektu je dôležitou súčasťou projektového vyučovania. Je vhodné vyčleniť projektovú nástenku, kde si výsledky riešenia projektu môžu pozrieť aj žiaci z iných tried. Je to zároveň prvok motivácie, najmä pre žiakov z nižších tried, ktorí sa s daným učivom ešte len stretnú. Projekt a jeho prezentáciu by mal učiteľ ohodnotiť. Odporúča sa hodnotiť projekt pozitívne, pretože ako výsledok žiakovej činnosti vo väčšine prípadov odpovedá maximu jeho schopností a zručností. Predstavuje výsledok práce, na ktorú vynaložil veľa námahy a času. Hodnotenie by sa preto malo zakladať na projekte ako celku, na úrovni tvorivosti, ktorú žiak projektom preukázal, na úrovni prezentácie a najmä na úsilí, ktoré žiak vyvinul pri príprave projektu.

Využitie projektovej metódy vo vyučovaní fyziky na

a) základnej škole

Vyššie spomenuté prednosti projektovej metódy sme overovali vo vyučovaní fyziky na základnej škole, pričom sme volili dvojaký prístup:

1. Dobrovoľné samostatné domáce projekty

Cieľom týchto projektov bolo aktivizovanie žiakov a získavanie nových informácií vlastnou aktivitou. Projekty boli väčšinou zamerané na vyhľadávanie a spracovanie informácií. Na začiatku preberania tematického celku vyučujúca vypísala niekoľko tém, z ktorých si žiaci vybrali podľa vlastného záujmu. Takto spracovávali napr. projekty z meteorológie - Počasie, Oblaky, Vietor alebo z astronómie - Mars, Merkúr, Zatmenie Slnka a pod. Systematické využívanie projektovej metódy sa odrazilo na čoraz lepšej úrovni výsledných prác. Počnúc od prvých pokusných projektov žiaci pracovali čoraz lepšie a tvorivejšie, čerpali z rôznych informačných zdrojov, encyklopédií, časopisov ba aj z internetu. Deti si projekty rýchlo obľúbili, lebo si vyberali témy blízke svojim záujmom a projekty im umožnili realizovať sa, prežívať radosť z vlastnej práce, tešiť sa z objavovania nových vecí a javov.

2. Malé krátkodobé projekty uplatňované v rámci vyučovacích hodín, prípadne ako dobrovoľné domáce úlohy

Vychádzali sme pritom z odporúčania Helda [4], že učiteľ, ktorý chce začať s projektovou metódou by sa mal pokúsiť zaradiť do vyučovania malé projekty alebo len ich segmenty, aby sa zredukovala rozmanitosť cieľov, ktoré by boli pre začiatočníka nezvládnuteľné. Uplatňovanie takýchto projektov, ktoré mali za cieľ integrovať, zopakovať a prehĺbiť poznatky pripravilo žiakov na zvládnutie náročnejších a produktívnejších projektov.

Takto boli spracované a vo vyučovaní realizované projekty k témam 6., 7. a 8. ročníka. Návrhy projektov sa začínali motivačnými príbehmi zo života, ktoré mali žiakov priviesť k problému, otázke a z toho vyplývajúcej úlohe. Príbehy vychádzali z každodenného života a skúseností žiakov. Niekedy to boli úryvky z dobrodružnej literatúry, čo zároveň niektorých žiakov motivovalo k čítaniu. Žiaci si hodiny s projektovým vyučovaním rýchlo obľúbili a už dopredu sa na ne tešili. Projekty vo fyzike im umožnili všímať si a poznávať veci a javy, s ktorými prichádzali do styku v bežnom živote a objavovať fyzikálne princípy, ktoré s nimi súvisia. Takto realizované hodiny však obohatili aj učiteľa, umožnili mu lepšie spoznať schopnosti a záujmy žiakov a zároveň ho inšpirovali k ďalším nápadom pre pedagogickú činnosť.

b) na strednej škole

1. Teleprojekty

Ako projektová aktivita viacerých tímov žiakov realizovaná na diaľku využívajúc Internet na vyhľadávanie, získavanie, výmenu a prezentovanie informácií. Na rozdiel od tradičného neprojektového vyučovania pri realizácii teleprojektov je výučba zameraná na vytvorenie spoločného diela, produktu. V rámci fyziky sme sa podieľali na realizácii dvoch medzinárodných teleprojektoch Socrates *Zdravie a životné prostredie* a *Pod európskou oblohou* (od r. 1999 do 2001). Teleprojekty sme realizovali na dvoch gymnáziách v Košiciach. Spolupracovali sme so školami z krajín EU.(Podrobnejšie informácie o týchto teleprojektoch možno nájsť na URL adrese: http://exphys.science.upjs.sk/degro)

Pre priblíženie uvádzame štruktúru a aktivity jedného projektu:

Teleprojekt Zdravie a životné prostredie

- štúdium fyzikálnej a environmentálnej literatúry (knižnej a zdrojov na Internete),
- meranie a zber dát (vlastné merania: osvetlenie v triede; ionizujúce žiarenie v oblasti východoslovenského regiónu - spolupráca so ŠZU v Košiciach),
- spracovanie a výmena nameraných údajov,
- porovnanie so štatistikami z literatúry,
- prezentácia výsledkov vo forme www stránok, príprava brožúrky.

Z práce na týchto teleprojetoch vyplynulo, že veľkú pozornosť treba venovať:

- voľbe témy projektu (zohľadniť záujmy žiakov a aktuálnosť problematiky; projekt by mal byť mostom medzi školou a životom),
- vytvoreniu plánu projektu (stanoviť etapy - dôraz na postupnosť menších krokov),
- prípravnému stretnutiu (je to vyvrcholenie plánovania projektu; treba zvážiť materiálno-technické možnosti školy, vedomosti a zručnosti žiakov; kto bude za čo zodpovedný; definuje sa výstup projektu).

Po ukončení projektu je vhodné urobiť záverečné stretnutie so žiakmi, ktorí aktívne pracovali na projekte (kvôli spätnej väzbe) a spolu s nimi zhodnotiť projekt. Diskutovať čo im dal príslušný projekt po stránke odbornej, prípadne pripomienky. Na základe takéhoto stretnutia a sledovania práce žiakov počas troch rokov môžeme povedať, že:

- študenti si pochvaľovali prácu na takomto medzinárodnom projekte (aj keď na začiatku sa vyskytli problémy rôzneho charakteru, ale tie sa riešili postupne),
- študenti získali v určitých oblastiach širšie vedomosti, čo sa odrazilo na príslušných vyučovacích hodinách (fyzika, informatika, angličtina, ...),
- študenti sa naučili tímovo pracovať - rozdeliť si prácu,
- študenti sa naučili prezentovať výsledky svojej práce a komunikovať,
- študenti sa naučili samostatne pracovať,
- do fyzikálneho projektu sa zapojili aj študenti, ktorí počas hodín neprejavovali veľký záujem o predmet fyzika.

Uvedené projekty môžu slúžiť ako inšpirácia, resp. pomocná „šablóna" pri príprave teleprojektov z fyziky na gymnáziách. Stačí si nájsť partnerov, vhodný obsah a postupovať podobne ako sme postupovali my (pozri www stránky projektov).

Záver

Naša skúsenosť potvrdila, že aj v súčasných podmienkach nášho školstva možno projektové vyučovanie využiť ako prostriedok, ktorý umožňuje prehlbovať a zvyšovať kvalitu vyučovacieho procesu. Pri projektovom vyučovaní sa rozvíja iniciatíva, samostatnosť,

tvorivosť žiakov, kritické myslenie, schopnosť spolupráce, komunikácie, schopnosť učiť sa, riešiť problémy, hľadať informácie, pozitívnym smerom sa rozvíja citová a hodnotová sféra žiakov.

Literatúra

[1] Pišút, J.: K cieľom vyučovania fyziky. Nové poznatky vo vede a ich transformácia do vyučovania v základnej a strednej škole, zborník Didfyz '98 : Nitra, 1999, str. 11 - 19

[2] Valenta, J. a kol.: Pohledy.Projektová metoda ve škole a za školou. Praha : Ipos Artama,1993

[3] Turek, I.: Zvyšovanie efektívnosti vyučovania. Bratislava : Metodické centrum, 1997.

[4] Held, Ľ., Lipthay, T.: Renesancia projektovej metódy ? Pedagogická revue, 1992, č. 6, str. 413 - 420

Zestawy doświadczalne z wieloma pytaniami

ANDRZEJ TRZEBUNIAK
Instytut Fizyki, Uniwersytet Opolski

Prezentowany w niniejszym wystąpieniu pomysł zestawów doświadczalnych może być bardzo pożyteczny w nauczaniu. Wykorzystanie takich zestawów na lekcjach powtórzeniowych czy na zajęciach fakultatywnych bardzo urozmaici pracę z uczniem, ułatwi zrozumienie i utrwalenie przekazywanej wiedzy. Pomysł takich zestawów miał czysto praktyczny początek. Podczas organizowanych od szeregu lat finałów Turnieju Fizycznego dla uczniów szkół średnich naszego regionu tradycją stały się pytania bezpośrednio związane z demonstrowanymi doświadczeniami. Owe doświadczenia, przygotowywane właśnie z myślą o turnieju, zyskały miano "zestawów doświadczalnych z wieloma pytaniami". Idea zestawu polega na tym, by do prezentowanych doświadczeń można było formułować wiele pytań dotyczących demonstrowanych zjawisk czy procesów. Doświadczenia w zestawie dotyczą bądź to tego samego zjawiska, pokazując jego różne przejawy, bądź różnych zjawisk fizycznych, ale mających podobne skutki zewnętrzne. Szczególnie ten drugi typ zestawów spełniać może bardzo inspirującą rolę w nauczaniu, ukazując podobieństwa procesów przebiegających w przyrodzie.

Do zilustrowania prezentowanej idei wybrano jedynie dwa przykłady "zestawów doświadczalnych z wieloma pytaniami". Przedstawione zostały one w taki sam sposób jak na Turnieju Fizycznym, którego formuła ograniczała ilość pytań do czterech. Również sam sposób opisu doświadczeń jest bardzo oszczędny aby do ostatniej chwili nie ujawniać istoty zjawiska. To zadaniem uczestników Turnieju jest udzielanie wyczerpujących odpowiedzi na pytania dotyczące obserwowanego doświadczenia. Wykorzystując poniższe "zestawy doświadczalne z wieloma pytaniami" w praktyce można formułować pytania inaczej, zwiększać ilość pytań, można też modyfikować zestawy doświadczalne. Należy jednak pamiętać, że zbyt duża ilość pytań, lub pytania zbyt szczegółowe mogą pogorszyć efekt dydaktyczny, stąd proponowana ilość pytań wydaje się optymalna.

Zestaw I

1. Na drodze wiązki światła pochodzącego z żarówki ustawiamy dwie przeźroczyste płytki, a za nimi ekran.

Obracamy płytkę I obserwując okresowe zmiany natężenia światła na ekranie.

Pytanie 1 (wyjaśnianie):
Jak wyjaśnisz to zjawisko?

2. Pozostawiamy jeden polaryzator, a światło po przejściu polaryzatora kierujemy na szklaną płytkę znajdującą się na tarczy Kolbego.

***Pytanie 2 (przewidywanie)*:**
Czy będzie się zmieniało natężenie światła odbitego od płytki podczas obracania polaryzatorem?

3. Z poprzedniego doświadczenia usuwamy polaryzator. Przy obrocie płytki obserwujemy zmiany natężenia światła odbitego od płytki.

***Pytanie 3 (wyjaśnianie)*:**
Wyjaśnij dlaczego zmienia się natężenie światła?

4. Układ doświadczalny jak w punkcie 1. Dwa polaryzatory ustawiamy tak, że ekran jest "wygaszony". Następnie pomiędzy polaryzatory (1) i (2) wstawimy dodatkowy polaryzator (3).

***Pytanie 4 (przewidywanie)*:**
Czy zmieni się obraz na ekranie? Odpowiedź uzasadnij.
***Pytanie 5 (przewidywanie)*:**
Co spowoduje zmiana miejscami polaryzatorów (2) i (3)?

Zestaw II

1. Na poziomej powierzchni znajdują się trzy takie same wózki połączone siłomierzami jak na rysunku poniżej. Zestaw wózków ciągniemy siłą F.

***Pytanie 1 (przewidywanie)*:**
Jakie będą relacje pomiędzy wskazaniami siłomierzy S_1, S_2, S_3 ?

2. Ten sam układ (z ptk.1) umieścimy na równi pochyłej jak na rysunku:

Siła F utrzymuje układ w równowadze.

***Pytanie 2 (przewidywanie)*:**
Jakie tym razem będą relacje pomiędzy wskazaniami siłomierzy S_1, S_2, S_3 ?

3. Sznurek połączony ze statywami poprzez dwa jednakowe siłomierze S_1 i S_3 przeciągnięto przez dwa bloczki jak na rysunku. Do środka sznurka przyczepiamy siłomierz S_2.

Siłomierz S_2 ciągniemy z taką siłą, aby siłomierz S_3 wskazał 50 działek.

***Pytanie 3 (przewidywanie)*:**
Po ile działek będą wskazywały siłomierze S_1 i S_2 ?

4. Układ doświadczalny podobny jak w punkcie 3. Poprzez siłomierz S_2 ciągniemy sznurek w połowie jego długości.

***Pytanie 4 (przewidywanie)*:**
Jakie będą relacje pomiędzy wskazaniami siłomierzy S_1, S_2, S_3 ?

Efekty doświadczeń w wielu zestawach doświadczalnych są zaskakujące, co podnosi ich atrakcyjność, budząc zainteresowanie zjawiskiem i prowokując pytania uczniów. Stymulowanie takiej postawy u uczniów jest niezwykle istotnym czynnikiem prowadzącym w konsekwencji do sukcesu w nauczaniu fizyki.

Dlaczego projekt „POWIETRZE"?

KRYSTYNA RACZKOWSKA-TOMCZAK
Publiczne Gimnazjum Nr 2, Opole, Polsko

Europejski komitet Physics on Stage, imprezy mającej na celu popularyzację fizyki zaproponował w tym roku zajęcie się zagadnieniem życia we Wszechświecie. Trudno jest rozważać poważne problemy naukowe na poziomie gimnazjalnym. Powodem tego jest fakt, że z fizyką jako oddzielną dyscypliną naukową uczniowie, po wprowadzeniu reformy w Polsce, spotykają się w gimnazjum po raz pierwszy. Pomyślałam , że zanim zaczniemy badać Wszechświat musimy przebrnąć przez warstwy atmosfery, która otacza naszą planetę i kryje wiele niespodzianek. Stąd powstał pomysł „Projektu powietrze", (jako jednego z czterech żywiołów uznawanych w starożytności) . Jego celem było zbadanie powietrznego oceanu, na którego dnie przyszło nam żyć. Możemy to zrealizować patrząc na powietrze przez pryzmat wszystkich dyscyplin naukowych.

Projekt „ Powietrze" jako przykład integracji fizyki z innymi przedmiotami .

Przykłady zagadnień omawianych przy realizacji tego projektu:

Fizyka

- fizyczne właściwości powietrza
- budowa atmosfery ziemskiej
- Otto von Guericke i jego doświadczenie
- zależność ciśnienia atmosferycznego od wysokości
- doświadczenie Torricellego
- pompa próżniowa i jej model
- wykorzystanie ciśnienia atmosferycznego w praktyce
- pływanie ciał w powietrzu
- dynamika gazów – prawo Bernoulliego
- opór powietrza i sposoby jego zmniejszania
- powietrze w poezji i prozie, malarstwie
- literatura popularnonaukowa dotycząca tych zagadnień

Chemia

- skład powietrza (tlen, azot, gazy szlachetne, wodór, para wodna)
- chemiczne właściwości powietrza
- skroplenie składników powietrza przez Polaków
- zanieczyszczenia powietrza, efekt cieplarniany, dziura ozonowa, kwaśne deszcze
- sposoby ochrony atmosfery

Biologia

- budowa płuc i skrzeli
- I pomoc - metodą sztucznego oddychania
- wymiana gazowa roślin, zwierząt i ludzi
- zjawisko fotosyntezy
- choroby płuc związane z zanieczyszczeniem atmosfery
- aparatura medyczna pozwalająca na ratować choroby płuc

Matematyka

- statystyka opisowa (diagramy procentowe)
- wykresy, tabele
- proste obliczenia
  (dotyczyć będą zagadnień:
  - zanieczyszczenia powietrza, jego składu,
  - palenie papierosów , a zdrowie
  - „Zielone płuca" – produkcja tlenu)

Geografia

- budowa atmosfery
- zjawiska pogodowe zachodzące w atmosferze
- obserwacje pogody , przyrządy meteorologiczne, mapy synoptyczne i klimatyczne
- ruch powietrza na półkulach
- wiatry stałe i sezonowe
- wpływ klimatu na warunki prac i życia ludzi
- wykorzystanie sił przyrody w gospodarce człowieka
- wypoczynek na świeżym powietrzu
- konwencje i umowy dotyczące ochrony środowiska
- mapy zanieczyszczeń powietrza w Polsce.
- energetyka wiatrowa

J. angielski i niemiecki

- słownictwo potrzebne do opisu budowy i właściwości powietrza
- tłumaczenie tekstów popularnonaukowych na temat zjawisk związanych z tym zagadnieniem
- tworzenie opowiadań na temat zjawisk występujących w atmosferze ziemskiej
- tłumaczenie opracowań w celu wymiany.

J. polski

- Czy problem Ikara i Dedala istnieje do dzisiaj?
- Konkurs Literacki „ZŁOTE PIÓRO" – na temat: „W powietrzu"
- Wiersze różnych poetów na temat powietrza

Historia

- Historia pewnych wynalazków: latawca, balonu, maszyn latających
- Modele maszyn latających
- Chiny kolebką pierwszych latawców
- Katastrofy lotnicze na przełomie wieków
  prace w formie plakatów, referatów, makiet, modeli, albumów, felietonów, artykułów,

Sztuka

- Rola drgającego słupa powietrza w instrumentach muzycznych
- Zdjęcia i rysunki obrazujące różne zjawiska występujące w atmosferze ziemskiej
- Plakat nt. Czyste powietrze...itp.

Wychowanie fizyczne

- Sporty „powietrzne" spadochroniarstwo, szybownictwo, paralotniarstwo
- Sposoby zmniejszanie oporów powietrza w sportach
- Zawody latawców

Nasze Koło Fizyczne postanowiło zilustrować własności powietrza wykorzystując do tego celu potęgę doświadczeń. Przygotowałam scenariusz zajęć pt: „Lekcja fizyki dla Ikara", pozwalający pokazać wpływ atmosfery ziemskiej na organizm ludzki. Na przygotowane przez nas zajęcia zapraszaliśmy młodszych uczniów klas szóstych szkoły podstawowej oraz rówieśników z gimnazjum.

Bibliografia

1. *F. Jaroczyk1 Biofyzika, Podręcznik dla studentów, Wydawnictwa Lekarskie, Warszawa 2001*
2. *P. Hewitt; Fyzika wokół nas, Wydawnictwa Naukowe, Warszawa 2000*
3. *G. Roth; Pogoda i klimat, Świat Książki, Warszawa 2000*
4. *D. Tokar, B. Pędzisz, B. Tokar; Doświadczenia z fizyki dla szkoły podstawowej, z wykorzystaniem przedmiotów codziennego użytku, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1990*

Poznámka editorů:

Příspěvek byl redakčně zkrácen, druhá jeho část – ukázka ze scénáře „Lekce fyziky podle Ikara" – je uvedena v závěru sborníku.

Longitudial standing wawes

WITOLD POLESIUK
Walbrzych, Poland

Question of waves is discussed in grammar school and secondary school. This is beautiful and higly interesting field of phisics with the possibility of show interesting phenomena proceeded in Nature. Important part of mentioned problem is an acoustics.

However show of wave phenomenon like diffraction, interference and standing waves we can easly realize respecting transverse waves, the show of longitudinal waves is not so effortless. Unfortunatelly an acoustic wave propagates like waves type longitudinal.

Simulation of wave like mentioned above can be achieve with Slinky spring. We can show longitudinal wave like series of a compressed region following step by step, hand made by the spring (fig.1).

Figure 1

To show the standing longitudinal wave it is necessery to provide a vibration of end of spring with the constant value of frequency and remove a friction. Condition like this we can achieve by fixing end of spring to the electric motor with suitable gear and hanging of the spring (worm gear is the best solution because vibrations of the spring does not change rotational speed of motor). When we fit suitable speed of motor to lenght of spring we can get beautiful standing wave. The device is good model to show acoustic standing wave in a column of air (fig.2).

Figure 2

When we have got tuning fork with specified frequency we can generate acoustic standing wave in a tube with particular lenght (for example - big graduated glass with water). This a obligatory show, when we deal with music instruments. When we change a height of column of air (level of the water) we should hear more noisless sound, because with other height of column of air we do not get standing wave (amplidute vibration of the air will be smoller). This effect we can observe with the help of the spring. If we fit frequency of motor so as to get the standing wave and the spring we make shorter a little (for example by holding down a coil) - condition of resonance should not be performed and amplitude of vibrations will be clearly lower.

Figures are derived from *„PHYSICS" by J.D.Cutnell & K.W.Johnson*
John Wiley & Sons, Inc. New York

Nauczanie o energii w Europie

MAGDALENA STASZEL
Zakład Dydaktyki Fizyki, Wydział Fizyki UW, Warszawa
ELŻBIETA KAWECKA
Centrum technologii Nauczania OEIiZK i XXXV LO, Warszawa

I. Wstęp

W latach 1998-2001 Polskie Stowarzyszenie Nauczycieli Przedmiotów Przyrodniczych (PSNPP) uczestniczyło w międzynarodowym programie SOCRATES-COMENIUS III-1 „Uczenie się i nauczanie o energii w Europie". Koordynatorem programu było francuskie stowarzyszenie nauczycieli fizyki i chemii Union des Physiciens (UDP), a partnerami - stowarzyszenia nauczycieli przedmiotów przyrodniczych zrzeszone w ASE . Naszymi partnerami byli nauczyciele z Francji, Anglii, Hiszpanii, Niemiec, Belgii, Lichtensteinu i Luksemburga. *(„Program ten był finansowany przez Unię Europejską w ramach programu Socrates. Treść programu nie musi odzwierciedlać stanowiska Unii Europejskiej i nie pociąga za sobą odpowiedzialności z jej strony.")*

Główne cele trwającego 3 lata programu to:

- współpraca nauczycieli przedmiotów przyrodniczych różnych krajów
- porównanie metod i programów nauczania przedmiotów przyrodniczych w krajach uczestniczących w programie pod kątem energii
- wzbogacenie warsztatu dydaktycznego nauczyciela przez umożliwienie dostępu do dokumentów z różnych krajów świata i z różnych przedmiotów
- poznanie i wykorzystanie nowoczesnej techniki informatycznej

Konkretnym wynikiem tej współpracy są:

1) baza danych EURENERG (na CD) zawierająca ciekawe, wielojęzyczne materiały przydatne w interdyscyplinarnym nauczaniu (czy uczeniu się) o energii,

2) baza pytań testowych Com'Joul (stworzona za pomocą profesjonalnego programu Question Designer).

Wymiana informacji i przesyłanie dokumentów między uczestnikami programu odbywały się głównie za pomocą Internetu. W ciągu roku odbywało się też kilka spotkań roboczych, a także seminaria lokalne w poszczególnych krajach.

Nasza działalność w programie to:

- przeprowadzenie analizy polskich programów nauczania przedmiotów przyrodniczych pod kątem energii
- wyszukiwanie, opracowywanie i tłumaczenie na język angielski materiałów do bazy ,
- organizacja i prowadzenie warsztatów „Energia" dla członków PSNPP w Jachrance (grudzień 1998)
- organizacja międzynarodowego seminarium w Warszawie (styczeń 1999),
- udział w 10 roboczych spotkaniach koordynatorów
- gromadzenie, tworzenie i tłumaczenie testów i przetwarzanie ich zgodnie z wymaganiami programu Question Designer
- rozpowszechnianie informacji o działalności programu i powstających produktach na kolejnych zjazdach PSNPP

II. Baza danych

Baza danych EURENERG zawiera informacje o dokumentach, same dokumenty, spis słów kluczowych w 6 językach i system wyszukiwania danych.

W bazie znajdują się dokumenty dotyczące nauczania o energii na różnych poziomach i na różnych przedmiotach. Reprezentowane są następujące dyscypliny: fizyka, chemia, biologia, geografia, ekologia, technika i ekonomia. Charakter dokumentów w bazie jest bardzo zróżnicowany. Są tam scenariusze lekcji, opracowania metodyczne, ciekawe problemy, opisy doświadczeń, artykuły, rozdziały z podręczników, dane statystyczne, a także dokumenty multimedialne i adresy ciekawych stron WWW.

Do każdego z dokumentów w bazie dołączona jest opisowa fiszka katalogowa. Są w niej następujące informacje: kraj, z którego został zgłoszony dokument, język oryginału, odbiorca (uczeń, nauczyciel lub każda osoba zainteresowana), wiek ucznia, dla którego dokument jest przeznaczony, zastosowanie w procesie nauczania (pokaz, dośw. uczniowskie, zadanie, konspekt lekcji, itp.), typ nośnika (materiał drukowany, audiowizualny czy program komputerowy), dyscyplina i słowa kluczowe. Wszystkie te dane służą do wyszukiwania dokumentów w bazie. Ponadto podany jest tam tytuł dokumentu, nazwisko autora i krótkie streszczenie, a w przypadku pozycji opublikowanych - szczegółowa informacja bibliograficzna. Ponieważ dokumenty są w języku MS Word, interesujące pozycje można wydrukować wraz z rysunkami .

Baza zawiera dokumenty w sześciu językach: angielskim, francuskim, niemieckim, hiszpańskim, polskim i katalońskim. Polskie dokumenty istniały początkowo tylko w wersji angielskiej, ale rozszerzenie bazy na język polski pozwoliło dołączać także oryginalne wersje polskich dokumentów. Wszystkie fiszki katalogowe, słownik słów kluczowych i streszczeń wszystkich dokumentów zostały przetłumaczone na każdy z 6 języków bazy. Równocześnie powstawała baza pytań testowych Com'Joul (głównie testów wyboru z jedną lub kilkoma poprawnymi odpowiedziami), przygotowana w oparciu o program Question Designer, który pozwala na tworzenie testów zawierających elementy multimedialne. Podczas rozwiązywania testu można użyć np. kalkulatora, oraz opcji pomocy (wyjaśnień, odnośników do źródeł itd.). Testy nadają się do pracy samodzielnej i do utrwalania materiału. Po skompletowaniu baza testów została połączona z bazą EURENERG. Całość zawiera 1130 dokumentów.

III. Współpraca lokalna

Tworzenie, wyszukiwanie i akwizycja dokumentów wymagało dużego wysiłku, starałyśmy się więc zachęcić do współpracy większą grupę nauczycieli. Dla kilkunastu osób, które wyraziły zainteresowanie, zorganizowałyśmy w grudniu 1998 trzydniowe spotkanie w Jachrance, poświęcone interdyscyplinarnemu nauczaniu o energii na lekcjach fizyki, chemii, biologii i geografii. Tematyka zajęć obejmowała następujące zagadnienia:

- porównanie treści dotyczących energii występujących w programach nauczania w W.Brytanii i Francji
- wprowadzanie pojęcia energii w szkolnym programie nauczania
- analizę przydatności dydaktycznej wybranych programów komputerowych
- przykłady zastosowania arkusza kalkulacyjnego do analizy danych
- przedstawienie doświadczeń ilustrujących przemiany energii
- opracowanie ciekawych zadań sprawdzających umiejętności, a także kształcących

Ustawiłyśmy kilkanaście doświadczeń (dobranych m.in. pod kątem łatwości transportu i wykonywania w warunkach „polowych") dotyczących energii i jej przemian. Były tam

głównie doświadczenia proste, ale także i takie, które pozwalały na precyzyjne pomiary. Wszyscy je robiliśmy, dyskutując z pasją, co też się w nich dzieje z energią.

Nad zadaniami pracowaliśmy w grupach. Na początek uczestnicy dostali kartki z 10 przykładami zadań z grubsza tylko naszkicowanych lub niezbyt ciekawych, z sugestią, żeby zrobili znacznie lepszą wersję. Jedno z zadań dotyczyło elektrowni wiatrowej i okazało się na tyle warte zachodu, że pracowały nad nim niezależnie dwa zespoły, tworząc dwa zupełnie różne zadania. W jednym zespole dominowali fizycy, w drugim - chemicy i biolodzy.

Celem warsztatów było zebranie i uaktywnienie większej grupy roboczej. Już podczas spotkania udało się nam omówić i zgromadzić wiele ciekawych pomysłów, ale zaowocowało ono także nadsyłanymi przez uczestników z całej Polski bardzo ciekawymi materiałami, głównie oryginalnymi scenariuszami lekcji.

IV. Zastosowania dydaktyczne bazy danych EURENERG

Do czego może służyć produkt informatyczny, którego sporządzenie tak długo trwało i wymagało tyle pracy? Przeglądanie bazy dokument po dokumencie daje wrażenie pewnego chaosu. Zależało nam jednak na tym, żeby była duża różnorodność tematyczna i żeby reprezentowane były różne podejścia do nauczania i różne strategie dydaktyczne. Baza ma charakter interdyscyplinarny, a dokumenty pochodzą z następujących grup: fizyka i chemia (60 %), a pozostałe po równo z biologii i geologii, ekonomii, geografii i historii, oraz techniki.

W ramach różnych strategii dydaktycznych mamy zadania (30%), prace z dokumentami (25 %), doświadczenia (25 %), wykłady i lekcje (15 %), i inne (5 %).

Baza danych EURENERG pomyślana jest w zasadzie jako pomoc dydaktyczna dla nauczycieli, z widocznymi trzema głównymi wątkami: nauczaniem o energii poprzez doświadczenia, układaniem testów wyboru i opracowywaniem sekwencji dydaktycznych dotyczących nauczania o energii. Można też sobie wyobrazić sytuację, w której uczniowie bezpośrednio korzystają z bazy.

Każdy nauczyciel może zaproponować wiele własnych zastosowań bazy. Zespół pracujący nad tym w ramach grupy zbierającej dokumenty zaproponował kilka przykładów, żeby pokazać, jakiego typu działalność jest możliwa:

1. Zdobycie umiejętności wyszukiwania dokumentów w bazie;
2. Samodzielna praca z bazą;
3. Rozwiązywanie problemów interdyscyplinarnych przy pomocy bazy;
4. Uczenie się wykonywania doświadczeń;
5. Doskonalenie znajomości języków obcych.

Punkt 3 okazał się na tyle interesujący, że padły pomysły kilku projektów:

- Energia Słońca
- Nauka ułatwia nam życie
- Izolujmy budę Burka
- Oszczędzajmy energię w gospodarstwie domowym
- Środki transportu w przyszłości

Opracowany też został w szczegółach projekt „Energia na farmie piękności" , który znalazł się na płycie CD.

Integracja działań edukacyjnych sztuki z fizyką

KRZYSZTOF KOWALSKI
Publiczne Gimnazjum Nr 2 w Opolu, POLSKA

Rozmowa o fizyce na moich lekcjach zaczyna się już od zagadnień z historii sztuki gdzie, przedstawiając najwybitniejszych artystów ukazuje się ich na tle ich epoki, jej odkryć naukowych, najważniejszych przedstawicieli ze świata nauki. Bywa, że w jednej osobie artysta i naukowiec. Przewija się galeria postaci, znanych już często z lekcji fizyki. Od, między innymi, Demokryta, Archimedesa, Arystotelesa, Kopernika, Newtona po Einsteina. To, nawiązanie do zdarzeń i postaci historycznych poszerza świadomość epoki.

Większość zajęć to jednak ćwiczenia warsztatowe przy użyciu różnych technik plastycznych. W zależności zatem od problematyki ćwiczeń wprowadzam na zajęciach dygresję, anegdotę rodem z fizyki, by to co robią, było zrozumiałe, a związki z tą dziedziną kształcenia były umacniane. Oto kilka przykładów, przy których jest możliwość włączać treści integracyjne. Można to robić w sposób zaplanowany, można reagować na pytania uczniów , lub sprowokowanym sytuacją, grą skojarzeń rozszerzyć swoje nauki o „wycieczkę" w stronę fizyki.

- Przy omawianiu impresjonizmu nawiązuję do doświadczenia Newtona z 17 wieku, rozszczepienia wiązki światła białego na kolorowe widma przez pryzmat. Wyjaśniam tu dlaczego impresjoniści usunęli czerń z palety, a cienie, najciemniejsze kolory wpadały u nich we fiolet i niebieski.
- W rozważaniach o barwie zastanawiamy się czy istnieje biały i czarny kolor skoro idealnie białe i czarne ciało jest dla nas niewidoczne.
- Uczniowie stawiają pytania dlaczego cytryna jest żółta a śliwka nie i tu okazja pomówić o barwach składowych światła białego pochłanianych przez konkretny przedmiot lub odbijanych.
- Również zjawisko melanżu optycznego w obrazach impresjonistycznych opiera się na znajomości zjawiska mieszania barw na siatkówce oka i obróbki „komputerowej" obrazu przez mózg człowieka. Podobnie odbieramy wydrukowane kolorowe ilustracje.
- Dynamiczne rzeźby Aleksandra Caldera podwieszone i tak skonstruowane, że naturalna cyrkulacja ciepłego i zimnego powietrza wprawia je w ruch samoczynnie, tu do raportu stają cechy zimnych i ciepłych cząsteczek powietrza. W kręcących się elementach zamocowane gwizdki i piszczałki powodują dodatkowo śpiew rzeźb.
- Samo przyciąganie ziemskie zostało zaprzęgnięte do służby budowniczym, skoro już ustawiono dwa słupy to nałożono na nią belkę i tak stanęło Stonehenge, greckie świątynie itd.
- Dlaczego prace graficzne przechowywane są w zamkniętych szufladach, a czerń płowieje szybciej niż inne kolory, dlaczego nie należy obrazów wieszać w bezpośrednim naświetleniu słonecznym? Te pytania nie mogą dostać zbywającej odpowiedzi.

- Kino, dziesiąta muza korzysta z praw i odkryć fizyki. Przed rozwojem wiedzy o optyce i wynalazkami technicznymi nikt o takiej dziedzinie sztuki nie słyszał. Sposób ukazywania obrazu ruchomego kojarzył się wyłącznie z teatrem.

- W ramach rozważań o rozwoju sztuki przechodzi się do zmysłu wzroku, jego roli w odbiorze informacji, doznań estetycznych. Budowa oka i zasada powstawania obrazu na siatkówce, rozmowa o soczewce, ogniskowych daleko i krótkowzroczności.
- Schemat budowy aparatu fotograficznego i analogia do oka w powstawaniu obrazu. Jest tu czym zaciekawić, zasób wiedzy rozszerzyć.
- Przy omawianiu budowania wrażenia przestrzeni na płaszczyźnie, perspektywy znów nawiązuję do zagadnień optyki (zwłaszcza perspektywy powietrznej, zbieżnej i barwnej).

- Przy ćwiczeniach konstrukcyjnych, abstrakcyjnych rzeźbach nie sposób ominąć pracownię fizyki, tam na półkach galeria nowoczesnych form. Od maszyny elektrostatycznej, przekrojów silników po astronomiczne przyrządy pomiarowe. Wszystko trąci cokolwiek awangardą. Jakież bogate źródło inspiracji artystycznej, możliwości abstrahowania.
- Inny przykład, gdzie fizyka ze sztuką pod rękę, to omawianie właściwości tworzyw plastycznych, czy jak to się mówi w fizyce ciał stałych. Mówi się o ich kruchości, sprężystości, plastyczności. Możliwości zmiany tych cech, gdyż nie są one stałe np. glina staje się po wypaleniu krucha, stal w temperaturze pokojowej jest substancją sprężystą po podgrzaniu staje się plastyczną zdatną kowalowi do obróbki.

- Równia pochyła, blok z jednym i dwoma krążkami do wynoszenia ciężarów na duże wysokości pojawiają się przy zagadnieniach sztuki budowania, już od piramid egipskich począwszy. Okazja by nawiązać do pracy maszynami prostymi, najczęściej stosowanej dźwigni dwustronnej nożyc, kombinerek, obcęgów, żurawia do czerpania wody, na wycieczce w muzeum wsi.

- Przy stosowaniu techniki akwagrafii, gdzie na powierzchni wody ukazuje się tłusta błona farby z rozpuszczalnikiem można zagaić o gęstości cieczy, jej budowie cząsteczkowej i siłach międzycząsteczkowych. O działających siłach wyporu i prawie Archimedesa.

- Istnieje wiele pomniejszych okazji by używać pojęć z fizyki i jednym zdanie objaśnić zjawisko np. przy malowaniu techniką batiku wspomnieć można o temperaturze topnienia i krzepnięcia wosku, charakterystycznej dla każdej substancji. Omawianie zamglonego pejzażu okazją by napomknąć o skraplaniu gazów, również parowaniu. Inspirować do takich dygresji może wiele: łuk tęczy w obrazie, ćwiczeniach w plenerze, obłoki na niebie, rosa na liściach, skład materii farby. Techniki graficzne, w których znajomość zależności fizyko-chemicznych podstawą do ich właściwego stosowania. Ślad na śniegu.

Uwrażliwienie uczniów na otaczający ich świat idzie tu w parze z rozbudzaniem ciekawości tego świata. Stwarza przekonanie, że na nurtujące pytania można dostać odpowiedź lub ją znaleźć. Kształtuje się osobowość kreatywna wykazująca się myśleniem i działaniem twórczym nie tylko w dziedzinach sztuki.

Współpraca z nauczycielem fizyki jest bardzo ważna, bo przecież nie jest się fizycznym „alfą i omegą". Pojawiają się pytania, problemy, które rozwiąże tylko specjalista. To też dobry przykład dla młodzieży gdy widzą siebie w nauczycielu. Nie wie wszystkiego z fizyki, nie ukrywa tego. Powodowany ciekawością pokazuje drogi zdobywania odpowiedzi. Sam zachowuje postawę ciekawości, uczy się jednocześnie nauczając.

Codzienność tej współpracy to przygotowanie zestawu przeźroczy reprezentujących świat sztuki na lekcji fizyki. Korzystanie z eksponatów, pomocy dydaktycznych z pracowni fizycznej, których formy i konstrukcje pomagają np. stwarzać rzeźby-modele do wymyślonych praw i zjawisk fizycznych lub całkowicie abstrahować w działaniach przestrzennych. Konsultacja wspólnie realizowanych projektów np. projekt „Powietrze", w którym uczniowie interpretowali hasło główne warsztatem plastycznym w efekcie czego powstała wyjątkowej piękności ekspozycja abstrakcji, której podtemat brzmiał „...powietrze znaczy wolność, a wolność w sztuce to abstrakcja".

Innym kierunkiem tej korelacji przedmiotowej jest próba oderwania się od znanych i obowiązujących praw, w sferze idei. Celem jest rozwój fantazjowania, stwarzania rzeczy nieprawdopodobnych, wolnych asocjacji myślowych by powstawały nowe jakości plastyczne, a przede wszystkim twórczo i konstruktywnie myśląca jednostka. Stąd zachęta z mojej strony, aby w swoich pomysłach przeczyć prawom fizyki, które się zna. Wymowa dzieła wtedy większa, artykułuje ono to co znanym językiem trudno wyrazić. Widzieliśmy to na obrazach surrealistów, ekspresjonistów. W ostateczności może się uda stworzyć osobowość, która w idei, pomysłach twórczym, śmiałym artystą. W realizacji, konkretyzacji odkrytych idei cierpliwym, znającym się na rzeczy fizykiem. Juliusz Verne błądzący swą fikcją literacką po dwudziestu tysiącach mil podwodnych, po księżycu można by rzec bębnił, bębnił, aż wywołał deszcz. Prowokowane działania plastyczne, grupowe lub indywidualne, jeśli uda się wywołać zaangażowanie, dają wspólne przeżycie, zbliżają, wytwarzają więź. Dają płaszczyznę wspólnych rozmów, wymiany wrażeń. Wspólne przeżywanie estetyczne to satysfakcja z włożonej pracy, zaszczyt uczestniczenia w dojrzewaniu młodych ludzi, narodzinach gwiazd. Oni z poczuciem własnej wartości, zorientowani w otaczającym świecie, chcący przestawiać góry. Winni temu, sztuka i fizyka, pociągnięci zostaną do odpowiedzialności.

Eksperymenty w nauczaniu fizyki w gymnazjum

(Physical experiments in the second level of Primary school)

STEFANIA ELBANOWSKA
Zakład Dydaktyki Fizyki IFD, Uniwersytet Warszawski, Polska

W polskiej szkole fizyka jako odrębny przedmiot rozpoczyna się w trzyletnim gimnazjum, po sześcioletniej szkole podstawowej. Do nowej podstawy programowej przedmiotu fizyka z astronomią opracowanej przez Ministerstwo Edukacji Narodowej (1998r) przygotowano kilkanaście niezależnych programów autorskich. Wraz ze współautorami : Jolantą Zamorską i Wiesławem Zamorskim przygotowałam własną propozycje programu,a także podręczniki i zeszyty ćwiczeń dla ucznia oraz poradniki dla nauczyciela . Pakiet ten został wydany nakładem wydawnictwa Juka.

Najważniejsze założenia, jakie towarzyszyły nam podczas opracowywania programu to takie, aby nauczanie fizyki :
- opierało się na prostym eksperymencie;
- sprzyjało rozwijaniu aktywności twórczej uczniów;
- oraz pokazywało znaczenie odkryć w naukach przyrodniczych dla rozwoju cywilizacji.

Wiadomo, że ostatecznym kryterium prawdy w fizyce jest eksperyment i dlatego ta metoda poznania została głównie eksponowana w naszym programie.

Proponowane przez nas eksperymenty są proste, nie wymagają skomplikowanej aparatury. Jest to celowy zabieg, który pozwala uczniom łatwo dostrzec istotę zjawiska, bowiem skomplikowana aparatura mogłaby ich przytłaczać. Proste eksperymenty pozwalają uczniom dostrzegać rolę fizyki w życiu codziennym. Ułatwiają także interpretowanie zjawisk fizycznych i tym samym pozwalają na lepsze rozumienie świata.

Przedstawię kilka przykładowych eksperymentów z naszego zestawu, które znalazły się w podręczniku uczniowskim.

W klasie drugiej gimnazjum omawiając właściwości mechaniczne gazów proponujemy doświadczenie pozwalające sprawdzić **jak zależy ciśnienie gazu od temperatury (rys. 1).**

Rys.1: Balonik w temperaturze pokojowej (a), ten sam balonik po ogrzaniu w ciepłej wodzie (b)

W tym celu, tak jak widać na rysunku umieszczamy lekko nadmuchany balonik w szklance i przyciskamy go drewnianym lub plastikowym krążkiem. Balonik powinien dobrze przylegać do ścianek i nie wystawać ponad jej brzeg. Dobrze jest zwilżyć nieco balonik, a resztki powietrza usunąć, wkładając między balonik a szklankę na przykład gładki trzonek łyżki. Zaznaczamy położenie krążka, a następnie wstawiamy szklankę do zlewki z ciepłą wodą. Krążek przesuwa się do góry. Aby utrzymać jego poprzednie położenie trzeba położyć na nim odważnik. Odważnik lub inny obciążnik powinien mieć średnicę niewiele mniejszą od średnicy szklanki. Z doświadczenia wynika, że ciśnienie gazu w baloniku wzrosło o taką wartość, jaką wywiera położony na krążku odważnik.

Do wielu doświadczeń uczniowie samodzielnie wykonują modele. Przykład modelu zbudowanego przez uczniów przedstawia rysunek nr 2.

Rys. 2: Modelowe przedstawienie przemiany energii kinetycznej w wewnętrzną

Podczas omawiania energii wewnętrznej **modelujemy przemiany energii kinetycznej w energię wewnętrzną** korzystając z modelu ciała stałego zbudowanego przez uczniów.

Do wykonania modelu potrzebne jest przezroczyste pudełko plastikowe, stalowy drut o średnicy 1mm, koraliki, dobry klej. Drut tniemy na kawałki dopasowane do wysokości pudełka. Z jednego końca lekko zaginamy i przyklejamy kropelką kleju do dna pudełka. Na drugim końcu przyklejamy koralik. Tak przygotowany model pozwala nam demonstrować „drgające atomy" poprzez szybki ruch modelem na odcinku kilku centymetrów. W chwili gwałtownego zatrzymania się ciała „atomy" zostają wprawione w szybsze drgania, wzrasta energia kinetyczna ich ruchu drgającego, wzrasta zatem temperatura ciała i jego energia wewnętrzna.

W dziale elektrostatyki posługujemy się **modelem versorium** wykonanym przez uczniów (rys. 3).

Rys. 3: Badanie oddziaływań między ładunkami za pomocą versorium

Korzystając z tego modelu demonstrujemy **zależność wartości siły oddziaływania pomiędzy ładunkami od ich wartości oraz odległości między nimi.**

Do wykonania versorium wykorzystujemy podstawę pudełka (po kremie lub cukierkach), kulkę z folii aluminiowej, patyczek do szaszłyków, obciążnik z plasteliny. Oś obrotu mocujemy do podstawy. Do niej prostopadle mocujemy patyczek do szaszłyków zakończony z jednej strony kulką z folii aluminiowej, a z drugiej strony kulką z plasteliny.

Potartą o wełnę rurką,elektryzujemy przez zetknięcie kulkę przyrządu, przytrzymując jego ramie plastikowym długopisem. Następnie odsuwamy rurkę na ustaloną odległość i zwalniamy ramię przyrządu. Obserwujemy ruch kulki. Powtarzamy obserwacje przy różnym stopniu naelektryzowania rurki (nie zmieniając ustalonej odległości). Następnie wykonujemy kilka obserwacji, zmieniając jedynie odległość rurki od kulki przyrządu.

Łatwo zauważyć, że kulka rozpoczyna ruch tym szybciej, im bardziej naelektryzowana jest rurka oraz im bliżej znajduje się kulki. Z tych obserwacji wynika, że siły wzajemnego oddziaływania są tym większe , im mniejsza jest odległość między ładunkami oraz im większe są ich wartości.

Podobny przyrząd do badania naelektryzowanych ciał skonstruował William Gilbert.

W prostych eksperymentach możemy wykorzystać również zachowany stary sprzęt muzyczny, na przykład gramofon.

W naszym zestawie proponujemy w dziale kinematyki **badanie złożenia ruchu prostoliniowego z ruchem po okręgu z wykorzystaniem gramofonu i starej płyty (rys. 4).**

DOŚWIADCZENIE

Rys. 4 Układ do składania ruchów jednostajnych prostoliniowego i po okręgu

Rys. 4: Układ do składania ruchów jednostajnych: prostoliniowego i po okręgu

Po obu stronach gramofonu ustawiamy po kilka książek ułożonych do tej samej wysokości i kładziemy na nie linijkę tak, aby leżała nad talerzem gramofonu.

Na talerzu gramofonu kładziemy arkusz kartonu. Przy nieruchomej płycie rysujemy mazakiem prostą wzdłuż linijki. Następnie po włączeniu gramofonu , dotykamy mazakiem kartonu, trzymając go nieruchomo względem linijki. Otrzymamy wówczas okrąg. Następnie przy obracającym się talerzu przesuwamy mazak wzdłuż linijki ze stałą prędkością. Otrzymamy linię w kształcie spirali. Jest ona torem ruchu złożonego z ruchu jednostajnego prostoliniowego mazaka względem linijki i jednostajnego ruchu mazaka po okręgu względem talerza gramofonu.

Z tego prostego eksperymentu wynika, że kształt toru ruchu ciała zależy od układu odniesienia, względem którego ten ruch badamy.

Następny przykład dotyczy **badania oporu ośrodka.**

Wykorzystamy butelkę po wodzie mineralnej , najlepiej o prostokątnym przekroju, z odciętym dnem i odkręconą zakrętką, tak jak widać na rys. 5

Rys. 5: Model tunelu aerodynamicznego

Wewnątrz butelki umieszczamy „jezdnię „ z deseczki i ustawiamy samochodzik. Kierujemy strumień powietrza z suszarki w stronę butelki, samochodzik zjeżdża w dół. Następnie przyklejamy do dachu samochodziku ekran z tekturki. Widać wyraźne zmniejszenie się prędkości samochodu.

Z doświadczenia tego wynika, że siła oporu powietrza zależy od kształtu poruszającego się ciała. Kolejny przykład prostego uczniowskiego eksperymentu dotyczy **zasady zachowania pędu. (rys. 6)**

Rys.6: Stanowisko do badania zderzeń baloników

Przygotowujemy zestaw do badania zderzeń baloników. W tym celu gromadzimy : żyłkę nylonową, 3 rurki (do napojów lub od długopisów), 3 jednakowe baloniki, plastelinę i plaster.

Żyłkę z nawleczonymi rurkami rozciągamy w klasie. Nadmuchane do tej samej wielkości baloniki zaciskamy klamerkami od bielizny i podwieszamy do rurek plastrem, tak jak widać na rysunku (rys. 6). Jeden z baloników obciążamy plasteliną. Ustawiamy balonik na miejscu startu i zwalniamy zacisk, wypuszczając powietrze. Mierzymy drogę, jaka przebędzie ten balonik. Następnie obciążamy balonik po skrajnie drugiej stronie i uruchamiamy podobnie jak balonik pierwszy. Zauważamy, że przebywa on krótszą trasę niż pierwszy balonik ponieważ pchając przed sobą obciążony balonik musiał się z nim podzielić swoim pędem.

Podałam zaledwie kilka przykładów prostych eksperymentów , które zamieściliśmy w naszych podręcznikach. Większość eksperymentów proponowanych przez nas opiera się na zestawach możliwych do wykonania przez uczniów. Chciałabym jeszcze podkreślić, jakie korzyści wynikają ze stosowania eksperymentów w nauczaniu fizyki.

Eksperyment fizyczny w szkole ułatwia uczniom zrozumienie zjawisk i praw fizycznych. Sprzyja zastosowaniu wiedzy w praktyce a jednocześnie rozwija ich aktywność twórczą podczas projektowania zestawów doświadczalnych. Uczy staranności i dokładności w wykonywaniu pomiarów i obliczeń a także rozwija nawyki konstrukcyjne i zdolności techniczne.

Bibliografia:

1. *S. Elbanowska, J. Zamorska, W. Zamorski. Fizyka i astronomia. Podręcznik dla klasy I gimnazjum. Wyd. Juka. Warszawa 2000.*
2. *S. Elbanowska, J. Zamorska, W. Zamorski . Fizyka i astronomia. Podręcznik dla klasy II gimnazjum. Wyd. Juka 2001.*
3. *S. Elbanowska, J. Zamorska, W. Zamorski. Fizyka i astronomia- przewodnik metodyczny dla nauczyciela klasy drugiej gimnazjum. Wyd. Juka 2002.*

The Salters Horners Advanced Physics project

ELIZABETH SWINBANK
SHAP Project, Science Curriculum Centre
University of York, Heslington, York, UK

Summary

The Salters Horners Advanced Physics Project (SHAP) has developed a new topic-based approach for teaching physics to school students aged 16-19. The two-year programme is supported by full-colour books for students and by comprehensive notes for teachers and technicians. There are many novel activities in the course, including some that use apparatus specially devised for SHAP and others that exploit the technology of CDs and the internet. The course was launched in September 2000, and is now being used in about 200 UK schools. There is evidence that students and teachers are benefiting from this new way of teaching and learning physics.

Background

In the UK, all school pupils up to age 16 study some physics, chemistry and biology. At age 16, some pupils leave school and those that remain choose a small number of subjects for further study. The main academic courses lead to the Advanced level exam (A-level), except in Scotland which has a separate education system. A-level is a two-year course. The first year of A-level is called AS (Advanced Subsidiary) and the second year is A2. Most students begin by studying 4-5 subjects at AS level and choose just three for A2. A-level is the main qualifying exam for university entrance.

National regulations allow for up to six different A-level physics courses in England, each with its own exam. Within the rules that define the course content and the method of examination, there is some flexibility. Only 60% of the physics content is defined nationally, and different courses may use different approaches to teaching and assessment. This gives scope for innovation alongside more traditional courses. Four of the current physics courses are traditional in content and approach, whereas SHAP is one of two new ones.

For many years, the numbers of students choosing physics at A-level have been declining markedly, and the subject is much less popular with girls than with boys. When asked why they don't want to study physics, young people say that they perceive it as dull, difficult and not leading to good careers. The SHAP course was developed in an attempt to counter these perceptions.

Topic-led approach

Each of SHAP's eleven teaching units is based around a topic designed to capture the interest of young people and uses the topic as a context for teaching some aspects of physics. Within each topic, students study some aspects of physics relating to the topic. The topic-based approach means that students can always see a purpose for their study. This helps to maintain interest, and when students need to tackle difficult ideas the topic provides some motivation for them to persevere. Some novel activities relating to the topics help add interest and variety. The topics also show students some of the many career opportunities open to those who study physics.

In planning and developing the course, the topics were carefully chosen. First, they should be potentially interesting to young people aged 16-19. Equally important, they should have strong links to physics appropriate for pre-university students. Also, each topic should enable

the student to make noticeable progress in at least one area of physics. The chosen topics include personal leisure interests such as sport and music, 'cultural' interests such as archaeology, concern to improve people's lives (medicine, for example, and safer transport), industry and technology (e.g. the food, aerospace and telecommunications industries) and the popular areas of physics that feature sometimes in newspapers and TV: astronomy and particle physics.

The topic-based approach contrasts strongly with the traditional way of designing a physics course. Traditionally, students focus on just one area of physics for a long period. For example, they may spend several weeks on kinematics, dynamics and mechanics. They generally begin with some basic definitions and laws, and work through a series of practical exercises, examples and problems. Only at the end will students apply their knowledge and understanding to some interesting real-life situations. By then, many students will have lost interest and motivation.

With a topic-based approach, students can always see the point of their study and it is always linked to real life. The topics also ensure that students have several opportunities to revisit key areas of physics in different situations. Each time, they review and extend their knowledge and understanding.

Examples of topics

It is not possible in this short account to describe all the topics and activities, but just two examples will illustrate the approach.

In the first term of the AS year, students study a unit called Higher, Faster, Stronger, where sporting examples are used to teach aspects of kinematics, dynamics and mechanics. The nit begins with studies of running, in which students review their pre-A-level work on equations of motion and are introduced to the use of gradients and areas of graphs. Later, after learning about energy, work and force-extension graphs, bungee jumping provides a new context. Students read a vivid first-hand account of a bungee jump, and are then set a 'bungee challenge'. They are given data about a small model bungee jumper and piece of elastic cord, and asked to predict the launch height for a jump to be both safe and exciting. The fate of their model bungee jumper provides the motivation for students to tackle some unfamiliar work on energy and graphs.

A unit called The Medium is the Message comes in the second year of the course. It uses the contexts of modern telecommunications and display technology. One part is concerned with fibre-optic communications. Here, students first review their knowledge of refraction and total internal reflection from the AS year. They then consider the problem of signal attenuation over long distances. Using a model 'fibre' made from gelatine, students measure the attenuation of an infrared signal and thus meet a simple example of exponential change: a graph of signal strength versus distance gives a typical exponential curve, and a log-linear graph gives a straight line.

Visits and projects

To ensure that students experience physics in real life, they are required to make an out-of-school visit to observe physics in use. They must write a report explaining the physics that they have seen. Their teacher gives them a grade for the report and this counts towards their final grade for the course. Students and teachers have found the visit an exciting part of the course. There have been visits to research laboratories, hospitals, factories – among other places. All have helped show students the importance of physics in daily life and opened their eyes to possible future careers.

Throughout the course, students do a lot of laboratory and computer work. This reaches its climax in the A2 year when each student has to do an individual practical project. Students choose their own topics, with guidance from their teachers, and they must research and plan their work. They are allocated 8-10 hours of laboratory time over a two-week period. Students have to write a full report of their work, including analysis and evaluation. Their work is graded by their teachers, and this counts towards their final course grade. Students have investigated topics as diverse as the sound of bells, a Hall-effect flowmeter, and the lift of an aerofoil, and the standard of their work is impressive.

Support for users

An important aspect of SHAP is the support offered to those in schools using the course. Traditional physics courses provide just a specification of what will be tested in examinations, and teachers generally follow a conventional text-book approach to teaching. SHAP provides books that integrate the physics with the topics, and provides full supporting notes for teachers. There are residential in-service courses available to teachers and technicians enabling them to spend time in the University of York becoming familiar with new approaches and activities, and they can contact the SHAP team at other times for help and advice. Teachers, technicians and students can also join email discussion groups that build the SHAP community and provide mutual support for all those involved.

Developing SHAP

The SHAP project was funded entirely by donations from industries that employ physicists (e.g. the steel and telecommunications industries) and by the Salters and Horners companies. In mediaeval times, the Salters and Horners controlled the trade in salt and horn; now they are charitable organisations with links to industry.

It took four years to plan, develop, test and publish the SHAP course materials. This involved a large team of people: two working full-time in the University of York, about sixteen teachers (or former teachers) who did much of the writing, and many other people from industry, universities and schools who contributed ideas, information and comments.

Evaluation

After two years of development, the whole course was tested in a small number of schools. All the teachers, students and technicians in these schools were invited to comment on any aspect of the course, and their comments were very useful in the final production of the course materials. In addition, a research project investigated particular novel aspects of the course: the context-led approach and the visit. Researchers found that most students found the use of topics helpful, and teachers were stimulated by this new approach to teaching.

The schools that took part in the two-year test provided information about their students' destinations after completing the SHAP A-level. In each year, about 12% of the students chose to study physics at university, and over 20% chose engineering. In the UK as a whole, engineering is much less popular than in many other countries, and only about 9% of those completing A-level physics choose the subject at university so these figures are pleasing.

A few comments from teachers and students illustrate the success of SHAP.

From teachers:

> This is physics in the real world, the world my students live in. It is so obviously useful *and* interesting.
>
> It has encouraged more girls to apply for physics degree courses.

The context drive behind the course helps to maintain interest across a wide range of abilities.

The units are interesting and sometimes it is totally new. We say 'wow' quite a lot.

From students:

They look into real examples to explain the theory, which is interesting.

I have enjoyed all of the practical experiments as the visual and hands-on aspect makes things easier to learn.

Brilliant!

Further information

All the eleven teaching units and many other aspects of the project are described in much more detail on the SHAP website: www.york.ac.uk/org/seg/salters/physics

For further information about SHAP, please contact the project director:
Email: es14@york.ac.uk

Netradiční měřicí přístroje 2: Indikátor malých proudů

LEOŠ DVOŘÁK
Matematicko-fyzikální fakulta UK Praha

Podtitulek tohoto příspěvku by také mohl znít „**Nanoampérmetr za dvacku**". Nejde o měřicí přístroj s ručičkou či digitálním ukazatelem, ale opravdu o indikátor, který proud indikuje rozsvícením žárovičky či svítivé diody. Dokáže však věci, které bychom od tak jednoduchého přístroje možná ani nečekali.

Počátky indikátoru: jednodušší konstrukce s jedním a se dvěma tranzistory

Dále popsaná konstrukce se vyvinula z velmi jednoduchého zapojení, které demonstrovalo, že tranzistor zesiluje proud. Spojíme-li bázi tranzistoru přes rezistor s kladným pólem baterie, žárovička v kolektoru se rozsvítí. Žárovičkou přitom teče proud řádově stovek mA (jde o žárovičku 3,5V/0,2 až 0,3 A). Proud do báze je výrazně nižší. Použijeme-li tranzistor např. typu BC337, stačí do báze přivádět proud asi 0,5 mA. (Proudový zesilovací činitel tranzistoru BC337C je zhruba 500. Některé tranzistory BC337 mají proudový zesilovací činitel poněkud nižší; proud do báze by pak musel být samozřejmě větší.)

Obr. 1. Proudem menším než 1 mA do báze ovládáme proud řádu desetin A tekoucí žárovičkou

Již v příspěvku [1], kde bylo toto zapojení popsáno, je zmíněna jeho varianta se dvěma tranzistory. Proudový zesilovací činitel obou tranzistorů se v tomto zapojení násobí. Lze to vidět (a žákům vysvětlit) velice jednoduše: Aby tranzistor T2 rozsvítil žárovku, musí do jeho báze téci proud asi uvedených 0,5 mA. Tento proud tam teče z emitoru tranzistoru T1. K tomu stačí do báze T1 přivádět proud opět asi 500-krát menší, tedy přibližně 1 mikroampér. Takto malým proudem tedy řídíme proud asi 0,25 A tekoucí do žárovičky. Celkový proudový zesilovací činitel je 500 · 500 = 25000.

Obr. 2. Toto zapojení dvou tranzistorů umožňuje detekovat proudy řádu mikroampér

Aby žárovička svítila, stačí tedy spojit bázi tranzistoru T1 s kladným pólem baterie přes rezistor o odporu několika megaohmů. Místo rezistoru lze použít i vlastních prstů. Vodivost kůže a lidských tkání stačí k tomu, aby do báze prošel potřebný proud. Pokud je kůže příliš suchá, je třeba prsty trochu navlhčit.

Dvě technické poznámky:

Obr. 3. Ochranný rezistor zabrání zničení tranzistorů při přímém spojení báze s kladným pólem baterie

1) Rezistor samozřejmě může mít nižší odpor. Nepřipojujte však bázi T1 ke kladnému pólu baterie přes rezistor o příliš malém odporu (menším než asi 100 kΩ), velký proud procházející bází T2 by mohl tento tranzistor zničit. Spojíte-li bázi T1 s kladným pólem přímo, povede se vám patrně zničit oba tranzistory. Lepší je uvedeným nehodám předejít a zapojit přímo do báze T1 ochranný rezistor s odporem např. 100 kΩ. Druhou možností je zapojit ochranný rezistor mezi emitor T1 a bázi T2, jak to ukazuje obr. 3. Odpor tohoto rezistoru musí být nižší; vyhoví např. 1,5 kΩ.

2) Použijete-li tranzistory s nižším proudovým zesilovacím činitelem, bude muset být proud do báze T1 samozřejmě vyšší a příslušné rezistory musí mít menší odpory.

A ještě jedna poznámka téměř didaktická:

Při vysvětlování funkce tohoto zapojení žákům či studentům bych se nebál formulací typu *„napětí z ploché baterie protlačí odporem 1 megaohm do báze proud několik mikroampér“* apod. Zpřesňující formulace „rezistor o odporu tolik a tolik“ a upozornění, že na přechodech báze-emitor je úbytek napětí asi 0,7 V mohou samozřejmě následovat. Ale vždy je lepší, když žák či student má o funkci zapojení dobrou kvalitativní představu a dovede příslušné hodnoty zhruba odhadnout, než když sice dovede odříkat definici Ohmova zákona a brilantně rozlišuje mezi pojmy „odpor“ a „rezistor“, ale na otázku, jak velký proud tedy rezistorem prochází, rozpačitě krčí rameny a pak po dlouhém boji s kalkulačkou sdělí výsledek na pět platných cifer, ale třeba o několik řádů chybný.

„Plná verze“: indikátor se třemi tranzistory

Verze se dvěma tranzistory umožňuje indikovat proud řádu mikroampér. Přidáním dalšího tranzistoru můžeme zvýšit citlivost ještě zhruba 500-krát. Výsledné zapojení, umožňující indikovat proud řádu několika nanoampér, je na obr. 4.

Tranzistor T3 musí vydržet proud několika desetin ampéru tekoucí žárovičkou. Vyhoví již

Obr. 4. Schéma „nanoampérmetru za dvacku“

zmíněný typ BC337. Tranzistory T1 a T2 jsou běžné nízkovýkonové NPN tranzistory, např. typu BC547. Všechny tyto typy lze koupit v prodejnách pro radioamatéry (např. GM Electronic, Compo apod.) a to za cenu asi 2,50 Kč za kus [2]. Rezistory lze též použít nejlacinějších typů, takže jejich celková cena je 1,60 Kč. Svítivou diodu (LED), kterou bychom ani nemuseli v přístroji mít (viz dále), lze také koupit nejlacinější v ceně pod 2 Kč. Nepočítáme-li plochou baterii, která indikátor napájí, jsou nejdražšími součástkami žárovička s objímkou a cena celé konstrukce opravdu vyjde zhruba na dvacetikorunu.

Poznámky k realizaci indikátoru

Pro použití ve škole doporučuji realizovat celou konstrukci doslova a do písmene „na prkénku" – na kousku dřevěné destičky, do níž zatlučeme malé hřebíčky, na něž pájíme vývody součástek. Nejlepší jsou mosazné hřebíčky, protože se na ně dobře pájí. K sehnání jsou ve větších železářstvích.

Rozložení součástek na destičce může přesně kopírovat schéma na obr. 4. Schéma zapojení je pak na destičce názorně vidět, což pomůže při vysvětlování jeho funkce. Indikátor tak může být pro žáky a studenty něčím, co mohou pochopit. Rozhodně nejde o tajemnou „černou skříňku", která záhadným způsobem něco indikuje, ukazuje či sděluje.

Rezistory o odporech 1,5 kΩ a 10 MΩ (na jejich přesných hodnotách nezáleží) mají ochrannou funkci. Zabraňují zničení tranzistorů velkým proudem, který by mohl téci bázemi při trochu „divočejším" experimentování s přístrojem. Např. když svorky A nebo B, k nimž při pokusech budeme připojovat kablíky, vodivě spojíme s kterýmkoli vývodem kterékoli součástky v naší konstrukci.

K indikaci slouží žárovička (3,5 V / 0,2 nebo 0,3 A) a k ní paralelně zapojená svítivá dioda (LED) spolu se sériově zapojeným rezistorem asi 120 až 150 Ω omezujícím proud diodou. Stačí samozřejmě použít buď jen žárovičku nebo jen LED s rezistorem. Ovšem svit žárovičky je lépe vidět z větší vzdálenosti, např. při demonstracích pro celou třídu, a více přitáhne pozornost. Naopak se svítivou diodou je přístroj citlivější. Je tedy výhodné mít v zapojení jak žárovičku, tak LED. Povolíme-li žárovičku v objímce, bude indikovat jen svítivá dioda a citlivost přístroje vzroste asi desetkrát.

Ještě jednu poznámku k realizaci „vstupní" svorky B. Tuto svorku (a rovněž bázi tranzistoru T1) je třeba izolovat od dřevěné destičky, tvořící základ konstrukce. Indikátor je totiž tak citlivý, že se projeví i vodivost dřeva. (V konstrukcích realizovaných autorem nestačila vodivost dřeva k rozsvícení žárovky, ale k rozsvícení samotné LED ano.) Jednoduchým řešením je navléci na hřebíček kousek izolační bužírky stažené např. ze zvonkového drátu a jeden vývod rezistoru kolem ní prostě omotat. Druhý vývod rezistoru připájíme na bázi T1 „ve vzduchu", aniž bychom toto spojení pájeli k hřebíčku zaraženému do destičky.

K čemu je to dobré 1 - indikátor vodivosti

Přístroj funguje jako velice citlivý indikátor vodivosti. Spojíme-li svorky A a B třeba i velmi suchýma rukama, žárovka se rozsvítí. Můžeme též jednu ze svorek vzít do ruky a koncem kablíku, připojeného k druhé elektrodě, se dotknout třeba čela, nosu, ucha ... nebo palce u nohy, je-li zrovna léto a studenti chodí naboso v otevřených botách. Můžeme též udělat „vodivý řetěz" z více lidí držících se za ruce. (Nebo třeba za uši, chcete-li z této demonstrace udělat ještě více „šou". Můžete ji také zpestřit konstatováním, že daný indikátor ukazuje, že „nikdo nejsme nekonečně odporný".)

Různé „přechodové odpory" indikaci vodivého spojení nevadí. Žárovička svítí, i když je mezi svorkami A a B odpor řádu stovek megaohmů. Bez problémů bude indikováno vodivé spojení třeba přes navlhčený hadr apod. S překvapením můžete zjistit, že vedou např. i některé plastické hmoty – o čáře tužkou na papíře ani nemluvě.

K čemu je to dobré 2 - aneb s bipolárními tranzistory i na elektrostatiku

Citlivost uvedeného indikátoru je tak velká, že jej můžeme využít i při některých pokusech z oblasti elektrostatiky.

Zkuste například sáhnout na svorku B a v botách s gumovými či podobnými podrážkami šoupat nohou po suché podlaze – nebo jen silněji došlápnout a zase botu odlehčit. Výsledek samozřejmě závisí na materiálu podrážky a podlahy (koberec, PVC atd.). Ve většině případů však žárovka zasvítí. Šoupáním podrážky o podlahu se naše tělo nabíjí elektrickým nábojem. Jeho část pak přes svorku B prochází do báze tranzistoru T1 – a žárovka zasvítí.

Trocha pokusničení s kondenzátory různých hodnot ukáže, že k bliknutí žárovky stačí, aby do báze T1 prošel náboj několika nanocoulombů - a pro bliknutí LED při povolené žárovičce dokonce náboj jen několika desetin nanocoulombu.

Indikátor není ani potřeba nijak „uzemňovat", tj. vodivě spojovat např. svorku A třeba s vodovodem nebo kolíkem „nuláku" v zásuvce. Pokud to uděláme, reakce indikátoru budou ještě výraznější, ale přístroj může začít reagovat i na rušivé vlivy dané přítomností elektrické sítě, vysokofrekvenčního pole vysílačů apod. Pro běžné pokusy stačí, že přístroj má určitou kapacitu „vůči zemi".

Pro další pokusy připojte ke svorce B krátký kablík. Hodí se kablíky, které mají na svých koncích malé krokosvorky. Na konec kablíku můžete připojit kousek alobalu nebo malou plechovku, ale není to nezbytné. Podobný kablík můžete do jiného směru natáhnout od svorky A. Pokud by stůl, na němž pokusy provádíte, dostatečně neizoloval, můžete zmíněné plechovky či alobal podložit např. kusy pěnového polystyrenu.

Nabijte teď třením plastikovou tyč (stačí i vhodné plastikové pravítko). Přibližte ji ke svorce B a zase oddalte. Při *oddálení* žárovička zasvítí. Se svorkou A to funguje naopak: žárovička svítí při *přibližování* nabité plastové tyče.

Proč to tak funguje

Plastiková tyč se třením nabije záporně. Přibližujete-li ji ke svorce B, přitáhne k sobě (do plechovky, alobalu resp. konce kablíku) kladný náboj. Proud tedy protekl z báze T1 do kablíku. Tranzistor se neotevře, žárovka nesvítí.

Vzdálíte-li tyč, kladný náboj již není přitahován do plechovky a odteče do báze T1. Proud tedy teče *do* báze tranzistoru, ten se otevře, další tranzistory proud ještě zesílí... a žárovička zasvítí.
Naopak přiblížíme-li tyč ke kablíku A, přitáhne se tam kladný náboj. Odkud? Z celého přístroje, tedy i z plechovky a kablíku připojeného ke svorce B. To znamená, že do báze T1 opět chvíli teče proud – žárovička zasvítí. Při oddálení teče proud v opačném směru a indikátor nereaguje.

Poznámka pro skeptiky: Možná namítnete, že proud nemůže téci z báze T1 do kablíku. Musel by přece téci přechodem báze-emitor nebo báze-kolektor v závěrném směru! Zdánlivě máte pravdu, ovšem např. přechod báze-emitor vydrží v závěrném směru jen napětí necelých deset voltů. Při vyšším se prostě „prorazí" a vede proud. A při elektrostatických pokusech jde o

napětí stovek i tisíců voltů. Právě proto je vhodné mít v zapojení u svorek A a B rezistory o odporu 10 MΩ. Ty i při tomto „průrazu" omezí proud na dostatečně malou hodnotu a zamezí tak případnému poškození tranzistorů. Proto indikátor vydrží třeba i to, když se svorkou A či B dotknete nabité koule školního van de Graafova generátoru.

Další elektrostatické pokusy

Jak už bylo výše naznačeno, indikátor umožní jednoduše rozhodnout, které předměty jsou nabity kladně a které záporně. Nabijte třením sklo (stačí obyčejná sklenička) a přibližte je ke svorce B. Žárovička zasvítí. Pokud náboj na skle není dostatečný, povolte v indikátoru žárovičku a sledujte svit diody LED. S takto zvýšenou citlivostí by již měl indikátor na přibližování nabité skleničky reagovat. Indikátor také reaguje výrazněji při rychlejším přibližování nabitého předmětu.

Indikátor umožní demonstrovat i skutečnost, že při tření plastikové tyče látkou se látka nabíjí opačným nábojem než tyč, tedy kladně. Držíme-li ovšem látku přímo v ruce, odvádíme vzniklé náboje. Držte proto látku přes nějakou plastikovou fólii, která dostatečně izoluje (tenký plastikový sáček apod.) a třete s ní plastikovou tyč. Pak tyč vzdalte, aby přístroj nereagoval na náboj tyče, a poté upusťte látku na kablík spojený se svorkou B. Žárovička zasvítí – na látce byl kladný náboj. (Pokud se pokus nedaří, povolte žárovičku a využijte opět citlivější indikaci pomocí svítivé diody.)

Podobně můžeme zjistit polaritu náboje vytvářeného piezoelektrickým zapalovačem plynu. (Jde o upravený zapalovač s vyvedeným kontaktem, jehož využití bylo popsáno v [3]).
Při všech těchto pokusech víme, že žárovička svítí, přivedeme-li na svorku B *kladný* náboj. Nevěřící Tomáše lze přesvědčit, že to je náboj stejné polarity jako na kladném pólu baterie. Prostě ke svorce B připojíme obyčejnou plochou baterii, jejíž druhý pól spojíme s emitorem T3.

Chceme-li zjišťovat polaritu náboje např. nabité plechovky nebo koule van de Graafova generátoru, nestačí jen kablík vedoucí od svorky B dát do nějaké vzdálenosti od nabitého tělesa a nechat být. Musíme si uvědomit, že náš přístroj neindikuje přímo přítomnost náboje či velikost elektrického potenciálu, ale jeho *změny*. Aby žárovička svítila, musí do báze T1 téci nějaký proud.

Naštěstí vše lze vyřešit velmi jednoduše. Vezměte přístroj do ruky, sáhněte přitom na svorku A (aby byl indikátor na vás „uzemněn") a kablíkem, visícím ze svorky B kývejte v blízkosti nabitého tělesa. Při přibližování kablíku ke kladně nabitému tělesu resp. při vzdalování od záporně nabitého tělesa indikátor reaguje. Můžete tak například ukázat, že při nabití plechovky elektrostatickou indukcí je její náboj opačný než nabijeme-li ji dotykem.

Podobných pokusů jistě dokážeme vymyslet víc. Například pohybuje-li se při kývání konec kablíku po místech stejného potenciálu, indikátor nereaguje. Tak by šlo zhruba určovat směr ekvipotenciálních ploch nebo ověřovat, že uvnitř nabitého tělesa je konstantní potenciál. Do jakých detailů jít a jak indikátor zajímavě a užitečně využít samozřejmě záleží na typu školy, úrovni žáků a dalších podmínkách – a nakonec na rozhodnutí každého učitele. Vynalézavosti a obměnám se meze nekladou.

K čemu je to dobré 3 - hrátky s kondenzátorem

Indikátor nám umožní ukázat například i to, že kondenzátor ze dvou kusů alobalu oddělených plastikovou fólií může po nabití z ploché baterie dodávat chvíli proud... Ale bližší popis

příslušných pokusů už si necháme „jako bonus" do elektronické verze tohoto příspěvku na Web a na CD.

Závěr

Ke konstrukci indikátoru a měření jeho vlastností by bylo vhodné doplnit ještě pár poznámek. Třeba o tom, jak v případě potřeby zmenšit jeho citlivost, proč naopak přidání čtvrtého tranzistoru citlivost už příliš nezvýší, jak lze ověřit, že je citlivost indikátoru opravdu několik nanoampér (a s LED řádu desetin nA) a citlivost na náboj řádu nanocoulombů, že lze samozřejmě postavit i variantu indikátoru s PNP tranzistory (ta by reagovala na opačnou polaritu náboje), jak by bylo možno obě varianty propojit a proč to možná ve výuce nemusí být nejvýhodnější atd. O některé z těchto poznámek bude doplněna elektronická verze tohoto příspěvku, která bude dostupná na webu [4] a na připravovaném CD. Elektronická verze příspěvku bude také doplněna ilustračními fotografiemi.

Domnívám se však, že už výše uvedený popis „nanoampérmetru za dvacku" může být pro učitele fyziky dostatečnou inspirací k tomu, aby jej zkusili realizovat (ať už sami nebo svými žáky) a užívat jej ve výuce a třeba i mimo ni. Na MFF UK visel prototyp tohoto indikátoru několik měsíců na nástěnce na chodbě – a se zájmem s ním experimentovali i nefyzikové. Třeba může takto lákat pozornost i ve vaší škole…

Výše popsaná konstrukce indikátoru je výsledkem pozvolného vývoje – a nikde není řečeno, že tento příspěvek v něm řekl poslední slovo. (Snad jen směrem k jednoduchosti; víc zjednodušit už tento indikátor asi nepůjde.) Věřím, že učitelé v praxi mohou přijít jak na další zajímavé uplatnění tohoto přístroje v experimentech, tak na případná konstrukční vylepšení. Za všechny připomínky a náměty budu vděčen.

Literatura

[1] Dvořák L.: Pár věcí z tábora 3 – tentokráte o čase a trochu i o elektronice. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 5, Ed. K.Rauner. ZČU Plzeň 2000, s.147-150.

[2] Součástky pro elektroniku. Katalog GM Electronic. GM Electronic Praha 2000, s.76.

[3] Patč B.: Netradiční pokusy z elektrostatiky. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 4, Ed. K.Rauner, ZČU Plzeň 1999, s. 113-114.

[4] http://fyzweb.cuni.cz

Pár věcí z tábora 5 – tentokrát o energii

LEOŠ DVOŘÁK
Matematicko-fyzikální fakulta UK Praha

Tento příspěvek volně navazuje na sérii příspěvků v minulých ročnících Veletrhu nápadů, ([1] – [4]) popisujících některé náměty z Letních matematicko-fyzikálních táborů pro středoškoláky a z jarních neformálních soustředění pro posluchače studia učitelství na Malé Hraštici. Tentokrát uvádí několik nápadů na jednoduché experimenty týkající se energie a jejích přeměn.

Určujeme solární konstantu

Jak si přečteme v řadě učebnic, ze Slunce přichází na naši Zemi za 1s energie asi 1,37 kJ na každý 1 m^2 plochy postavené kolmo ke slunečním paprskům. Tato hodnota (1,37 kW/m^2) bývá označována jako solární konstanta. Část energie odrazí a rozptýlí již atmosféra, takže na zemském povrchu činí tok energie ze Slunce zhruba 1 kW/m^2. Pokud plocha, na niž záření dopadá, není kolmá ke slunečním paprskům, dopadá na 1 m^2 samozřejmě méně energie: uvedený 1 kW musíme násobit cos α, kde α je úhel, který svírá kolmice k ploše se směrem paprsků. Jak se přesvědčit, že tolik energie skutečně na Zem dopadá?

První možnost: miska s vodou

Jednoduchou možností je udělat si něco jako malý „sluneční kolektor". Stačí třeba plochá mistička z pěnového polystyrénu (ta bude dobře izolovat teplo) vyložená černou fólií, jaká se prodává v potřebách pro zahrádkáře. Do mističky nalijeme trochu vody, postavíme za jasného letního dne na slunce (tedy na místo, kam dopadají sluneční paprsky) a měříme postupně stoupající teplotu vody. K měření lze s výhodou užít např. malý multimetr DT830C, který má sondu pro měření teploty.

Pozn.: Přesnost měření teploty daným multimetrem je 1 stupeň. Při měření dejte pozor, aby se multimetr sám na slunci příliš nezahřál. Je-li sám zahřátý na 40 a více stupňů Celsia, měří teplotu již s chybou několika stupňů. Jinak jde ale o užitečný přístroj, který navíc v letošním roce zlevnil na cenu kolem 250 Kč.

Jsou-li rozměry mističky asi 15 x 15 cm, bude průmět plochy kolmo ke slunečním paprskům (v našich zeměpisných šířkách v době kolem letního slunovratu kolem poledne) asi 200 cm^2, takže výkon slunečního záření dopadajícího do mističky bude asi 20 W. S varnou konvicí to soupeřit nemůže, ale k měření to postačí. Tmavá fólie většinu záření pohltí, od ní se ohřeje voda – za 1 minutu by tedy měla přijmout teplo asi 1,2 kJ, tedy necelých 300 kalorií. Nalijeme-li do mističky 0,2 l vody, měla by její teplota díky slunečnímu záření stoupat každou minutu o asi 1 a půl stupně Celsia.

V naší jednoduché konstrukci není povrch vody nijak zakryt, takže při vyšších teplotách vody výrazně rostou ztráty tepla. Měření má proto smysl provádět, jen dokud teplota vody nestoupne o několik stupňů nad teplotu okolí. V autorem realizované konstrukci stoupala teplota asi o 1 stupeň za minutu. Výpočet solární konstanty pak dal něco přes 700 W/m^2. Výsledek není nejpřesnější, ale jednoduše nás (a žáky) přesvědčí, že na metr čtvereční skutečně od Slunce dopadá mnoho set wattů.

Uvedeným „zařízením" lze ohřát vodu dokonce i při mírně zatažené obloze a i mimo vrcholné léto. Na začátku května při teplotě vzduchu 17 °C a bez přímého slunečního svitu se voda ohřála až na 25 °C. K zamezení ztrát tepla je v tomto případě vhodné přikrýt mističku

Pár věcí z tábora 5 – tentokrát o energii

LEOŠ DVOŘÁK
Matematicko-fyzikální fakulta UK Praha

Tento příspěvek volně navazuje na sérii příspěvků v minulých ročnících Veletrhu nápadů, ([1] – [4]) popisujících některé náměty z Letních matematicko-fyzikálních táborů pro středoškoláky a z jarních neformálních soustředění pro posluchače studia učitelství na Malé Hraštici. Tentokrát uvádí několik nápadů na jednoduché experimenty týkající se energie a jejích přeměn.

Určujeme solární konstantu

Jak si přečteme v řadě učebnic, ze Slunce přichází na naši Zemi za 1s energie asi 1,37 kJ na každý 1 m^2 plochy postavené kolmo ke slunečním paprskům. Tato hodnota (1,37 kW/m^2) bývá označována jako solární konstanta. Část energie odrazí a rozptýlí již atmosféra, takže na zemském povrchu činí tok energie ze Slunce zhruba 1 kW/m^2. Pokud plocha, na niž záření dopadá, není kolmá ke slunečním paprskům, dopadá na 1 m^2 samozřejmě méně energie: uvedený 1 kW musíme násobit cos α, kde α je úhel, který svírá kolmice k ploše se směrem paprsků. Jak se přesvědčit, že tolik energie skutečně na Zem dopadá?

První možnost: miska s vodou

Jednoduchou možností je udělat si něco jako malý „sluneční kolektor". Stačí třeba plochá mistička z pěnového polystyrénu (ta bude dobře izolovat teplo) vyložená černou fólií, jaká se prodává v potřebách pro zahrádkáře. Do mističky nalijeme trochu vody, postavíme za jasného letního dne na slunce (tedy na místo, kam dopadají sluneční paprsky) a měříme postupně stoupající teplotu vody. K měření lze s výhodou užít např. malý multimetr DT830C, který má sondu pro měření teploty.

Pozn.: Přesnost měření teploty daným multimetrem je 1 stupeň. Při měření dejte pozor, aby se multimetr sám na slunci příliš nezahřál. Je-li sám zahřátý na 40 a více stupňů Celsia, měří teplotu již s chybou několika stupňů. Jinak jde ale o užitečný přístroj, který navíc v letošním roce zlevnil na cenu kolem 250 Kč.

Jsou-li rozměry mističky asi 15 x 15 cm, bude průmět plochy kolmo ke slunečním paprskům (v našich zeměpisných šířkách v době kolem letního slunovratu kolem poledne) asi 200 cm^2, takže výkon slunečního záření dopadajícího do mističky bude asi 20 W. S varnou konvicí to soupeřit nemůže, ale k měření to postačí. Tmavá fólie většinu záření pohltí, od ní se ohřeje voda – za 1 minutu by tedy měla přijmout teplo asi 1,2 kJ, tedy necelých 300 kalorií. Nalijeme-li do mističky 0,2 l vody, měla by její teplota díky slunečnímu záření stoupat každou minutu o asi 1 a půl stupně Celsia.

V naší jednoduché konstrukci není povrch vody nijak zakryt, takže při vyšších teplotách vody výrazně rostou ztráty tepla. Měření má proto smysl provádět, jen dokud teplota vody nestoupne o několik stupňů nad teplotu okolí. V autorem realizované konstrukci stoupala teplota asi o 1 stupeň za minutu. Výpočet solární konstanty pak dal něco přes 700 W/m^2. Výsledek není nejpřesnější, ale jednoduše nás (a žáky) přesvědčí, že na metr čtvereční skutečně od Slunce dopadá mnoho set wattů.

Uvedeným „zařízením" lze ohřát vodu dokonce i při mírně zatažené obloze a i mimo vrcholné léto. Na začátku května při teplotě vzduchu 17 °C a bez přímého slunečního svitu se voda ohřála až na 25 °C. K zamezení ztrát tepla je v tomto případě vhodné přikrýt mističku

průhlednou potravinářskou fólií. Ovšem jednoduchá řešení mají své meze: pokusíme-li se za slunečního svitu takto ohřívat vodu na vyšší teplotu, orosí se fólie ze spodní strany a „stíní". Je vidět, že daná konstrukce dává mnoho příležitostí k vylepšení a může být námětem pro malé projekty žáků a studentů.

Druhá možnost: vařit kapku vody čočkou

Druhý způsob dává ještě mnohem méně přesné výsledky a může spíše sloužit ke kvalitativní demonstraci toho, co sluneční energie dokáže. Soustředíme prostě sluneční světlo lupou na malou kapku vody, ta se za chvíli začne vařit a pak se vypaří docela.

Teoretický odhad: Lupa o průměru 5 cm má plochu necelých 20 cm^2, soustředí tedy sluneční záření o výkonu asi 2 W. Kapku vody na podložce můžeme brát jako polokouli o průměru řekněme 3 mm. Její hmotnost vychází necelých 5 mg. K ohřátí takové kapky o 1 °C stačí energie 0,02 J (k ohřátí o 80 °C tedy necelé 2 J) a k vypaření asi 10 J. Uvedenou čočkou bychom tedy měli za několik sekund kapku zahřát z pokojové teploty na bod varu a zcela vypařit.

Ve skutečnosti se ovšem ohniskem lupy budeme jen těžko strefovat do kapky, voda navíc pohltí jen část energie, v celém experimentu jsou značné ztráty...

Prakticky to znamená: Použijte raději větší lupu, vodu nějak „začerněte" (např. tuší), a za zhruba půlminutu až minutu kapku opravdu vypaříte. Solární konstantu z tohoto experimentu raději odhadovat nebudeme, stěží by nám vyšla přes 200 W. I když – vynalézavosti se meze nekladou. Zkuste pokus zdokonalit, třeba vám bude vycházet lépe. Ještě dvě praktické rady: Podložka by neměla odvádět moc tepla. Osvědčil se kousek plastelíny. Druhá rada: Dívat se nechráněnýma očima na kapku v ohnisku je velmi nepříjemné a na kvalitě zraku nám to asi nepřidá. Sledujte ohnisko přes začerněné sklo. Ještě lepší je filtr pro svářeče – černě vypadající sklíčko, které lze koupit asi za 40 Kč. Chtějte filtr s co nejnižším číslem, 8 je pro daný pokus optimální, filtrem č.10 už není vidět skoro nic, ten je spíš pro sledování zatmění Slunce. Filtry s číslem menším než 7 se prý nevyrábějí.

Sluneční „pec"

Na konstrukci „sluneční pece" pracovali na hraštickém soustředění Jan Koupil a Václav Skřivan; na letním táboře pro středoškoláky konstruovali pod vedením Miroslava Jílka vylepšenou „pec" Kamil Daněk a Kamil Al Jamal. Princip je jednoduchý: Zrcátka o rozměrech asi 5 x 10 až 10 x 15 cm umístíme v řadě na asi 1 až 1,5 m dlouhé prkénko tak, abychom je mohli natáčet. (Zrcátka jsou kolmo na prkénko.) Osvědčilo se nalepit každé zrcátko na dřevěný hranolek, v němž je vyvrtána díra rovnoběžná s rovinou zrcátka. Touto dírou nasadíme hranolek se zrcátkem na hřebík procházející prkénkem. Zrcátka pak natočíme tak, aby odrážela sluneční světlo do společného ohniska. V něm umístíme např. začerněný plech, který bude slunečními paprsky ohříván.

Řad zrcátek by mohlo být víc, ale jedna (s celkovou plochou přes 0,1 m^2) postačí. Do ohniska soustředí sluneční záření s výkonem zhruba 100 W. Při závěrečném předvádění na letním táboře (v konstrukci se dvěma řadami zrcátek) bylo ráno po osmé hodině dosaženo teploty až 200 °C. To už stačí na usmažení vajíčka.

Pokud do ohniska umístíme plech s připevněnou tenkou trubičkou, do níž budeme přivádět vodu, můžeme dosáhnout toho, že z druhého konce trubičky fouká pára. (Na této části projektu pracoval na táboře Vít Zajac.)

Katapult aneb o energii v mechanice

Potenciální a kinetická energie a jejich přeměny patří ke „klasickým" a možná někdy trochu nudným partiím klasické mechaniky. Ale zkuste navrhnout a postavit katapult, v němž by pokles těžkého závaží vymrštil co nejdál menší „střelu" – například dřevěný hranolek, kámen nebo sáček s vodou.

Na první pohled je to jednoduché: Katapult je v podstatě dvojzvratná páka, na jejímž kratším rameni klesá závaží, a delší rameno urychluje střelu. Ale jak dlouhá udělat ramena, aby katapult dostřelil co nejdál? Stačí pro zvyšování dostřelu volit co nejtěžší závaží? Zdánlivě jednoduchý úkol při bližším pohledu přináší řadu zajímavých problémů a může být inspirací jak pro teoretické úvahy a příklady, tak pro praktické projekty.

Na Hraštici řešili a stavěli menší katapult Pavel Böhm, Pavel Kovář a Jakub Jermář, na letním táboře stavěli větší katapult pod vedením Jaromíra Kekuleho Radek Šachl a Richard Gracla.

Z mechaniky se na hraštickém soustředění objevilo ještě více zajímavých problémů, které by mohly oživit výuku fyziky. Jeden za všechny: Jak velkou energii má prst, jímž cvrnkáme do kamínku nebo kuličky? (Rychlost by šla změřit, ale přece si neusekneme prst, abychom ho zvážili a změřili jeho moment setrvačnosti...) A jakou energii má ruka, když praštíme do stolu?

Hrátky s elektromotorky

V prodejnách elektrosoučástek (a asi i dalších) lze občas za cenu kolem 15 Kč sehnat malé elektromotorky fungující na plochou baterii. Podobné by šly „vykutat" i z řady starých hraček. Motorky však nemusíme užívat jen k převodu elektrické energie na mechanickou, ale i obráceně – jako dynama.

Samozřejmě bychom je mohli využít i ke kvantitativním měřením a zjišťovat třeba účinnost. Lze je však použít i pro jednodušší „hrátky a hříčky" (které možná v hlavách žáků nezaměřených speciálně na fyziku mají šanci spíš utkvět). Uveďme náměty na tři takové hříčky:

První můžeme vznešeně nazvat „**bezdrátový přenos energie**". Energii mezi dvěma motorky, z nichž jeden bude fungovat jako dynamo, přeneseme opravdu bez drátu: špejlí. Pomocí tenké bužírky spojíme konce špejle s osičkami elektromotorů, jeden motorek napájíme z ploché baterie, k druhému připojíme třeba svítivou diodu. Špejle se točí, energie je přenášena a dioda svítí.

Druhou hříčkou je **akumulace energie**. Ne ovšem v akumulátoru, to by bylo příliš jednoduché. Ale v obyčejné prádelní gumě!

Motorek připevníme na jeden konec dřevěné latě tak, aby jeho osička bylo kolmo na delší stranu latě. Ke druhému konci latě připevníme hřebíčkem

konec gumy (kratší než lať). Na druhý konec gumy navážeme režnou nit nebo tenký silonový vlasec. Nit natáhneme k osičce motorku, obtočíme ji kolem ní a volný konec si necháme v ruce. Když za nit zatáhneme, natahujeme gumu a současně otáčíme osičkou motorku. (Pozn.: Na osičku je třeba předem těsně nasadit tenkou bužírku, aby nit neprokluzovala. Je též vhodné osičku prodloužit, např. hřebíkem nebo hřídelkou z Merkuru.)

Když táhneme za nit, guma se natahuje – a ukládá se do ní energie. Když nit povolíme, guma ji táhne zpět a nit otáčí hřídelkou motorku. Ten funguje jako dynamo a dokáže rozsvítit i připojenou žárovičku. Akumulovaná energie koná práci, žárovka svítí.

Poslední hříčku můžeme formulovat jako „problémovou úlohu": **jak dostat energii z úplně vybité ploché baterie?**

Snadno: Na hřídelku připojenou k motorku (=dynamu) namotáme nit, na její konec zavěsíme vybitou baterii – a necháme klesat. Baterie táhne nit, ta otáčí hřídelkou, dynamo dodává proud, žárovička svítí. Sice jen chvilku, ale přece.

Pokud vám tyto či podobné hříčky pomohou zpestřit výuku, splní svůj účel. A pokud snad někomu trochu přiblíží, jak se může „vyrábět elektřina" v elektrárnách či v autě, tím lépe. Co si k nim přidáte a na co upozorníte (např. že baterie z poslední hříčky nenabude takovou rychlost, jako kdyby padala volným pádem, a proč), je už jen na vás.

Závěr

Bližší popis některých uvedených konstrukcí a experimentů bude spolu s fotografiemi součástí elektronické verze tohoto příspěvku, která bude dostupná na webu prostřednictvím serveru Fyzweb, viz [5].

Za veškeré připomínky, komentáře, náměty na vylepšení, apod. budu vděčen. A ještě malá pobídka. Zkuste zde zmiňované konstrukce a výsledky „trumfnout". Určitě to půjde. A budeme mít zas lepší experimenty uplatnitelné ve fyzikálním vzdělávání.

Soustředění, na nichž jsme uvedené konstrukce vyvíjeli a ověřovali, byla zčásti podporována grantem FRVŠ č.B2404/2002 a rozvojovým projektem MŠMT „Učitelé fyziky v akci – nejen uvnitř školních stěn".

Literatura

[1] Dvořák, L. et al: Pár věcí z tábora. In: Sborník z konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 3, Praha 1998. Ed. K.Rauner, s.102-105.

[2] Dvořák, L.: Pár věcí z tábora II – tentokrát o světle. In: Sborník z konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 4, Příbram 1999. Ed.K.Rauner. ZČU Plzeň 1999. s.35-38.

[3] Dvořák L.: Pár věcí z tábora 3 – tentokrát o čase a trochu i o elektronice. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 5, Editor K.Rauner. Praha 2000, s.147-150.

[4] Dvořák L.: Pár věcí z tábora 4 – tentokrát o zvuku. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 6, Editor O.Lepil. Olomouc 2001, s.32-38.

[5] http://fyzweb.cuni.cz

Pokusy s kapalným dusíkem

MILOŠ ROTTER
UK MFF Praha

Kapalný dusík je obecně dostupné kryogenní médium, s jehož pomocí je možné se skromnými prostředky předvést řadu názorných fyzikálních experimentů. Některé z nich si v tomto příspěvku připomeneme.

Kapalný dusík je bezbarvá tekutina, která za normálního tlaku vře při teplotě 77,35 K (neboli 195,8 °C). Hustotou je blízký vodě, ρ = 804 kg/m^3, jeho viskozita (η = 0,16.10^{-3} Pa.s) je asi šestkrát menší než viskozita vody. Z jednoho litru kapaliny vznikne odparem asi 680 litrů plynu (za normálního tlaku a při 20 °C). Kapalného dusíku, který je nehořlavý a netoxický, se využívá ve velkém množství v průmyslu, v plemenářství, ve výzkumných laboratořích i v lékařství. Tam je také možné získat několik litrů kapalného dusíku na pokusy.

Zacházení s kapalným dusíkem nepředstavuje žádné zvláštní zdravotní nebo bezpečnostní riziko. Je jen třeba si uvědomit nebezpečí popálení pokožky zvláště stykem s v dusíku prochlazenými kovovými předměty nebo při delším působení kapalného dusíku nasáklého do textilií. Kapalný dusík se nesmí uchovávat v uzavřených nádobách, vždy musí být zajištěn jeho volný odpar, aby páry dusíku v nádobě nevytvořily nebezpečný přetlak, který by mohl nádobu roztrhnout. Nádoby by měly mít dobrou tepelnou izolaci, aby se z nich dusík jen pomalu odpařoval. Pro uchovávání a transport malého množství kapalného dusíku se osvědčily moderní nerezové termosky, do jejich plastového uzávěru je však třeba vyvrtat dírku. Vdechování plynného dusíku na lidský organismus nijak negativně nepůsobí.

Nebezpečnou se však může stát atmosféra, v níž díky intenzivnímu odparu kapalného dusíku poklesl relativní obsah kyslíku pod standardních 21 procent. Při poklesu pod 10 % nastupují bolesti hlavy, potíže v uvažování, které při ještě nižších koncentracích mohou vést k bezvědomí nebo dokonce k smrti, poklesne-li obsah kyslíku pod 5 %. Při manipulaci s malým množstvím kapalného dusíku v dostatečné velké místnosti však toto nebezpečí nehrozí.

1. Leidenfrostův jev

Nalijeme-li malé množství kapalného dusíku na podlahu, na desku stolu nebo na talíř, kapky kapaliny se rozběhnou do všech směrů. Uvidíme často, že kuličky kapaliny tancují po nějakou dobu na místě, pokud se úplně neodpaří. Takhle se také chovají kapky vody na rozpálené plotně. (Kdopak má však dnes doma sporák s plotnou?) Mezi kapkou a podložkou se totiž vytvoří vrstvička par, která kapku nadnáší a tepelně izoluje od podložky. Tepelná vodivost par je asi sedmnáctkrát menší než tepelná vodivost kapalného dusíku, proto kapalina přijímá obtížněji teplo od podložky a zpomalí se tak její odpar. Při trošce kuráže můžete takhle převalovat v dlani kapku dusíku a nepopálit se. Pozor, on se vám vždycky dusík dostane mezi prsty a tak vás přece jen trochu popálí (bez následků). Můžeme také krátce ponořit ruku do nádoby s kapalným dusíkem a nepocítíme žádný zvláštní chlad.

2. Změna mechanických vlastností pevných látek

Kovové materiály při ochlazení na teplotu kapalného dusíku mění své mechanické vlastnosti. O několik procent zpravidla vzroste Youngův modul pružnosti, s čímž souvisí i zvýšení rychlosti šíření zvuku, a také snížení meze únavového lomu, materiál se stává křehčím. S tímto jevem musejí konstruktéři kryogenních zařízení počítat při výpočtu pevnostních

charakteristik. Změnu mechanických vlastností kovu můžeme demonstrovat pomocí olověného zvonečku. Za pokojové teploty zvoneček nezvoní, kmity se v olovu rychle utlumí, rozezní se až při ochlazení kapalným dusíkem.

Výraznou změnu mechanických vlastností projevují plasty. Při ochlazení zpravidla procházejí tzv. teplotou zeskelnění, kdy se z elastické látky stávají látkou křehkou. Nejlépe se tato změna demonstruje na kousku hadice z kaučuku ať syntetického, přírodního, či silikonového. Pružná gumová hadice se po ochlazení změní v křehký předmět, který můžeme kladívkem rozbít na malé kousky, jako by se jednalo o sklo nebo keramiku.

Zkřehnutí můžeme demonstrovat také na nějakém předmětu rostlinného původu, například na slupce pomeranče. Ochlazená slupka se také dá kladívkem rozbít na malé kousky. Příčinou zkřehnutí je tentokrát voda obsažená ve slupce, kterou jsme ochlazením přeměnili v křehký led.

3. Změna objemu plynu s teplotou

Víme, že můžeme chování vzduchu přibližně popsat zákony ideálního plynu, je-li teplota plynu dostatečně vzdálená od jeho kritické teploty. Při konstantním tlaku bude objem plynu úměrný termodynamické teplotě T podle stavové rovnice ideálního plynu

$$pV = nRT,$$

v níž p je tlak, V objem, n látkové množství, R molární plynová konstanta.

Vzduch nafouknutý do dětského balónku má tlak mírně vyšší než tlak atmosféry, která jej obklopuje. Ponořujeme-li pomalu balónek do lázně kapalného dusíku, tlak vzduchu v něm zůstane stejný a objem by se tedy měl zmenšit v poměru teploty varu dusíku a pokojové teploty, 77/300 ~ 1/4. Pozorujeme však výraznější zmenšení objemu než na jednu čtvrtinu. V normální atmosféře je totiž asi 21 % kyslíku, který zkapalňuje již při 90,2 K. Zbylých asi 79 % dusíku, který zůstane v plynném stavu, pak bude mít objem asi pětkrát menší, než byl objem vzduchu při pokojové teplotě, (77/300).0,79 ~ 1/5. Gumová stěna balónku je tak tenká, že si při ochlazení zachová dostatečnou pružnost a (většinou) nepraskne. Tentýž jev je možno demonstrovat s polyetylénovou láhví. Tyto PET láhve na tzv. balenou vodu vydrží všechno a jistě nás přežijí. Bohužel.

4. Změna rozměrů pevných látek s teplotou

Pevné látky zvětšují s rostoucí teplotou své rozměry. Tato tepelná roztažnost, dilatace, je důsledkem anharmonické složky kmitů atomů kolem jejich rovnovážných poloh v krystalové mřížce. Za vyšších teplot rostou rozměry pevných látek s teplotou přibližně lineárně. Snižujeme-li teplotu, zmenšování rozměrů, kontrakce, se zpomalí při dusíkových teplotách a při dalším snižování teploty se rozměry pevné látky již nemění. S jevy kontrakce musejí počítat konstruktéři kryogenních zařízení, aby předešli možným deformacím, případně destrukcím aparatur. Změna rozměrů je u plastových materiálů až o řád větší než u kovů. Relativní kontrakce teflonu (polytetrafluóretylén) mezi pokojovou teplotou a teplotou varu dusíku činí

$$(L(293\ K) - L(77\ K))/L(293\ K) = 2\ \%,$$

zatímco hliník se při ochlazení z pokojové teploty na teplotu kapalného dusíku smrští jen o 0,4 %, měď o 0,3 % a železo o 0,19 %. Jev tepelné kontrakce názorně předvedeme pomocí prstýnku z hliníku a teflonového kolíku, jehož průměr je volen tak, aby se dal do prstýnku zasunout s jistým úsilím. Ochladíme-li prstýnek v kapalném dusíku, teflonový kolík nepůjde do prstýnku zasunout. Ochladíme-li naopak teflonový kolík a prstýnek zůstane na pokojové teplotě, kolík bude procházet se značnou vůlí. Zasuneme-li za pokojové teploty kolík do

prstýnku a společně je ochladíme v kapalném dusíku, prstýnek jde volně sejmout z kolíku. Nedoporučuji aplikovat na sundávání těsných prstýnků s prstů. Oproti běžné demonstraci dilatace, kdy se ohřívá kovová koule plamenem, mi připadá nízkoteplotní varianta všestrannější i bezpečnější.

5. Změna elektrického odporu s teplotou

Elektrický odpor pevných látek se obecně se změnou teploty mění. Typ teplotní závislosti odporu odpovídá druhu pevné látky, tedy způsobu, jakým nositelé náboje v látce vznikají a s jakými překážkami se při svém pohybu v krystalové mřížce setkávají.

V kovech, v nichž jsou elektrony téměř volné, je jejich pohyb brzděn kmity atomů kolem jejich rovnovážných poloh. S klesající teplotou se zmenšuje amplituda kmitů a elektrony snadněji pronikají mřížkou, odpor kovu se snižuje zpočátku lineárně, v nižších teplotách pak jako T^5. I ve velmi čistých kovech nakonec v nízkých teplotách převládne rozptyl elektronů na defektech mřížky, což mohou být cizí atomy, poruchy mřížky nebo i hranice zrn. Rozptyl na defektech je teplotně nezávislý proces. Proto odpor slitin velmi málo závisí na teplotě. I pro nejčistší platinu se teplotní závislost odporu zastaví u 13 K, což je mez použitelnosti odporu kovů pro nízkoteplotní odporové teploměry. U kovů, v nichž nastává jev supravodivosti a elektrony se pohybují korelovaně v párech, elektrický odpor zcela vymizí při ochlazení pod kritickou teplotu.

V polovodičích je vodivost závislá na počtu nositelů náboje, tedy elektronů nebo děr, které jsou schopny se dostat přes energetickou bariéru zakázaného pásu do vodivostního pásu. V nevlastních polovodičích je v nízkých teplotách vodivostní pás plněn především z bližších příměsových hladin, vlastní vodivost polovodiče se projeví při vyšších teplotách. Odpor polovodiče se tedy s klesající teplotou zvyšuje téměř exponenciálně, s přiblížením k absolutní nule roste do nekonečna. Odpor polovodičů, zejména germania s vhodným příměsemi, se proto využívá k měření nízkých teplot.

K demonstraci změny odporu čistých kovů s teplotou se dá použít tenký měděný drátek (jeho odpor v kapalném dusíku klesne až sedmkrát) namotaný na tělísku radiotechnického rezistoru. Polovodič může reprezentovat běžný termistor, jeho odpor v kapalném dusíku vzroste na mnoho megaohmů. Měděný rezistor a termistor napájíme z baterie tak, aby proud, který jimi protéká, málo závisel na jejich odporu. Na demonstračním voltmetru znázorňujeme změnu napětí na odporu kovového nebo polovodičového rezistoru při jejich ochlazování nebo ohřívání.

6. Reaktivní pohon

K demonstraci reaktivního pohonu se obvykle využívá prudce expandujících plynů. Podobně lze použít i velkého nárůstu tlaku dusíku při jeho odparu v nádobě s malým otvorem. K pokusu použijeme míček na stolní tenis, do něhož prorazíme malou dírku. Ponoříme míček do kapalného dusíku a počkáme, až se působením podtlaku do míčku nasaje kapalný dusík. Míček vyjmeme a položíme na hladkou podložku. Kapalný dusík se začne odpařovat a jeho páry tryskající z otvoru míček roztočí. Máme-li štěstí, míček se při prudké rotaci poněkud vznese nad podložku.

Míčky jsou lepené ze dvou polokoulí a v místě slepení je jejich slupka dvojnásobně tlustá. Hlavní osa setrvačnosti je tedy kolmá na tento „rovník". Dírka by měla být umístěna mimo rovník, aby se uplatnila i složka reaktivní síly ve směru osy rotace, a ta může míček nadzvednout. Velikost dírky a úroveň naplnění míčku dusíkem je třeba vyzkoušet. Prvotní impuls vedoucí k rotaci míčku je zřejmě náhodný.

Za seznámení s tímto pokusem děkuji doc. Leoši Dvořákovi, který jej viděl na konferenci Physics on Stage.

7. Zviditelnění vodních par aneb Hrnečku, vař

Na závěr uvedeme pokus, který má při demonstracích vlastností kapalného dusíku vždy velký úspěch. Přimíchá-li se chladný odpařující se dusík k vodním parám, vodní páry kondenzují do mikroskopických kapiček, které pozorujeme jako hustou mlhu. Nalijeme-li tedy kapalný dusík do umyvadla s vodou, dusík se prudce odpařuje, ochlazuje vodní páry a my je vidíme, jak vystupují z vodní hladiny, valí se přes okraj umyvadla a klesají k zemi. Necháme-li do umyvadla přitékat vodu z kohoutku, dodáváme stále relativně teplou vodu s velkou tenzí par a „vaření mlhy" bude probíhat pozoruhodně dlouhou dobu.

Stojaté vlny na dvouvodičovém Lecherově vedení

KAMILA GOLDOVÁ, PETER ŽILAVÝ
Matematicko fyzikální fakulta Univerzity Karlovy, Praha

Úvod

Metoda měření vlnové délky elektromagnetické vlny pomocí dvouvodičového vedení pochází již z roku 1889 od rakouského fyzika Ernsta Lechera (1856 - 1926). Elektromagnetická vlna, jejímž zdrojem je vysokofrekvenční (VF) generátor, je přenášena na dvouvodičové vedení. Na konci zkratovaného vedení dochází k odrazu vlny a podél vedení k superpozici přímé a odražené vlny. Výsledkem této superpozice jsou stojaté vlny a pomocí můstku se žárovkou nebo doutnavkou je možné detekovat uzly napětí a proudu.

Následující příspěvek popisuje provedení tohoto známého experimentu v jednoduchém uspořádání, které využívá stávající elektronické přístroje dostupné na školách – videopřehrávač a televizní přijímač. Uvedené experimentální uspořádání umožňuje demonstrovat rozložení uzlů napětí podél vedení a měření vlnové délky VF vln a frekvence anténního výstupu videopřehrávače.

Experimentální uspořádání

Schéma připojení Lecherova vedení ke generátoru VF vln je na obrázku 1. Jako VF generátor je použit videopřehrávač, jehož anténní výstup je koaxiálním kabelem přes symetrizační člen připojen k dvouvodičovému vedení. Symetrizační člen má za úkol přizpůsobit vlnovou impedanci vedení zdroji a také z původně nesymetrického napětí vytvořit napětí symetrické.

Lecherovo vedení je realizováno anténní dvoulinkou o vlnové impedanci 300 Ω, jejíž délku volíme minimálně 1 m. Dvoulinka je zakončena obecně komplexní impedancí $\hat{X}$.

Obrázek 1. Schéma připojení Lecherova vedení k VF generátoru.

Na obrázku 2 je vyobrazeno zařízení pro detekci uzlů napětí. Vstupní prvek je tvořen přijímací anténou (dvojice zahnutých vodičů), která je přes symetrizační člen koaxiálním kabelem připojena na vstup televizního přijímače.

Obrázek 2. Schéma detektoru napěťových uzlů.

Měření vlnové délky a frekvence anténního výstupu videopřehrávače

Před započetím samotného měření propojíme anténním kabelem výstup videopřehrávače se vstupem televizního přijímače a naladíme ostrý obraz. Pak teprve provedeme experimentální zapojení podle obrázku 1 a vedení na konci zkratujeme. Po zapnutí videopřehrávače se na vedení objeví stojaté vlny a při posouvání detektoru podél vedení lze velmi snadno pozorovat napěťové uzly (výrazné zašumění, ztráta obrazu). Vzdálenost sousedních uzlů odpovídá polovině vlnové délky elektromagnetické vlny λ.

Pro zjištění frekvence f je nutné vědět, jaká je fázová rychlost vln v. Podle [1, 2, 3] je rychlost šíření vln na vedení:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}}, \tag{1}$$

kde ε a μ jsou permitivita a permeabilita prostředí, které dvouvodičové vedení obklopuje. Je důležité si všimnout, že rychlost šíření vln podél vedení nezávisí na geometrickém uspořádání vedení a materiálu, ze kterého je vedení vyrobeno. V případě, že je vedení obklopeno vzduchem, je rychlost vln rovna přibližně rychlosti světla c a frekvenci generátoru jednoduše vypočítáme:

$$f = \frac{c}{\lambda}. \tag{2}$$

Výsledky experimentu

Experiment byl proveden s 2,5 m dlouhým vedením, které bylo zakončeno zkratem. Změřené polohy uzlů napětí podél vedení jsou patrné z grafu na obrázku 3. Uzly napětí byly detekovány jednak v místě zkratu a dále potom v dalších, přibližně ekvidistantních bodech vedení směrem k videopřehrávači.

Obrázek 3. Změřené polohy uzlů napětí na Lecherově vedení.

Vlnová délka elektromagnetické vlny $\lambda = (49{,}8 \pm 0{,}2)$ cm byla vypočtena metodou lineární regrese:

$$x = \frac{1}{2}\lambda \cdot N, \tag{3}$$

kde x je vzdálenost napěťového uzlu od místa zkratu a N je pořadové číslo uzlu (počítáno od nuly v místě zkratu).

Experiment byl proveden jednak s vedením obklopeným vzduchem, jednak s původní izolovanou anténní dvoulinkou. Jelikož rozdíly mezi polohami napěťových uzlů byly v daných případech menší než chyba měření, bylo možné zanedbat vliv okolní izolace na polohu uzlů, a rychlost šíření vln na vedení mohla být v obou případech považována přibližně za c. Podle vztahu (2) byla určena frekvence anténního výstupu videopřehrávače $f_{exp} = (602 \pm 2)$ MHz. Tato hodnota podle [4] patří do frekvenčního rozsahu 37-ého televizního kanálu $f_{37} = (598$ až $606)$ MHz.

Závěr

Prezentovaný experiment nabízí jednoduché měření vlnové délky elektromagnetické vlny a frekvence anténního výstupu videopřehrávače pomocí dostupných přístrojů (tuto frekvenci lze v omezeném rozsahu měnit ovládacím prvkem na zadní straně přístroje). Rozložení uzlů napětí na vedení je možné zjišťovat nejen pro uvedený případ zkratovaného vedení, ale také pro vedení rozpojené či přizpůsobené. Zajímavý je také případ, kdy na konec vedení připojíme cívku nebo kondenzátor.

Literatura

[1] Vokurka J.: Teorie elektromagnetického pole, ČVUT Praha 1991.
[2] Mikulec M.: Teorie obvodů, ČVUT Praha 1991.
[3] Tichý M., Helebrant D.: Vysokofrekvenční elektrotechnika, http://lucy.troja.mff.cuni.cz/~tichy/vfel/
[4] Anténní technika, katalog TEROZ Loštice.

Fyzikální experimenty po internetu

FRANTIŠEK LUSTIG
Matematicko fyzikální fakulta UK Praha

Úvod

Experimenty podporované počítačem jsou již téměř samozřejmostí. Do laboratoří přichází nové médium - internet. Příspěvek je zaměřen na novinky Laboratorního studia iSES (Lab VIEW+ISES+LEGO+Internet)- na distanční formy laboratorní výuky. V příspěvku jsou popsané vzdálené experimenty typu "HTML text", dále experimenty přístupné sdílením programu, novinkou jsou experimenty ovládané z prohlížeče (např. IE) a nejvyspělejší jsou experimenty s přístupem typu server-klient.

Školní laboratoře čeká revoluční změna. Internet se stal novým médiem, novou "parou, co nohou cválá". Internet není "jenom" informační médium, internet může být i řídící, měřící a reálně interaktivní. Vzdálené školní laboratoře s reálnými úlohami? Vyřešeno! Stačí jenom vpustit tuto novou internetovou technologii do fyzikálních, chemických, resp. i biologických školních laboratoří. F. Lustig publikoval sérii článků [1], [2], [3], které představily *Interaktivní internetové laboratorní studio iSES*. Měřící prostředí je založeno na systémech ISES a Lab VIEW, resp. LEGO. Systémy umožňují lokální i vzdálená měření. Možnosti systémů v lokálním provozu jsou dostatečně známé (mnoho informací na **http://www.ises.info**).

Nejjednodušší je zavedení databáze experimentů na *statických WWW stránkách*, které je možno stahovat a na lokálních měřících systémech spustit, zopakovat, modifikovat aj. Podívejte se **http://www.ises.info/experimenty** na stránku experimenty.

Další možností je již fyzické ovládání vzdálených experimentů z *dynamických WWW stránek* Uživatel nemusí mít žádný speciální program. Pouze pracuje s prohlížečem WWW stránek (např. Internet Explorer). Vyzkoušejte si řízení hladiny na **http://kdt-14.karlov.mff.cuni.cz** (textové informace k tomuto experimentu též na http://www.ises.info). Další přístupy ke vzdáleným experimentům budou on-line předvedeny na konferenci.

Nejdokonalejší možností jsou reálná *vzdálená měření typu server - klient* s programovou podporou TCP/IP. Na serveru je instalován měřící systém s laboratorní úlohou a program „server". Klientský počítač je bez hardware, pouze se speciálním programem „klient".Takovéto provozování laboratoře provádíme s využitím systému ISES a Lab VIEW.

Databáze experimentů ISES na WWW stránkách

Nejjednodušší forma uplatnění internetu v laboratoři je standardní práce se "vzdálenými texty". Vzdálenými texty jsou v našem případě nejenom textové materiály, ale též databáze naměřených experimentů, laboratorních úloh, aj. Všechny experimenty jsou „jako živé". Uživatel si tyto experimenty může stáhnout a spustit (pouhým poťukáním na ikoně aktivuje svůj lokální program ISESWIN a pokud má též hardware ISES, může si daný experiment sám provést, modifikovat, porovnat se stáhnutým aj. Všechny tyto možnosti jsou k vyzkoušení na serveru **http://www.ises.info/** v oddílu experimenty. Očekáváme, že tento způsob využívání internetových databází experimentů bude velmi rozšířený, neboť je velmi pohodlný. Stačí mít pouze počítač připojený do internetu a nainstalovaný program ISESWIN, resp. demoverzi programu ISESWIN, kterou lze stáhnout z oddílu download na výše uvedeném serveru.

Uvědomme si, že v této variantě je na straně klienta hardware ISES i software ISESWIN. Pro pouhé prohlížení experimentů by stačil jenom program ISESWIN, resp. i pouhá demoverze programu ISESWIN. Na straně serveru jsou WWW stánky.

Vzdálené experimenty se systémem ISES a programem NetMeeting

Úplné začátky této internetové komunikace si lze vyzkoušet s volně dostupným programem NetMeeting (případně podobnými programy umožňujícími sdílení). Na obou počítačích běží NetMeeting, na vzdáleném počítači pak ještě navíc program ISESWIN, který komunikuje s hardware ISES. Využíváme "sdílení programu" ISESWIN (klasické sdílení programu, avšak v tomto případě nám sdílení umožňuje ovládat nejenom samotný program, ale i hardware ISES). Toto spojení se vzdáleným experimentem má kromě "měřícího kanálu" ještě k dispozici "videokanál", "audiokanál"a textový a grafický chat. S programem NetMeeting můžeme ještě vyzkoušet velmi zajímavou možnost „vzdálené sdílení pracovní plochy", kdy máme k dispozici celý vzdálený počítač a samozřejmě i ISES (k dispozici jsou všechny programy!). Vzdálená měření ve spolupráci s programem NetMeeting lze realizovat se všemi variantami systémů ISES (ISES-Základní, ISES-Professional).

Vzdálené experimenty se systémem ISES a WWW prohlížečem

Další úroveň vzdálených laboratoří na úrovni komunikace typu server klient je využití dynamické konstrukce WWW stránek. Za podpory Java appletů a PHP je na straně serveru spuštěn speciální program "ISES WEB Control ", který komunikuje s koncovým měřícím a řídícím hardwarem, kterým je v našem případě opět systém ISES základní, resp. i ISES Professional. *Na straně klienta stačí pouhý prohlížeč typu Internet Explorer, či Netscape.* Klient ovládá na WWW stránce tlačítka, vyplňuje formuláře aj. - a tím řídí vzdálený experiment, resp. sleduje stav čidel - dostává naměřené hodnoty ze vzdálené aparatury. Program "ISES WEB control" má podporu internetové WEB kamery, kterou můžeme ovládaný experiment on-line pozorovat.

Za zmínku stojí modulární výstavba programu "ISES WEB Control". Sestává z modulů: *Measere server*, *Image server*, *GraphMaker server* a z *nějakého WEB serveru* pro Windows (např. volně dostupný PinkNet Web server. Measure server umožňuje zkonfigurovat téměř libovolný experiment pod hardware ISES základní, resp. ISES Professional. Modul Image server je téměř nezbytností pro podporu WEB kamer. Standardní "streemingovou" metodu přenosu videokamer nelze uplatnit pro "velké" zpoždění videosignálu. Pro on-line experimenty potřebujeme rychlý on-line přenos obrazu. GraphMaker vytváří graf libovolné veličiny nebo i několika veličin měřených na vzdáleném počítači.

Vyzkoušejte si tento nevšední zážitek na **http://kdt-14.karlov.mff.cuni.cz**. (textové informace k tomuto experimentu též na http://www.ises.info). Je zde nainstalována úloha řízení a sledování výšky vodní hladiny - viz obr.1. Další přístupy ke vzdáleným experimentům budou on-line předvedeny na konferenci.

Obr. 1.: Experiment "Řízení výšky hladiny", ovládaný přes internet
http://kdt-14.karlov.mff.cuni.cz

Vzdálené experimenty se systémem ISES a programem Lab VIEW

Lab VIEW v nové verzi 6.1. přichází s novinkou ve formě tzv. vzdáleného panelu (Remote Panel). O co se vlastně jedná? Uživatelská podoba virtuálního přístroje je vytvořena tzv. Front Panelem. A právě tento Front Panel lze snadno umístit na Webovské stránky. Webovský server je součástí programu Lab VIEW 6.1. Konstrukce WWW stránek je v samotném Lab VIEW velmi omezená, ale přesto je tento způsob zpřístupnění virtuálních přístrojů zajímavou novinkou. Klient musí mít kromě standardního prohlížeče nainstalován ještě volně dostupný LabVIEW Run-Time Engine. Pracovně si tuto technologii můžete ověřit na

http://kdt-17.karlov.mff.cuni.cz/multitask.htm

Obr. 2.: Experiment "Vzdálené snímání a buzení pružiny" přes internet.
Technologie Remote Panel z LabVIEW, hardware ISES Professional.

Závěr

Laboratorní Studio iSES zahrnuje širokou paletu měřících systémů (ISES, Lab VIEW, LEGO) a přináší novou dimenzi do laboratoří - možnost vzdálených měření. Brouzdání internetem je velmi populární. Nová možnost něco aktuálně změřit nebo ovládat z domácího počítače bude jistě patřit k vyhledávaným „zážitkům" na internetu. Stačí zapnout počítač, „podívat" se po internetu, „stáhnout" si zajímavou úlohu do svého počítače nebo "připojit" svůj počítač ke vzdálenému experimentu. A můžeme začít měřit. V laboratoři nebo i doma. Naměříme, vysvětlíme, sepíšeme protokol a můžeme publikovat. Třeba zase na internetu.

Sledování, či řízení vzdálených měřících aparatur prostřednictvím internetu zřejmě velmi rychle zamíří z laboratoří do všedního života. Internetem budeme řídit svoji domácnost, po internetu budeme monitorovat životní prostředí atd. atd.

A na úplný závěr se sami zkuste zamyslet, co nám vzdálené laboratoře *přinesou* nebo *odnesou?*

Vzdálená laboratoř na internetu již není jenom "majetek" příslušné instituce, ale *„virtuálně patří" všem uživatelům internetu.*

Zkusme vybudovat více samostatných vzdálených laboratoří. V silách každé školy je jistě možné předložit po internetu několik úloh. Raději však spusťme jen jednu, ale zato velmi pečlivě zpracovanou vzdálenou laboratorní úlohu.

A nyní nastane okamžik, kdy tyto vzdálené laboratorní úlohy internetem propojíme v jednu

... *"obrovskou vzdálenou laboratoř"...*

a nebude konferencí, lidských setkání, nebude veletrh nápadů, ...

a

... nastane konec světa ...

(Arthur Charles Clarke, František Ises Lustig).

Poznámka editorů:

Autor zde parafrázuje povídku A. C. Clarka „Devět miliard božích jmen". Jde o kouzelně napsanou fikci o hodně netradičním *využití počítače. Stojí za přečtení i pokud nepatříte k pravověrným čtenářům science-fiction.*

Ovšem musíme přiznat, že autorovu vizi podobného konce světa nesdílíme. A ani si nemyslíme, že by jej autor svou prací na experimentech po internetu (vědomě) připravoval. ☺

Literatura:

[1] Lustig, F.: „Vzdálené reálné školní laboratoře na internetu", in sborník POŠKOLE 2002, 33 -38.

[2] Lustig, F.: „Interaktivní internetové studio iSES", in sborník ICTE 2001, Rožnov pod Radhošt ěm, 27-31.

[3] Lustig, F.: „Internetové laboratorní studio", in sborník POŠKOLE 2001, 127-132.

Kroužek fyziky pro středoškolské studenty

MIROSLAV JÍLEK
Matematicko-fyzikální fakulta UK Praha

V příspěvku popisuji několik pokusů a námětů na práci se studenty, které vznikly při přípravě kroužku fyziky konaného v školním roce 2001/2002 na MFF UK v Praze. Cílem kroužku bylo pomocí rozboru jednoduchých pokusů společně se středoškolskými studenty hlouběji prozkoumat některé fyzikální jevy a jejich praktické aplikace. Věnovali jsme se také řešení problémů a úloh, na které při běžné výuce nezbývá čas. V současné době pracujeme na zpracování programu kroužků do elektronické podoby, aby mohly sloužit jako možné náměty pro práci se studenty v různých seminářích a rozšířených hodinách fyziky, ale i při běžné výuce na školách.

Jedním z velkých témat, kterým jsme se zabývali, byly srážky různých těles a jejich souvislost se zákony zachování hybnosti a energie. K přiblížení tohoto tématu můžeme uvést úlohu:

Co se stane s loďkou, jestliže si za bezvětří stoupneme na její záď a budeme foukat do plachet, případně místo svého dechu použijeme výkonný ventilátor? Může se rozjet? Dopředu nebo dozadu? Nebo zůstane stát?

K praktickému vyzkoušení této situace jsme si vytvořili jednoduchý model loďky z víka dózy od jogurtů. Stožár pro malou papírovou plachtu jsme vyrobili z tvrdého izolovaného drátu, který jsme izolepou přilepili na přední část víka (loďky), viz obr.1. Jako zdroj vzduchu jsme použili nafukovací balónek s kouskem trubičky z propisovačky ke směrování proudu vzduchu. Trubičku s balónkem jsme pomocí pružných plíšků připevnili k dřevěnému špalíku a ten jsme přilepili na loďku tak, aby trubička směřovala na plachtu. Loďku s nafouknutým balónkem jsme vypouštěli na hladině vody ve vaničce.

obr. 1

Výsledkem pokusu je, že se loďka rozjede dopředu. To můžeme vysvětlit z hlediska zákona zachování hybnosti. Celková hybnost loďky s nafouknutým balónkem je na začátku nulová. Můžeme-li považovat srážku vypouštěného vzduchu s plachtou za pružnou, odráží se vzduch od plachty směrem dozadu, a tedy vektor hybnosti každé malé části tohoto vzduchu míří dozadu. Protože má být zachována původní nulová hybnost loďky se vzduchem, znamená to, že vektor hybnosti samotné loďky míří dopředu.

Jestliže pokus opakujeme s loďkou bez plachty, rozjede se loďka ze stejného důvodu dozadu. To je intuitivně mnohem lépe pochopitelný případ klasického reaktivního pohonu. Protože odraz vzduchu od plachty není ideálně pružný a proud vzduchu nemusí dopadat na celou

plachtu, můžeme vhodnou kombinací velikosti a vzdálenosti plachty od zdroje vzduchu dosáhnout toho, že loďka zůstane stát na místě.

Jiným příkladem srážky dvou těles je dopad roztočeného (například volejbalového) míče na zem. Otázka je: *Jaký bude směr rotace míče po odrazu od země?*

Jednoduchým pokusem se můžeme přesvědčit o tom, že při dopadu míče z větší výšky je směr rotace po odrazu opačný než před dopadem. Při dopadu z malé výšky s dostatečně velkou rotací je tento směr stejný jako před dopadem. Při dopadu z větší výšky je totiž míč během srážky více deformován, samotný kontakt se zemí trvá déle a to stačí k tomu, aby se míč zastavil a při odpružení byl reaktivní silou roztočen na druhou stranu. Při dopadu z malé výšky se míč během srážky nestačí zcela zastavit a pouze se zpomalí. Volbou vhodné výšky dosáhneme i toho, že se míč právě zastaví a po odrazu nerotuje.

V technické literatuře se můžeme dočíst, že tohoto jevu se využívá například při přistávání letadel, kdy se kola letadla roztáčejí ještě před přistáním, aby se jejich samovolným roztočením při prvním kontaktu se zemí nezvětšoval moment hybnosti letadla, který by jej sklápěl na příď.

Dalším velkým tématem, kterému jsme se věnovali, byly **rotace těles**. K přiblížení ve škole málo diskutovanému pojmu ***Coriolisovy síly*** můžeme například využít jednoho z následujících pokusů.

U prvního pokusu sledujeme dráhu kovové kuličky pohybující se po desce, která se otáčí. Libovolnou dřevěnou (nejlépe kruhovou) desku, v našem případě například momentový kotouč, umístíme na podložku s čepem, na starý magnetofon nebo na libovolnou jinou točnu tak, aby s ní bylo možno otáčet. K desce připevníme jednoduchý prak ze slabé kloboukové gumy a kousku tvrdého papíru nebo kůže, který bude kuličku vystřelovat (malou rychlostí) směrem od obvodu ke středu desky.

obr. 2

Dráhu kuličky znázorníme tak, že na desku položíme papír, který překryjeme kopírovacím papírem, takže kulička pohybující se po kopírovacím papíru otiskne svoji trajektorii na papír.

Vypustíme-li kuličku z praku bez současného otáčení deskou, bude se pohybovat směrem ke středu a vykreslí na papíře rovnou čáru. Jestliže provedeme stejný pokus za současného otáčení deskou, bude na kuličku v systému otáčející se desky působit Coriolisova síla, která způsobí zakřivení trajektorie kuličky vůči desce do strany. Na papíře můžeme sledovat toto zakřivení a jeho závislost na směru a rychlosti otáčení desky.

Dalším způsobem, jak pozorovat účinky Coriolisovy síly, jednak z hlediska pozorovatele v otáčející se soustavě, jednak z hlediska venkovního pozorovatele, je využití točící se židle. Můžeme si vyrobit jednoduchý prak z přibližně 60 cm dlouhé dřevěné latě, kloboukové gumy a kousku tvrdého papíru nebo kůže tak, že lať tvoří vodicí lištu pro projektil, kterým je pingpongový míček, viz obr. 3.

Posadíme se na židli, natažený prak (guma samozřejmě není příliš silná) namíříme kolmo k ose židle například proti svému čelu, roztočíme se a uvolníme pingpongový míček. Na ten působí v otáčejícím se systému židle Coriolisova síla, která způsobí zakřivení jeho trajektorie, takže nás míček mine. Pokud se s židlí nebudeme točit, míček nás samozřejmě zasáhne, což vzhledem k použitým prostředkům není nijak nebezpečné.

obr. 3

Židli můžeme využít ještě jiným způsobem, chceme-li účinek Coriolisovy síly přímo cítit. Posadíme se na židli a uvolněnou rukou si nacvičíme rychlý pohyb od kolen směrem ke svému čelu. Jestliže se na nacvičený pohyb nebudeme soustředit a provedeme ho současně s rychlým otáčením na židli, ucítíme, jak na ruku během pohybu působí Coriolisova síla, která ji odkloní tak, že mine naši hlavu.

Při výkladu rotace těles se často uvádějí známé ***pokusy se setrvačníky***. Vysvětlení chování roztočeného setrvačníku, působíme-li na něj vnější silou, vyžaduje poměrně složitý rozbor situace, na který v tomto příspěvku není prostor.

Můžeme si však všimnout, že takové chování se projevuje i ve zcela běžných situacích. Pustíme-li například minci tak, aby se skutálela po mírně nakloněné rovině, můžeme pozorovat její zajímavý pohyb. I když ji nevypustíme zcela kolmo k podložce, a zdálo by se tedy, že musí spadnout na stranu, stočí se ve směru pohybu tak, že se vlivem setrvačnosti ve směru pohybu překlopí částečně na druhou stranu. Tento jev se pak opakuje, mince se překlápí čím dál méně z jedné strany na druhou, až se postupně vyrovná. Stejný efekt usnadňuje například jízdu na kole nebo na motocyklu.

Pohyb typický pro setrvačník můžeme také spolu s dalšími jevy pozorovat při ***letu bumerangu***. Jestliže se správně vržený bumerang vrátí zpět k nám, znamená to, že během svého letu vykoná jednu precesní otáčku.

Jednoduché modely bumerangu (se dvěma nebo třemi rameny) vhodné pro pozorování jejich letu ve třídě je možné vystřihnout podle obr. 4 (průměr bumerangu je přibližně 12 cm) z tvrdého kartónu (například ze zadních desek poznámkového bloku). Ramena bumerangu je potřeba vrtulovitě nakroutit na jednu nebo druhou stranu podle toho, na kterou stranu ho budeme roztáčet. Bumerang je pak třeba kvůli stabilitě rotace vypouštět tak, že ho položíme na rovnou podložku (například sešit), kterou držíme v jedné ruce před sebou a do jednoho ramene přečnívajícího přes podložku udeřit tužkou. Roztočený bumerang opustí podložku a při správném poměru rychlosti rotace a rychlosti vlastního pohybu opíše charakteristickou trajektorii a vrátí se zpět.

obr. 4

Poslední pokus, který bych rád zmínil, je jednoduchý, efektní **model výbušného motoru**, na kterém je možné pozorovat různé druhy energetických přeměn. Model vytvoříme z kousku prkénka, krabičky od fotografického filmu a elektrického zapalovače plynu na baterii, který lze levně koupit na tržnici.

Ve víčku krabičky propíchneme dvě dírky a protáhneme jimi těsně dva drátky, jejichž konce odizolujeme v délce asi 0,5 cm. Konce drátků zahneme proti sobě tak, aby mezi nimi zůstala 3 – 5 mm široká mezera. Víčko přibijeme dvěma hřebíčky k prkénku okrajem nahoru tak, že krabičku je možné do víčka zasadit a ohnuté konce drátků jsou uvnitř krabičky. Zapalovač rozšroubujeme a vyvedeme z něj dva drátky, které jsou spojeny s jiskřištěm. Ty spojíme s drátky vedoucími z krabičky a model je hotov, viz obr. 5.

obr. 5

Krabičku naplníme několika kapkami lihu, zacvakneme ji do víčka a necháme líh chvilku odpařit. Sepneme zapalovač, jiskra uvnitř krabičky zapálí lihové páry a krabička se silným bouchnutím vyletí asi 5 m vysoko. Pokud se páry nezapálí, znamená to většinou, že páry jsou přesycené, v tom případě je třeba přebytek lihu vylít a krabičku profouknutím okysličit, nebo je krabička příliš studená a je potřeba zahřát ji v ruce. Páry v krabičce lze místo zapalovačem zapálit také například pomocí indukční elektriky nebo jiného zdroje vysokého napětí.

Pokud chceme změřit velikost energie, která se během výbuchu přemění na kinetickou energii krabičky, můžeme krabičku zatížit například kouskem plastelíny, zvážit ji a energii spočítat z výšky, do které krabička vyletí. V našem případě vyšla tato energie přibližně 0,6 J. Vzhledem k tomu že spalné teplo 1 mm^3 lihu je asi 23 J, můžeme posoudit, jak malá je účinnost takto jednoduchého zařízení.

Na závěr bych chtěl poznamenat, že během mého vystoupení samozřejmě nebylo zdaleka možné předvést všechny náměty, které se během ročního fungování kroužku fyziky podařilo shromáždit. Podrobné informace o programu kroužků spolu s vysvětlenými pokusy a řešenými úlohami budou po zpracování dostupné například na webových stránkách: http:\\fyzweb.cuni.cz .

obr. 4

Poslední pokus, který bych rád zmínil, je jednoduchý, efektní **model výbušného motoru**, na kterém je možné pozorovat různé druhy energetických přeměn. Model vytvoříme z kousku prkénka, krabičky od fotografického filmu a elektrického zapalovače plynu na baterii, který lze levně koupit na tržnici.

Ve víčku krabičky propíchneme dvě dírky a protáhneme jimi těsně dva drátky, jejichž konce odizolujeme v délce asi 0,5 cm. Konce drátků zahneme proti sobě tak, aby mezi nimi zůstala 3 – 5 mm široká mezera. Víčko přibijeme dvěma hřebíčky k prkénku okrajem nahoru tak, že krabičku je možné do víčka zasadit a ohnuté konce drátků jsou uvnitř krabičky. Zapalovač rozšroubujeme a vyvedeme z něj dva drátky, které jsou spojeny s jiskřištěm. Ty spojíme s drátky vedoucími z krabičky a model je hotov, viz obr. 5.

obr. 5

Krabičku naplníme několika kapkami lihu, zacvakneme ji do víčka a necháme líh chvilku odpařit. Sepneme zapalovač, jiskra uvnitř krabičky zapálí lihové páry a krabička se silným bouchnutím vyletí asi 5 m vysoko. Pokud se páry nezapálí, znamená to většinou, že páry jsou přesycené, v tom případě je třeba přebytek lihu vylít a krabičku profouknutím okysličit, nebo je krabička příliš studená a je potřeba zahřát ji v ruce. Páry v krabičce lze místo zapalovačem zapálit také například pomocí indukční elektriky nebo jiného zdroje vysokého napětí.

Pokud chceme změřit velikost energie, která se během výbuchu přemění na kinetickou energii krabičky, můžeme krabičku zatížit například kouskem plastelíny, zvážit ji a energii spočítat z výšky, do které krabička vyletí. V našem případě vyšla tato energie přibližně 0,6 J. Vzhledem k tomu že spalné teplo 1 mm^3 lihu je asi 23 J, můžeme posoudit, jak malá je účinnost takto jednoduchého zařízení.

Na závěr bych chtěl poznamenat, že během mého vystoupení samozřejmě nebylo zdaleka možné předvést všechny náměty, které se během ročního fungování kroužku fyziky podařilo shromáždit. Podrobné informace o programu kroužků spolu s vysvětlenými pokusy a řešenými úlohami budou po zpracování dostupné například na webových stránkách: http:\\fyzweb.cuni.cz .

Měření kinetické energie střely z praku

JAROMÍR KEKULE
Matematicko-fyzikální fakulta UK Praha

Motivace

V rámci výkladu o kinetické energii se často počítají úlohy o tom, jakou kinetickou energii má jedoucí auto, vlak, člověk, střela z pušky apod. Právě v souvislosti se střelou z pušky se mi jeví jako zajímavý problém, jakou kinetickou energii má kamínek vystřelený z praku, a porovnání této energie s hodnotou 10 J, což je maximální výstřelná energie zbraně, na kterou ještě není třeba zbrojní průkaz.

Současně je třeba se v této souvislosti zamyslet nad tím, jakou metodou změřit rychlost střely a potenciální energii pružnosti gumiček, abychom zjistili, jaká část z ní se předá letícímu kameni.

Postup

Rychlost střely je možno měřit v zásadě dvěma způsoby. První způsob představuje střelbu do balistického kyvadla, jak už bylo v minulosti na Veletrhu prezentováno. Druhý způsob popisuje tento příspěvek.

Postup měření je velmi jednoduchý. Základní metodu je střelba do výšky jako vrh svislý vzhůru a měří se čas, který uplyne od výstřelu po dopad kamene.

Pro zjištění potenciální energie pružnosti natažených gumiček je třeba změřit tuhost gumičky. Měření se dá provést dvěma základními způsoby. Na gumičku zavěsíme závaží a měříme buď prodloužení gumy nebo periodu kmitů tělesa jako oscilátoru. Jednodušší je první metoda.

Zpracování

Pro výpočet počáteční rychlosti střely použijeme vztahy pro vrh svislý vzhůru.

Okamžitá rychlost v střely: $v = v_0 - gt$, kde v_0 je poč. rychlost, g tíhové zrychlení a t čas. Okamžitá výška střely: $h = v_0 t - \frac{1}{2} gt^2$.

Z tohoto vypočteme počáteční rychlost kamene jako $v_0 = gt/2$, kinetickou energii jako $E_k = mv_0^2/2$ a výšku výstupu kamene jako $h = v_0^2/(2g)$.

Pro určení tuhosti gumy použijeme výše zmíněnou metodu.Těleso zavěšené na gumě je v klidu, čili celková vnější síla na něj působící je nulová. Dolů působí tíhová síla, nahoru síla pružnosti gumy, tedy $mg = kx$, kde x je prodloužení gumy a m je hmotnost zavěšeného tělesa. Z toho je tuhost gumy $k = mg/x$.

Potenciální energie pružnosti gum je $E_p = 2 \cdot \frac{1}{2} kx^2$ (gumy jsou dvě).

Výsledky

Získané výsledky jsou vyneseny do třech grafů - závislosti kinetické energie, počáteční rychlosti a výšky výstupu na hmotnosti střely.

Závislost kinetické energie střely z praku na její hmotnosti
E/J
m/g
0
2
4
6
8
10
12
14
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200

Závislost dostupu střely na její hmotnosti
h/m
m/g
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200

Měření tuhosti gumičky je poměrně zajímavá záležitost, protože na rozdíl od pružiny nemá guma konstantní tuhost, ale ta závisí na prodloužení gumy. Výsledky jsou v následujícím grafu.

Průměrná tuhost $k = 29$ N/m. Natažení gumičky před výstřelem je $x = 70$ cm, tedy potenciální energie pružnosti natažených gumiček je 13 J.

Je vidět, že počáteční rychlost střely i výška výstupu rostou s klesající hmotností střely, zatímco maximum potenciální energie pružnosti gum se přemění na kinetickou energii střely při hmotnosti kamene asi 90 g a větší. V praxi se to projevuje i tak, že při nižší hmotnosti kamene při výstřelu guma dopružuje a "škube" s prakem, zatímco při vyšších hmotnostech kámen prak opustí zcela klidně.

Závěr

Pro porovnání přesnosti měření je možno provést i několik výstřelů do balistického kyvadla. Výsledky se shodují s výsledky získanými výše uvedeným postupem.

FyzWeb je tu pro Vás již dva roky

JITKA HOUFKOVÁ
Matematicko-fyzikální fakulta

FyzWeb (http://fyzweb.cuni.cz), internetový server pro podporu výuky a popularizaci fyziky, funguje již více než dva roky. O tom, jaké jsou jeho cíle a co obsahuje, jsme informovali na minulých dvou ročnících Veletrhu (viz [1] a [2]). Nyní přinášíme pouze stručnou informaci o tom, co se na FyzWebu za uplynulý rok změnilo.

Co je na FyzWebu nového

FyzWeb má jednodušší adresu

FyzWeb nyní naleznete na zjednodušené www adrese. Pro přístup na naše stránky stačí ve Vašem internetovém prohlížeči napsat jen „**fyzweb.cuni.cz**" (pro zapamatování: „cuni" je zkratka z Charles University).

FyzWeb má vlastní e-mail

FyzWebu můžete psát na jeho vlastní e-mailovou adresu „**fyzweb@mff.cuni.cz**" (pro zapamatování: „mff" znamená Matematicko-fyzikální fakulta). Váš e-mail poslaný na tuto adresu se tak rychleji a spolehlivěji dostane k člověku zodpovědnému za tu část FyzWebu, které se týká.

FyzWeb má nové rubriky

Do **Kalendáře**, který najdete v sekci Zajímavosti, zaznamenáváme termíny výstav, přednášek, dnů otevřených dveří, seminářů pro učitele a konání fyzikálních olympiád, vždy na dva měsíce dopředu. Pokud jsou na internetu k dispozici podrobnější informace, naleznete zde na ně odkaz.

S pomocí školního digitálního fotoaparátu vzniká také **Hravá fyzika**, v níž popisujeme a fotografiemi ilustrujeme některé zajímavé fyzikální jevy kolem nás.

FyzWeb rozvíjíme a aktualizujeme

V **Zajímavostech** se snažíme přinášet co nejčastěji čerstvé novinky z různých oblastí fyziky a její výuky. Proto zde naleznete nejen fyzikální články v rubrice Novinky, ale například i článek o projektu Heuréka nebo fotoreportáž z mezinárodního setkání Fyzika na Scéně.

Články v rubrice **Novinky** jsou inspirovány zahraničními prameny, které vyhledáváme, rozšiřujeme a komentujeme. V době konání zimních olympijských her jste si tak třeba mohli přečíst o výrobě a udržování rychlobruslařského ledu, jehož příprava a realizace si pro technickou náročnost vyžádala několik let práce.

Odpovědna odpovídá

Zatím jedinou skutečně interaktivní částí FyzWebu je **Odpovědna.** Prostřednictvím formuláře zasílají zájemci své dotazy na Matematicko-fyzikální fakultu a na FyzWebu jsou pak zveřejňovány odpovědi vypracované za pomoci odborných fyziků a zkušených pedagogů. Rostoucí počet dotazů svědčí nejen o návštěvnosti FyzWebu, ale i o potřebnosti publikovat fyzikální texty a informace, protože je jich na českém internetu zatím poměrně málo. Podrobné informace o Odpovědně naleznete v tomto sborníku v článku M.Urbanové ([3]), která má Odpovědnu na starosti.

O FyzWeb nás pečuje více

O FyzWeb se nyní stará více lidí. Zatímco ještě koncem školního roku 2000-01 vytvářeli stránky v podstatě pouze dva lidé, teď nad jejich základním provozem bdí skupina sedmi studentů, kteří mají na starosti každý svůj úsek. Tím je zajištěna větší aktuálnost a lepší funkčnost stránek.

Častěji FyzWeb navštěvujete

Stoupá také sledovanost FyzWebu (viz tabulka č.1). Největší zájem je tradičně o sekce Dílna a Zajímavosti, výrazně vzrostla návštěvnost sekce Knihovna a stále více dotazů dochází do Odpovědny.

Tabulka č.1: Přehled počtu přístupů na server FyzWeb v období od 1.1. do 25.6. 2002

Sekce	Úvod	Zajímavosti	Fyzinfo	Knihovna	Dílna	Odpovědna	WWW
Přístupů	17992	5498	4184	6544	5615	4420	2212

CD s FyzWebem

Aby byl FyzWeb přístupný i bez připojení na internet, vytvořili jsme v červnu 2002 zkušební CD s off-line verzí FyzWebu a několika dalšími elektronickými materiály. Toto CD jsme zaslali na školy, které s námi již spolupracují. Koncem roku plánujeme vydání dalšího CD, které již bude určeno všem.

FyzWeb můžete ovlivnit i Vy

Napište nám Vaše připomínky a přání! Protože velká část FyzWebu je určena Vám, učitelům, máte šanci výrazně ovlivnit jeho obsah a formu! Řekněte nebo napište nám Vaše připomínky a přání! Vyplňte anketu přímo na www stránkách FyzWebu!

Informujte kalendář FyzWebu!

Dejte nám v předstihu vědět o fyzikálních akcích (soutěže, přednášky, semináře a školení pro učitele, ...), které pořádáte! Umístíme informaci o jejich konání do kalendáře FyzWebu!

Podělte se o své učitelské zkušenosti a nápady!

Provádíte ve škole nějaký zajímavý experiment, probíráte některé téma neobvyklým způsobem? Podělte se s ostatními! Na FyzWebu máte možnost zpřístupnit své nápady a zkušenosti pomocí Internetu velkému množství lidí!

Staňte se spolupracovníkem FyzWebu!

Hledáme spolupracovníky pro tvorbu materiálů pro FyzWeb a jejich doplňování a aktualizaci!

Kontaktujte nás!

http://fyzweb.cuni.cz , e-mail: fyzweb@mff.cuni.cz

Literatura:

[1] *Houfková J.: Fyzikální web pro nadšence, sborník semináře Veletrh nápadů učitelů fyziky V, str. 174-176, ed. Rauner K., Plzeň 2000, ISBN 80-7082-649-5*

[2] *Houfková J.: Nová tvář FyzWebu, sborník semináře Veletrh nápadů učitelů fyziky VI., str. 39-44, ed. Lepil O, Olomouc 2001*

[3] *Urbanová M.: Odpovědna – interaktivní část FyzWebu , sborník semináře Veletrh nápadů učitelů fyziky VII., Praha 2002*

Odpovědna – interaktivní část Fyzwebu

MICHAE URBANOVÁ
JIŘÍ DOLEJŠÍ
Matematicko-fyzikální fakulta UK Praha

1. Úvod

„Odpovědna" je interaktivní částí Fyzwebu. Dovoluje jakémukoli čtenáři položit jakýkoli dotaz, na který dříve či později odpovídá několik pracovníků MFF UK. Tazatelům to Fyzweb značně polidšťuje, neboť jim odpovídají konkrétní lidé (kteří se vždy pod svou odpověď podepíší) a nic jim nebrání v navázání dalšího kontaktu. Doufáme, že se tak usnadní komunikace mezi pedagogy z fakulty, žáky, učiteli a dalšími lidmi, kteří se zajímají o fyziku. Z tohoto kontaktu samozřejmě netěží jen čtenáři Fyzwebu, ale mnoho zajímavých informací získávají i vysokoškolští učitelé – např. o jaká fyzikální témata se lidé zajímají, jaké jsou jejich reakce na odpovědi atd.

Některé odpovědi jsou velice netriviální a inspirují nás k různým pokusům nebo výrobě různých pomůcek. Samozřejmě, že přicházejí i dotazy velice jednoduché, ale ve skutečnosti není moc velký rozdíl mezi dotazy „vědeckými" a těmi „dětsky" naivními, protože všechny nás mohou dovést k netriviálním a zajímavým debatám. Spektrum dotazů je velice široké, pro účely tohoto článku jsme je rozdělili do pěti skupin (u každé z nich je uveden nějaký charakteristický dotaz). Naše odpovědna není ve světě unikátem, na různých zahraničních servech existuje řada kvalitních odpověden [2].

2. Skupiny

1. skupina je tvořena otázkami studentů, hledajících informace pro splnění různých domácích úkolů, seminárních prací apod. Nejedná se však pouze o žáky základních škol, často nás prosí o radu i studenti škol vysokých. Někdy není snadné poznat, zda jde jen o jejich lenost informace se alespoň pokusit najít, nebo zda nemají přístup ke kvalitním zdrojům. Naší odpovědí jsou často reference na nějakou knihu, často na dnes dostupnou, moderní a širokému okruhu čtenářů srozumitelnou učebnici fyziky [3] nebo nějaké jednoduché fyzikální stránky na webu (jednoduché, protože většina našich čtenářů jsou „amatéři" ve světě fyziky a tak potřebují především srozumitelnou informaci).

2. skupina jsou dotazy týkající se dnes populárních fyzikálních témat (černá díra, elementární částice, jaderné zbraně, Velký třesk, studená fúze atd.). Hodně takových otázek má svůj původ ve čtení populárně psaných knih o fyzice, kde jsou někdy vysvětlení fyzikálních jevů jen částečná a neúplná. Snažíme se tazatelům jednoduše vysvětlit základní fyzikální principy a souvislosti. Problémem je, že opravdové pochopení nějakého fyzikálního zákonu (jevu) potřebuje spoustu času a studia. Lidé, kteří nám tyto dotazy zasílají, mnohdy ani netuší, jak „bolestivé" může být pochopení takových problémů – někteří si myslí, že jim moudro pošleme mailem.

3. skupina je zaměřena na vlastnosti různých materiálů, které se dají najít jen v dobrých tabulkách, parametry elektronických součástek atd. Například: jaká je hustota mědi, teplota tání bronzu apod.

4. skupina obsahuje dotazy vztahující se k jevům okolo nás. Většinou nejsme schopni poskytnout jednoduché odpovědi ihned. Některé z těchto dotazů nás inspirovaly k malým experimentům. Popíšeme dva z nich.

Elektrostatické přitahování papíru

Otázka (od R. Mentzla mentzlovi@quick.cz) : V práci máme souřadnicový zapisovač s elektrostatickým přitahováním papíru. Na podložku je přiveden náboj a papír se přitáhne. Jak to ale funguje? Papír přeci na začátku není nabitý. Myslel jsem, že se v elektrostatickém poli polarizuje a náboje, které jsou dole, jsou přitahovány k desce více, než ty, které jsou nahoře - výslednice sil je tedy dolů. Tak to funguje, když přiblížíme nabitou tyčinku ke kouskům papíru. Potíž je ale v tom, že nabitá rovina má kolem sebe homogenní elektrické pole, které je nezávislé na vzdálenosti. Na kladné i záporné náboje papíru tedy působí stejná síla a papír by se neměl přilepit. Přesto to udělá – proč?

Od začátku bylo jasné, že tento jev se vztahuje k elektrostatice. Jeden z našich kolegů sice odpověděl, ale nám se jeho odpověď zdála příliš mlhavá a neobjasňovala základní dilema – tedy proč je papír přitahován?

Otázka, jak na polarizované dielektrikum může působit síla v poli, které je určitě v rozumné aproximaci homogenní, zůstává. Vrtá nám to hlavou, a tak se ptáme (trochu jízlivě) fyziků kolem sebe. Kolega Ivan, který elektřinu a magnetismus přednáší, chvíli při obědě mlží standardními moudry, ale pořádné vysvětlení stále chybí. Přiznává ale, že má v laboratoři plotr s elektrostatickým přidržováním papíru. Místo siesty se chápeme šroubováku. Plocha plotru je tvořena masivní hliníkovou deskou, na ní nějaký plastik, v hlubinách plotru ani nevidět nějaký drát, který by někam k desce vedl. Ale musí, vždyť je tam vypínač přidržení papíru. Mezi hliníkovou a plastikovou deskou něco je, jen to bez destrukce nejde moc prozkoumat. Ivan hledá schéma plotru, Pavel zkoumá jiný podobný plotr a nachází zažranou špínu vytvářející meandrovitý vzor. Ivan současně nachází schéma, ve kterém je násobič napětí a mluví se tam o kondenzátoru. A je to skoro jasné – meandrovitá elektroda nad kompaktní deskou vytváří nehomogenní pole, jehož působení na dipóly papíru je už pochopitelné. Ale chtělo by to ještě zkusit. Lepíme s Míšou drátěný meandr na plastový kancelářský obal, pod to kus materiálu na plošné spoje, neboť žádný kus obyčejného plechu není v dosahu. Míša si to odnáší do školy a zkouší se školním Van de Graafem. Funguje to, papír drží a kdokoli si to může vyzkoušet.

Tvar kapky vody

Otázka *(od Mgr. Dalibora Blechy dalibor.blecha@zstraplice.uhedu.cz): Jsem učitel na ZŠ a dnes mi přestali žáci věřit. Důvod: Pokusil jsem se jim zbourat jejich dětské "fyzikální" představy o světě. Tvrdil jsem, že padající kapka vody má tvar koule. Tzn., že nevypadá, jako na obrázcích Ondřeje Sekory. Žádám Vás o pomoc při hledání fotografie, na které by bylo vidět, že "Sekorovský" tvar má kapka vody jen těsně před utrhnutím, a pak když padá, je to kulička.*

To považujeme skutečně za situaci vyžadující rychlou reakci, takže používáme pokročilé hledání v GOOGLE a hledáme „water drop" a později přidáváme další slůvka. Poměrně rychle objevujeme alespoň nějaké fotografie. Odkazy posílíme tazateli a současně mu radíme, že by bylo nejlepší, kdyby si kapky sám vyfotografoval, a píšeme stručně, jak to udělat.

Máme ale jistý pocit povinnosti zkusit sami to, co radíme jiným. Proto Jiří o víkendu dělá dírky do kelímku a s pomocí potomka fotografuje crčící vodu. Naštěstí máme v dosahu digitální fotoaparát, a tak hned vidíme výsledky. Jistě uznáte, že to je přesvědčivě jiné, než na obrázcích ve Ferdovi. S potěšením je posíláme tazateli.

5. skupina dotazů je charakterizována spíše osobnostmi tazatelů – říkáme jim lidový badatelé. Ti většinou odněkud získají kusé informace a pokračují v různých spekulacích, které se vůbec nevztahují k realitě. Často svoje dotazy neustále opakují, nebo chtějí ohodnocení svých geniálních myšlenek o daném fyzikálním tématu. Někdy je opravdu těžké na takové dotazy reagovat.

3. Závěr

Odpovědna nám dává s každou novou odpovědí na nevšední dotaz pocit, že jsme se docela dost naučili, že zase něčemu o trochu více rozumíme, z některých otázek jsme frustrováni, neboť žádnou rozumnou odpověď neznáme Ale současně si uvědomujeme jeden trochu děsivý poznatek – v první aproximaci jako fyzici vůbec neodpovídáme na otázky!!! Pokoušíme se prodat to málo, co máme v rychle dostupné paměti, abychom vypadali alespoň trochu moudře a odborně. Jenomže to na praktické otázky většinou nestačí. Jinak řečeno, naše první reakce je často mlžení a blábol a moc se tím nelišíme od jiných, kteří jsou slyšet častěji. Moudře to zní jen při hodně povrchním poslechu. Když se s tím student spokojí, je pro fyziku ztracen. Už ji začíná chápat jako fyzikopis, ve kterém se musí věřit tomu, co řekne „autorita". Nám obvykle teprve za chvíli začínají docházet souvislosti, začínáme si uvědomovat, že věci sami nerozumíme, a začínáme se snažit. A pak máme někdy úspěch. Bohužel asi mnozí fyzici i kantoři fyziky nepovažují onen druhý krok za nutný, zvláště když se otázka položená odborným fyzikům nestrefuje do jejich úzkého oboru. My fyzikové a učitelé totiž brilantně odpovídáme většinou jen na SVÉ otázky. Podívejte se do učebnic, dívejte se kolem sebe, jestli jsme příliš skeptičtí. A poslouchejte i ostatní odborníky.

Podrobné informace o Fyzwebu naleznete v tomto sborníku v článku "Podpora výuky fyziky a popularizace fyziky na internetu – server FyzWeb" autorů Jany Burešové, Leoše Dvořáka, Jitky Houfkové a Jiřího Kvity, kteří se na úspěšném chodu Fyzwebu podílí.

Poděkování

Ačkoli je zde Odpovědna prezentována jen dvěma autory, její existence by nebyla možná bez začátků Jitky Houfkové a Leoše Dvořáka a bez pomoci našich kolegů, zejména M. Rojka a J. Obdržálka, kteří odpovídají společně s námi na dotazy, a dalších kolegů, kteří nám občas pomáhají. Dalšími velkými pomocníky zejména v technických problémech jsou J. Kvita a J.Burešová.

Reference:

[1] odpovědna: http://fyzweb.cuni.cz/odpovedna/index.htm
[2] http://www.sciam.com/sciam_frontiers.cfm
http://www.physlink.com/Education/AskExperts/Index.cfm
http://www.askoxford.com/asktheexperts/ ...and many others.
[3] D. Halliday, R. Resnick, J.Walker – FYZIKA. Vutium/Prometheus Brno/Praha 2000

Takhle zaujatě sledovali účastníci příspěvky ještě i poslední den konference – v pátek před polednem

POSTERY A NEPŘEDNESENÉ PŘÍSPĚVKY

Fyzice nebyl konec ani v kuloárech.
Zde pozorně sledujeme pokusy kolegů z Irska.

A lesson on a topic: "Man as a physics system" for compulsory training in the 11 th grade

VESSELINA DIMITROVA, ANGELA PETKOVA
St. Kliment Ohridski, University of Sofia, Bulgaria

Ecological education of students plays an important part at secondary school in view of the deepening of global and local ecological crises. The skillful combination of basic education with differential forms of education in various subjects contributes to the accomplishment of the aims and purposes of the ecological education. The integration of ecological knowledge of students with their knowledge in physics, chemistry, geography and other disciplines makes for their compliment, expanding and deepening.

Some questions of present interest are the human impact on biosphere, physics pollution, physics monitoring, physics methods and apparatuses, using in medicine for diagnostics and therapy. These problems are included in the course for compulsory training in physics in the 11 th grade: "Physics problems in ecology" [2].

The programme of the course consists of three modules. Each of them can be learned independently according to the students' interest and their abilities.

The educational goals of the course are pointed at:

1. Generalization and systematization of students' ecological knowledge, acquired in their education in biology, physics and chemistry.
2. Generalization and systematization of students' physics knowledge about physics factors of the environment, gas discharges, lasers, etc.
3. Acquiring of new knowledge about basic ecological concepts, physics contaminants of the environment, physics monitoring, gas discharges and their applications in medicine, etc.
4. Development of cognitive interest in physics.
5. Formation of student cognitive skills to adopt the new knowledge on the one hand, and to apply that knowledge in solving problems on the other hand.
6. Formation of the scientific world outlook – building of the scientific physics notion of the world, development of the logical thought, revealing of physics ideas of philosophical nature.
7. Education of an active responsible attitude to the global ecological problems of the present day.

The following model themes are included in the programme:

MODULE I: INTRODUCTION TO ECOLOGY.

1. Subject, aims and purposes of ecology.
2. Physics ecological factors.
3. Antropogenic factors.
4. Biosphere – core and organization.

MODULE II: PHYSICS ENVIRONMENTAL CONTAMINATION. MONITORING METHODS.

1. Noise contamination.
2. Thermal contamination.
3. Electromagnetic radiation.

4. Vibrations.
5. Ultrasound and infrasound.
6. Ionizing radiation.
7. Practicum for physics problems.
8. Laboratory practicum.

MODULE III: PHYSICS AND MEDICINE.

1. Man as a physics system.
2. Gas discharge in medicine.

2.1. Gas discharge and different types of discharge. Air-ions and air-ion therapy.

2.2. Arc discharge.

2.3. Gas discharge lasers in medicine.

3. Ultrasound in medicine.
4. Electromagnetic field in medicine. Physics fundamentals of electrotherapy.

Classes are provided to carry out an educative trip and conference.

The first module of the programme has an initiatory function. It is very suitable to create students' motivation of learning the selected subjects.

The main problems, included in the second module, permit expanding and deepening of students' physics knowledge about physics factors which are environmental contaminants; the effects of that pollution on human biological and psychic condition; regulation norms for different types of physics contamination and precautions for restriction of the contaminants.

The themes, proposed in the third module, consider a part of physics factors, learned in the second module as contaminants. In the third module, however, such factors are applied in medicine for diagnostics and therapy of different diseases. The object of the impact of those factors is the human organism. That's why the students' attention is turned to man as an object of scientific cognition from the start of the first theme "Man as a physics system". That theme permits a good integration between biological and physics knowledge of the students. The basic elements of the physics system – "man" and the connections between those elements are clarified by means of systematic – structural approach. Different physics models for description and explanation of particular systems (cardio-vascular system, muscular system, secretory system, etc.) are used. The next themes of this module reveal the application of gas discharge lasers, ultrasound, electric and magnetic fields in medicine.

One of humanitarian aspects of physics education at school is associated with systematization and generalization of students' physics knowledge about man – as an object of animate nature. It is suitable to point at some possibilities of using the physics knowledge in case of considering the human organism as a physics system [1,3,4].

The main goal of the proposed theme "Man as a physics system" is to show that nature forms all living organisms according to the natural laws, and living organisms develop their functions and characteristics, that promotes their optimum adaptation to the environment.

It's advisable that the lesson should be carried out as a seminar of interdisciplinary nature. Students use their biological and physics knowledge making short reports in advance. That knowledge are systematized and enlarged with applying in a new situation by tale. While considering the different systems of the human organism using biological knowledge, students have to utilize also their physics knowledge to explain the structure and functioning of the system.

For example, some problems with biological and physics subject – matter can be distinguished in tabular form [1,3], table1.

Table 1. Problems with biological and physics subject matter, considered in the theme "Man as a physics system".

I. Problems with biological subject-matter	**II. Problems with physics subject matter**
1. **Cardio-vascular system:** • structure of the heart; • blood vessels; • circulation of the blood. 2. **Lungs and respiration.** 3. **Digestive system and digestion.** 4. **Secretory system and its functioning.** 5. **Organs of sense:** • eyes and eyesight; • ears and hearing; • nose and throat – sense of smell and taste. 6. **Nervous system.**	1. **Man as a mechanical system.** The concepts and laws of mechanics are used to explain the functioning of the heart, circulation of the blood, respiration, digestion and secretory processes in the systém [5], [6]. 2. **Man as a thermodynamic system.** The difference in temperature of the body is considered with the thermal balance of the system. First R. Mayer investigates the saturation with oxygen of the haemoglobin in the blood at various climatic conditions and laid down the law of conservation of energy. The molecular – kinetic theory is used of considering the structure and processes in the cellular membrane of the system. The membrane defines the concentration of different ions inside and outside it. 3. **Man as an electrodynamic system.** While considering the cellular membrane, that defines the difference in concentrations of potassium and sodium ions, the models, concepts and laws of electric and magnetic fields are used. The "living" electricity and different physics fields of man are discussed [4], [5], [6]. 4. **Biological optics.** The knowledge of geometric optics are applied while learning the structure of the eye and getting the images. 5. **Man as a wave system.** The knowledge about mechanical oscillations and waves are used with considering the structure of the ear and

	hearing, the throat and human sounds. The knowledge about electromagnetic oscillations and waves are useful while revealing the questions for nervous system and nervous stimuli.

The physics knowledge of the students are generalized and systematized by means of tale that is carried out after each of considered systems of the human organism. It is very important that the knowledge is applied in a new situation – about living biological object, as the human organism is. In this way the creative process is gone off and students' creative abilities are developed. In their activities students are convinced in validity of the laws of nature for inanimate and animate objects. Thus is the didactic aim of the lesson accomplished.

Bibliography:

1. *Bogdanov K., Fyzik v gostiah u biologa, Moskva, Nauka, 1986.*
2. *Dimitrova V., A. Petkova, Ecological knowledge in a physics module for compulsory training in the 11th grade, Sbornik z konference, Veletrh napadu ucitelu fyziky VI, Olomouc 2001, p. 124.*
3. *Dimitrova V., R.Ranchova, Primerni moduli po fyzika s meditsinska nasochenost za zadalgitelno-izbiraemata podgotovka v 11 klas, Fyzika, 2001, № 4, p.15.*
4. *Dimitrova V., A programme of the new course "Physics fields of biological objects" for physics teaching in the 11th grade, Sbornik z konference, Veletrh napadu ucitelu fyziky VI, Olomouc 2001, p.128.*
5. *Lustig.,F.: http://www.ises.info*
6. *Lustig, F. at all.: Intelligent School Experimental Systém (ISES), Praha, 1992, 128 s*

Nový předmět „Komplexní úlohy z fyziky"

ZDENĚK KLUIBER
Gymnázium Christiana Dopplera, Praha

1. Předmět „Komplexní úlohy z fyziky"

Na Gymnáziu Christiana Dopplera [GCHD] specializovaném na fyziku, matematiku a přírodní vědy je předmět „Komplexní úlohy z fyziky" doplňujícím předmětem k výuce fyziky na vyšším gymnáziu ve třídách se zaměřením na matematiku a fyziku. Jeho hlavním cílem je:

- seznámit studenty se strategií řešení složitějších úloh [1] - [14];
- umožnit studentům tvořivé řešení obtížnějších fyzikálních úloh;
- představit metody a způsoby řešení komplexních úloh a vytváření jednodušších modelů reálných situací, včetně využití počítačů;
- předvést řešení úloh a problémů z národních a mezinárodních Fyzikálních olympiád a Turnaje mladých fyziků.

2. Garance předmětu

„Volitelný předmět 1 – Komplexní úlohy" byl schválen v Učebním plánu osmiletého studijního cyklu GCHD pro třídu se zaměřením matematika a fyzika s časovou dotací pro septimu a oktávu vždy po dvou hodinách. „Volitelný předmět 1 – Komplexní úlohy" byl schválen v Učebním plánu čtyřletého studijního cyklu pro třídu se zaměřením matematika a fyzika s časovou dotací dvou hodin pro 3. a 4. ročník.

Garantem teoretického základu je Prof. RNDr. Ivo Volf, CSc., vedoucí Katedry fyziky Pedagogické fakulty, Hradec Králové.

Odbornou realizaci – didaktické aspekty – garantuje Doc. RNDr. Zdeněk Kluiber, CSc., ředitel GCHD.

3. Obsah předmětu Komplexní úlohy z fyziky

Rámcový obsah předmětu Komplexní úlohy z fyziky 3. a 4. ročníku čtyřletého gymnázia, resp. septimy a oktávy osmiletého studia:

3. ročník:

a) Vytváření strategie řešení výpočtových, experimentálních a problémových úloh. Komplexní úlohy na úrovni Fyzikální olympiády a jejich řešení. Úlohy z mechaniky, úlohy na zákony zachování.

b) Vytváření modelových situací a řešení problémových i experimentálních úloh. Úlohy z termiky, kmitání a vlnění. Komplexní úlohy na úrovni národní a mezinárodní Fyzikální olympiády, Turnaje mladých fyziků. Komplexní úlohy rozvíjející pojem pole. Grafické metody řešení úloh.

4. ročník:

a) Úlohy z elektřiny a magnetismu. Úloha matematiky při vytváření modelů a řešení fyzikálních úloh; grafy. Vytváření souvislostí mezi různými částmi fyziky jako zdroj komplexních úloh. Úlohy z korespondenčních seminářů organizovaných vysokými školami. Úlohy publikované ve fyzikálních časopisech. Úlohy z národních fyzikálních soutěží. Komplexní laboratorní úlohy. Úlohy řešené za podpory počítače.

b) Komplexní úlohy spojující různé části fyziky. Užití počítače při vytváření modelů a k řešení problémů. Úlohy z mezinárodních fyzikálních soutěží. Mezipředmětové vztahy odrážející se v úlohách.

4. Vyučující předmětu „Komplexní úlohy z fyziky"

Předmět „Komplexní úlohy z fyziky" byl poprvé realizován ve školním roce 2000-2001.

V uplynulých dvou letech vyučovali v tomto předmětu na GCHD:
Doc. RNDr. A. Havránek, CSc.,
Doc. RNDr. P. Chvosta, CSc.,
Doc. RNDr. Z. Kluiber, CSc.,
Doc. RNDr. J. Obdržálek, CSc.,
Doc. RNDr. V. Šíma, CSc.,
Prof. RNDr. I. Volf, CSc..
Pozn.: Doc. Havránek, Doc. Obdržálek, doc. Šíma – vyučovali celý školní rok; doc. Chvosta – 1. pololetí školního roku 01-02; Doc. Kluiber - samostatná část věnovaná úlohám Turnaje mladých fyziků; Prof. Volf - samostatná část věnovaná úlohám Fyzikální olympiády.

5. Dosavadní konkrétní zkušenosti z realizace předmětu „Komplexní úlohy z fyziky"

Jako zásadní se v předmětu „Komplexní úlohy z fyzika" projevily následující aspekty:

- řešení úlohy je třeba vhodně modelovat;
- věnovat pozornost teorii chyb měření;
- předvedení počítačových programů: ukázat, jak probíhají děje, pro které buď nelze najít analytické řešení nebo řešení je velmi složité;
- zjednodušovat matematické řešení problému;
- řešit úlohy založené na reálných problémech;
- využívat sbírek úloh z doporučené literatury;
- uplatňovat interdisciplinární vztahy fyziky k matematice, chemii, biologii;
- poukázat na výhody a nevýhody analogií.

6. Výuka v předmětu „Komplexní úlohy z fyziky"

Je velmi vhodné, mohou-li seminář „Komplexní úlohy z fyziky" vést vysokoškolští učitelé fyziky. Přirozeně – doplňující přednášky a cvičení věnované problematice fyzikálních soutěží pak specialisté v dané oblasti.

Závěr

Studentům jejich účast v semináři „Komplexní úlohy z fyziky" umožňuje podrobněji se seznámit s pojetím řešení obtížnějších fyzikálních problémů. Mají příležitost ještě blíže nahlédnout do pojetí práce fyzika.

Literatura:

Bartuška, K.: Řešené úlohy z fyziky (4 díly), Prometheus, Praha, 1997.
Hubeňák, J.: Komplexní úkoly z fyziky. MAFY a GAUDEAMUS, Hradec Králové, 1995.
Hubeňák, J.: Fyzika a technika. MAFY a GAUDEAMUS, Hradec Králové, 1996.
Hubeňák, J.: Řešené úlohy z elektřiny a magnetismu. MAFY a GAUDEAMUS, Hradec Králové, 1997.
Kluiber, Z. et al.: The Development of Talents in Physics. The Union of Czech Mathematicians and Physicists – Prometheus, Prague, 1995, 112 p.
Kluiber, Z.: Turnaj mladých fyziků. MAFY, Hradec Králové, 1996, 43 str.
Kluiber, Z.: 10 th International Young Physicists' Tournament. MAFY, Hradec Králové 1998, 92 p.
Kluiber, Z. a kol.: Nápaditá fyzika. Arcsi, Praha, 2000.
Nahodil, J.: Fyzika v běžném životě. Prometheus, Praha, 1996.
Štoll, I.: Svět očima fyziky. Prometheus, Praha, 1996.
Veselá, E.: Příklady z fyziky. Svoboda, Praha, 1998.
Volf, I.: Metodika řešení fyzikálních úloh na střední škole. MAFY a GAUDEAMUS, Hradec Králové, 1997.
Vybíral, B.: Sbírka úloh k přípravě na mezinárodní fyzikální olympiádu. GAUDEAMUS, Hradec Králové, 1996.
Publikace: a) Ročenky fyzikální olympiády.
b) Knížky z edice Škola mladých fyziků.
c) Knížky z edice Knihovnička FO.

Atrakcyjne lekcje fizyki

MARIA RUT - MARCINKOWSKA
Zespół Szkół Ogólnokształcących Nr 11, Gimnazjum Nr 21, Poznań
ANNA MARCINKOWSKA – GAPIŃSKA
Gimnazjum Nr 33, Akademia Medyczna im. K. Marcinkowskiego, Poznań

Wiele ostatnio się mówi o potrzebie zachęcenia uczniów do pracy. Często okazuje się, że uczniowie nie lubią tego czy innego przedmiotu nie dlatego, że nie mogą przyswoić sobie określonego zakresu wiadomości tylko dlatego, że nauczyciel prowadzący nie umie im go przybliżyć w atrakcyjny sposób. Autorki niniejszej pracy skupiły się na problemie uatrakcyjnienia lekcji fizyki bardzo często uważanej za trudny i nudny przedmiot. W pracy omówiono różne sposoby zachęcenia uczniów do zaprzyjaźnienia się z fizyką takie jak konkursy, przedstawianie, prezentacje.

Nauczanie fizyki bardzo często sprowadza się niestety tylko do przekazywania suchych informacji, dyktowania regułek, rozwiązywania zadań bez pełnego przygotowania ucznia do rozumienia ich treści. Jest to spowodowane nie tylko brakiem funduszy na oświatę, a w konsekwencji brakiem środków na kupowanie zestawów do ćwiczeń lecz również ustawicznym postrzeganiem fizyki jako przedmiotu mało znaczącego i ciągłym zmniejszaniem liczby godzin przeznaczonych na nauczanie fizyki. Okazuje się jednak, że nawet w wymiarze jednej godziny tygodniowo można ucznia zachęcić do samodzielnego zapoznawania się z fizyką.

Jednym ze sposobów uatrakcyjnienia lekcji już na samym początku spotkania z nowym przedmiotem jest wybór podręcznika. Kolorowy podręcznik, napisany prostym językiem zachęca ucznia do zainteresowania się jego treścią. Okazuje się, że bardzo często pewne braki uczniów w dotychczasowym wykształceniu mogą zniechęcać go do dalszej nauki. Przykładem może być niedoskonała znajomość matematyki potrzebna do nauki fizyki. Początek nauki fizyki bez potrzeby odwoływania się do obliczeń może być pomocny przy łamaniu stereotypów w myśl których fizyka jest trudnym i nudnym przedmiotem. Uczniowie którzy zamiast w klasie poznają zagadnienia związane z perspektywą, światłem, dźwiękiem na szkolnym podwórku znacznie więcej zapamiętują z takiej lekcji. Układ treści programowych podręcznika – rozpoczynanie nauki fizyki od działów dotyczących życia codziennego, nie wymagających korzystania z trudnego aparatu matematycznego w wielu przypadkach może zachęcić słabszych uczniów do pracy. W rozdziale drugim programu zgodnego z podręcznikiem Impuls [1], przeczytać można między innymi: „z badań dydaktycznych wynika, że na ogół największą niechęć ucznia wzbudzają sformalizowane treści mechaniki". Tak więc podręcznik jest bardzo istotnym elementem atrakcyjnych lekcji nie tylko fizyki.

Metodą na uatrakcyjnienie lekcji fizyki jest również sposób ich prowadzenia. Wspomniane już wcześniej lekcje na podwórku szkolnym zwłaszcza na początku roku, kiedy uczniowie jeszcze pamiętają o wakacjach są dla nich bardzo atrakcyjne. Prowadząc w ten sposób lekcje w kilku klasach jedna z autorek przekonała się, że uczniowie znacznie więcej zapamiętali z takiej lekcji niż z lekcji prowadzonej w sposób tradycyjny w klasie. Nie można jednak wszystkich zajęć prowadzić na podwórku szkolnym. Także lekcje w klasie mogą być bardzo ciekawe pod warunkiem, że nauczycielowi uda się zachęcić uczniów do pracy. Część uczniów uważniej będzie słuchało referatu przygotowanego przez kolegę niż pogadanki czy wykładu przygotowanego przez nauczyciela. Są też uczniowie którzy przy pomocy nauczyciela chętnie przygotują prezentację, eksperyment ilustrujący omawiane na lekcji

zagadnienia. Wtedy też koledzy z większą uwagą uczestniczą w takiej lekcji niż gdy to nauczyciel pokazuje doświadczenie. Na rycinie 1 przedstawiono grupę uczniów podczas prezentacji samodzielnie przygotowanych eksperymentów z działu „Ciepło i temperatura" oraz „Budowa Materii".

Ryc. 1. Grupa uczniów gimnazjum podczas prezentacji przygotowanych przez siebie doświadczeń na lekcję fizyki z działu „Ciepło i temperatura" (a) oraz „Budowa Materii" (b) według podręcznika do I klasy Gimnazjum „Impuls", LektorKlett, Poznań 1999 [1].

Problemem w uatrakcyjnianiu lekcji fizyki jest brak wystarczającej liczby zestawów pomocy dydaktycznych. Nie od dziś wiadomo, że eksperyment w nauczaniu fizyki jest bardzo ważnym jeśli nie podstawowym elementem. W praktyce okazuje się często, że przedmioty z codziennego użytku mogą być doskonałymi pomocami dydaktycznymi, tym bardziej, że są uczniowi doskonale znane. Uczniowie sami na lekcję fizyki chętnie przynosili łyżki jako przykłady zwierciadeł, płyn do puszczania baniek (napięcie powierzchniowe), balony (porównanie własności ciepłego i zimnego powietrza) czy atrament i szklankę kiedy omawiano dyfuzję. Także świeczka stanowić może bardzo uniwersalną pomoc dydaktyczną [2]. Na rycinie 2 przedstawiono zdjęcie uczennic podczas prezentacji doświadczenia z działu „Budowa Materii".

Ryc. 2. Uczennice gimnazjum podczas prezentacji przygotowanych przez siebie doświadczeń na lekcję fizyki z działu Budowa Materii według podręcznika do I klasy Gimnazjum „Impuls", LektorKlett, Poznań 1999 [1].

Atrakcyjna lekcja to często lekcja, z punktu widzenia ucznia, na której nie musi pracować. Wykorzystywanie na lekcji takich metod jak pogadanka czy rozmowa kierowana jest o wiele lepszym sposobem zmuszenia ucznia do myślenia, kojarzenia faktów i wyciągania samodzielnych wniosków niż odpytywanie przy tablicy czyniąc równocześnie taką lekcję ciekawszą w łatwiejszą w odbiorze. Metody takie można wykorzystać zarówno nauczyciel prowadzący naukę fizyki jak i zaproszony przez niego gość. Lekcja na której pojawia się ktoś nowy pokazujący inny sposób postrzegania świata niż podręcznikowy jest również sposobem uatrakcyjnienia lekcji fizyki. Także lekcja zorganizowana poza terenem szkoły jest ciekawsza od tej w klasie. Takim lekcjom sprzyjają wyjścia celowe czy udział w Warsztatach Fizycznych organizowanych w Poznaniu przez Wydział Fizyki UAM i Polskie Stowarzyszenie Dydaktyków Fizyki. Na rycinie 3 przedstawiono fragment przygotowanego przez uczniów sprawozdania z wystawy „Czysta energia i niekonwencjonalne źródła energii" organizowanej przez Regionalne Centrum Edukacji Ekologicznej – „Biblioteka Ekologiczna" w Poznaniu.

Ryc. 3. Fragment sprawozdania z wystawy „Czysta energia i niekonwencjonalne źródła energii" organizowanej przez Regionalne Centrum Edukacji Ekologicznej – „Biblioteka Ekologiczna" w Poznaniu. Na wystawie uczniowie wysłuchali wykładu o niekonwencjonalnych źródłach energii, obejrzeli zdjęcia elektrowni wiatrowych oraz model napowietrzania zbiornika wodnego.

Atrakcyjne lekcje fizyki to również takie lekcje kiedy poprzez zabawę uczniowie uczą się i przyswajają nowe wiadomości. Nawet uczniów o uzdolnieniach humanistyczno-plastycznych można zachęcić do nauki fizyki poprzez organizowanie dla nich konkursów i przedstawień o tematyce związanej z fizyką. Na rycinie 4 przedstawiono prezentowanie przez jedna z autorek niniejszej pracy wyników ogłoszonego przez nią konkursu „Optyka w komiksie" [3] oraz prac zgłoszonych na Międzynarodowy Konkurs „Życie we Wszechświecie" jak również omówienia przedstawienia „Miss Układu Słonecznego" (ryc. 5) przygotowanego na Festiwal Edukacyjny dla nauczycieli i Popularyzatorów Fizyki – Fizyka na scenie.

Ryc. 4. Autorka pracy prezentuje na Festiwalu Edukacyjnym dla Nauczycieli i Popularyzatorów Fizyki – Fizyka na Scenie, prace uczniów zgłoszone na szkolny konkurs „Optyka w komiksie" i na Międzynarodowy konkurs „Życie we Wszechświecie".

Ryc. 5. Pamiątkowe zdjęcie „Planet" po przedstawieniu „Miss Układu Słonecznego".

Podsumowując należy stwierdzić, że nie jest łatwo zachęcić uczniów do wytężonej pracy na lekcjach fizyki w przypadku kiedy godzin na jej nauczanie przyznaje się coraz mniej oraz kiedy uczniowie jeszcze przed podjęciem nauki słyszą, że jest to przedmiot trudny. Okazuje się jednak, że przy odrobinie wysiłku ze strony nauczyciela można ten stan rzeczy zmienić i uczynić lekcje fizyki jednymi z najatrakcyjniejszych w szkole.

Literatura:

1. *Impuls Fizyka dla klasy pierwszej gimnazjum, praca zbiorowa, LektorKlett, Pozna ń 1999*
2. *Marcinkowska-Gapińska A., Rut-Marcinkowska M., Jaszczyk M., Świeczka w roli pomocy dydaktycznej i nie tylko, Foton 76 2002*
2. *Rut-Marcinkowska M., Optyka w komiksie – wesołe spojrzenie uczniów na fizykę, biul. Polskiego Stowarzyszenia Nauczycieli Przedmiotów Przyrodniczych (PSNPP), Nauczanie przedmiotów przyrodniczych, zeszyt 2 (1/2001), Toruń 2001.*

Transformácia chemickej energie na prácu svalov

ALOJZ MARENČÍK
Katedra botaniky a genetiky FPV UKF v Nitre

Úvod

Najúčinnejšou termodynamickou funkciou, ktorá popisuje zmeny chemickej energie a ku ktorým dochádza pri biologickej oxidácii látok, je Gibbsova energia. Ide o kvantitatívnu mieru využiteľnosti chemickej energie, t.j. jej premenu na užitočnú prácu (chemickú, mechanickú, elektrickú ...) za konštantného tlaku a teploty (podmienky v živej bunke). Gibbsova energia je tiež kritériom priebehu jednotlivých reakcií. Jej úbytok sa rovná práci vykonanej systémom (- ΔG = exergonická reakcia) pri vratnom izotermickom a izobarickom deji zmenšenej o objemovú prácu (volná entalpia). Prírastok Gibbsovej energie vyžaduje vykonať (vložiť) prácu (+ ΔG = endorgonická reakcia).

Metabolická oxidácia glukózy poskytuje za aerobných podmienok pri teplotě 25°C hodnotu ΔG^0 = - 2820 kJ.mol^{-1} , zatiaľ čo syntéza 1 mol ATP vykazuje priemerne ΔG^0 ~ 35 kJ.mol^{-1}. V skutočnosti sa pri tejto oxidácii miesto 82 mólov ATP (2820 : 35) uvoľní maximálne 38 mólov ATP. Účinnosť pri takomto výpočte je približne 46 %. Tieto hodnoty sa vzťahujú na látky v „štandardnom" stave a pri koncentrácii 1 mol.dm^{-3} a nie na ich skutočné koncentrácie v bunke. Ide preto len o hrubý odhad. Účinnosť tohto procesu in vivo sa odhaduje až na 70%. Príčinou takejto vysokej účinnosti využívania energie v živých systémoch je, že sa v nich „ palivo" nespaľuje naraz, ako v tepelných strojoch, ale postupne v jednotlivých reakciách glykolýzy, Krebsovho cyklu a respiračného reťazca (cca 30 reakcií), čím sa Gibbsova energia znižuje len po relatívne malých stupňoch a preto jej účinnosť dosahuje také vysoké percento (70%) až pokým nedôjde k úplnému „ zhoreniu „.

$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O \qquad \Delta G = -2820\ kJ$$

Základné poznatky

Pri kvantitatívnom stanovení transformácie chemickej energie na prácu svalov budeme vychádzať z istých predpokladov a fyziologických konštánt :

Človek o hmotnosti 70 kg spotrebuje na bazálny metabolizmus, t.j. najnižšie množstvo energie, potrebné na udržanie potrebných funkcií za určitý čas (zvyčajne sa udáva množstvo energie spotrebované za 1 hodinu na 1 m^2 telesného povrchu v úplnom telesnom a duševnom pokoji) približne 7 000 kJ za deň. Všeobecne môžeme postupovať tak, že hmotnosť svojho tela vynásobíme číslom 100. Za hodinu to činí 292 kJ (7 000 : 24) a za minútu 4,86 kJ (292 : 60). Tieto energetické nároky kryjeme potravou a to predovšetkým cukrami C (1 g C = 20 kJ), bielkovinami B (1 g B = 20 kJ) a tukmi T (1 g T = 40 kJ). Pri výpočte vychádzame z hmotnosti človeka. (na 1 kg hmotnosti človeka pripadá 1 g bielkovín). Rozdiel do celkovej potreby energie saturujeme cukrami. (Pozri príklad výpočtu).

Srdce človeka vykonáva obrovskú prácu. Pri 72 tepoch za minútu a pri vývrhovom objeme jedného tepu 60 ml to je 4,32 l krvi za minútu (za hodinu 259 l a za deň 6 216 l krvi). V tomto objeme krvi (4,32 l), ktoré vytlačí srdce do krvného riečišťa za minútu musí byť minimálne 4,86 kJ energie (pozri predchádzajúci odstavec). Tento energetický údaj (4,86 kJ. min $^{-1}$) zodpovedá približne 0,3 g glukózy [(178 . 4,86) : 2820]. Priamou oxidáciou 1 mólu glukózy, t.j. 180 g (mol. hmotnosť glukózy je 180) získame už uvedených 2 820 kJ. Jeden gram tejto látky obsahuje cca 15,6 kJ (2820 :180).

Postup práce

Pred stanovením či už množstva spálenej glukózy, alebo množstva vynaloženej energie na istú pracovnú činnosť, musíme sa najprv naučiť merať tep srdca. Prakticky potrebujeme iba hodinky so sekundovou ručičkou. Merať začíname vtedy, keď je ručička hodín na dvanástke. Ešte pred tým pravú ruku si položíme dlaňou dohora na stôl a ľavou rukou vyhmatáme za zápästím tepnu. Jednotlivé tepy srdca počítame iba 30 sekúnd, hodnotu zapíšeme do tabuľky. Je to preto, že v prípade keď žiak pracuje sám, aby mal čas urobiť zápis. Treba ešte dodať, že túto činnosť robíme v sede v pokoji .

Po zmeraní tepu v nasledujúcej minúte vykonáme v časovom rozpätí cca 45 sekúnd 25 – 30 drepov. Po tomto výkone sa posadíme a začiatkom ďalšej minúty zmeriame tep tak, ako pri meraní v pokoji, t.j. za 30 sekúnd, hodnotu zapíšeme do tabuľky. Meranie opakujeme každú celú minútu až dovtedy, keď sa dostaneme na úroveň hodnôt pred pokusom.
Počet tepov nad „ normálnou" hodnotou spočítame a vynásobíme hodnotou 0,081 kJ (4,86 : 60) pri stanovení spotreby energie, resp. hodnotou 0,005g (0,3 : 60) pri stanovení spotreby glukózy.

Pracovný výkon vyjadrený zvýšenou tepovou frekvenciou srdca

Jeden „ vývrhový" objem srdca je ekvivalentný 5 mg glukózy (0,3 : 60). V tabuľke sú hodnoty namerané pri 25 drepoch za 45 sekúnd.

Čas	Počet tepov			Spotreba	Spotreba
min	30 s	60 s	Rozdiel	glukózy (g)	energie kJ
0	38	76	-		
1	49	98	+ 22		
2	44	88	+ 12		
3	42	84	+ 6		
4	40	80	+ 4		
5	38	76	-		
Σ			44	0,22	3,56

Tepová frekvencia za minútu bola u pokusnej osoby v kľude 76 úderov. Po absolvovaní 25 drepov za približne 45 sekúnd prišlo k zvýšeniu hneď nasledujúcu minútu po tomto výkone na 98 tepov. Hodnoty tepovej frekvencie každú nasledujúcu minútu postupne klesajú až sa ustália na pôvodnej hodnote. Keď napokon spočítame rozdiely týchto hodnôt dostaneme číslo 44. Po vynásobení tohto čísla pri spotrebe glukózy 5 mg (0,005 g), čo pripadá na jeden tep, dostaneme hodnotu spotreby glukózy (0,22 g), ktorú sme pri tomto výkone „ spálili". Po prepočte na spotrebu energie dostaneme hodnotu 3,56 kJ.

Tieto hodnoty spotreby energie pri istom výkone môžeme merať aj pri inej pracovnej činnosti. Keď chceme vypočítať celodennú energetickú spotrebu organizmu môžeme vychádzať z nasledovných hodnôt.

Príklad výpočtu krytia energetických nárokov

Výpočet spotreby živín pri jednotlivých činnostiach človeka (70 kg)

spánok	272 kJ · h^{-1}
ležanie	322 kJ · h^{-1}
sedenie	418 kJ · h^{-1}
sedavá práca	465 kJ · h^{-1}
prechádzka	836 kJ · h^{-1}
stredne ťažká práca	1 004 kJ · h^{-1}
beh	1 675 kJ · h^{-1}
ťažký výstup	4 186 kJ · h^{-1}
ťažká práca	4 605 kJ · h^{-1}

Denný režim človeka

spánok 8 h .	272 kJ· h^{-1} =	2 176 kJ
práca 8 h	1004 kJ· h^{-1} =	8 032 kJ
šport 2 h.	1675 kJ· h^{-1} =	3 350 kJ
oddych 6 h.	418 kJ· h^{-1} =	2 508 kJ
spolu :	16 138 kJ	

Energetická spotreba môže byť krytá oxidáciou živín :

Bielkoviny :

70g· 20 kJ· g^{-1} = 1 400 kJ

Tuky

70 g· 40 kJ · g^{-1} = 2 800 kJ

spolu : 4 200 kJ

Rozdiel 11 938 kJ do potreby 16 138 kJ kryjeme cukrami.

Cukry :

597 g· 20 kJ· g^{-1} = 11 940 kJ

Záver

Predložený náčrt výpočtu transformácie chemickej energie na prácu svalov predkladáme ako nenáročný pokus, pri ktorom si môžu žiaci overiť svoje vedomosti. Využívajú pri tom učivo fyziky, chémie a biológie v ich každodennej činnosti. Takýto postup môže do istej miery zatraktívniť učivo a poukázať na význam jeho osvojovania. Napokon k získavaniu trvalých vedomostí možno prispeje aj tento nápad, s ktorým máme už isté skúsenosti.

Použitá literatúra :

1. *Paulov, Š : Fyziológia živočíchov a človeka. – Slov. ped. nakl. Bratislava, 1980.*
2. *Škárka, B., Ferenčik,M. : Biochémia. – Alfa Bratislava, 1983.*
3. *Vodrážka, Z. : Fyzikální chemie pro biologické vědy. – Academia Praha, 1982.*

Projektová výuka na ZŠ

ZDEŇKA PINKAVOVÁ
MFF UK Praha, ZŠ Ústavní Praha 8

Pravidelná akce na MFF UK v Praze, kterou se žáky s výraznějším zájmem o fyziku každoročně navštěvujeme, mě inspirovala k uskutečnění stejnojmenného projektu na naší škole s názvem *„Den s fyzikou“ 2000*.

Žáci volitelného předmětu fyzikální praktika si vybrali fyzikální téma, které je nejvíce zajímalo. Během měsíce si vyhledali potřebné materiály na internetu, v literatuře, požádali o radu rodiče či mě. Připravili si materiály k přednáškám pro ostatní žáky naší školy. Společně jsme pak upřesnili přesný obsah a průběh jejich výstupů. Jednotlivé přednášky jsme odzkoušeli, aby měli žáci představu časové náročnosti a vhodné organizace svého výstupu.

Pro každou přednášku vyrobili „reklamní“ plakát, který obsahoval jména vystupujících, název a podrobný obsah přednášky. Plakáty byly vyvěšeny u učeben, kde dané výstupy probíhaly.

V určený den mohli učitelé se svými žáky navštívit dle vlastního výběru připravené přednášky. Jejich obsah a časový rozpis měli v dostatečném předstihu k dispozici. Zřejmě proto, že akce tohoto typu se konala na naší škole poprvé, reagovali mnozí vyučující na výzvy k návštěvě přednášek poněkud rozpačitě. Nakonec se mi podařilo přesvědčit dostatečné množství vyučujících k návštěvě, aby práce dětí nevyšla naprázdno.

Již v průběhu a zvláště po uskutečnění celé akce učitelé akci velmi pozitivně hodnotili a byli překvapeni výkony vystupujících žáků. Chování a reakce žáků během přednášek mluvily samy za sebe. Dovolím si konstatovat, že velká většina přijala celou akci s nadšením a se zájmem.

V neposlední řadě přineslo vynaložené úsilí své ovoce i pro přednášející žáky. Měli možnost si vyzkoušet poněkud netradiční způsob práce. Překvapilo je, jak náročné je vystupovat a zaujmout celou třídu. Příležitost upoutat pozornost a získat ocenění ostatních spolužáků a učitelů mělo pro ně také nemalý význam.

Během jedné vyučovací hodiny probíhalo ve třech učebnách vždy po 20 minutách celkem šest druhů přednášek:

astronomie;
světelné jevy;
elektřina;
telekomunikace;
fyzika v hudbě;
fyzikální pokusy.

1. Astronomie

Jaroslav Pavlíček z 9.C , který se výrazně zajímal o astronomii, spolu se spolužáky (zejména Karlem Kučerou rovněž z 9. C), připravili poutavou přednášku s odborně velmi kvalitním výkladem zpestřeným promítáním řady diapozitivů a obrázků z encyklopedií a odborných knih.

Zaměřili se zejména na vesmírný výzkum. Hlavním tématem byla historie astronautiky - první lety do vesmíru, vesmírné lety na Měsíc, konstrukce a technické vybavení kosmických lodí, havárie spojené s vesmírnými lety.

Dále informovali o významných sondách vyslaných lidstvem pro výzkum vesmíru a vesmírných těles (planet Sluneční soustavy, komet, ...).

V závěru popsali a vysvětlili základní princip a význam satelitů – přenos TV, vědecké či špionážní družice, družice pro předpověď počasí.

2. Světelné jevy

Netradiční seznámení s optickými jevy přinesl výstup Jana Dvořáka z 8.C a Jana Veselého z 9.C, kteří na základě diskotékových světelných efektů vyložili svým spolužákům řadu světelných jevů.

Na názorných příkladech seznámili posluchače se základními světelnými jevy. Velmi atraktivní bylo vysvětlení a předvedení světelných efektů, se kterými se děti v současnosti běžně setkávají – UV zářivka, stroboskop, barevná hudba aj.

3. Elektřina

Michal Růžička z 9.B, žák s hlubokým zájmem o počítače a elektroniku, spolu se svým spolužákem Janem Plašilem z 9.C, připravili výstup plný známých i méně známých experimentů a efektů. Ukázky řadu žáků výrazně zaujaly.

Obsah jejich přednášky dokazuje, že o zajímavé poznatky nebyla nouze a opravdu bylo na co se dívat: *statická elektřina, z historie elektřiny, zdroje energie, elektrické spotřebiče, bezpečnost – střídavý proud, zvuk o různé frekvenci, fotoodpor, laserový alarm, počítače, reprodukce zvuku pomocí reproduktoru, elektrochemický pokus – řezání hliníku* atd.

Přednáška byla obsažná. Preciznost v přípravě výstupu, rozsáhlé vědomosti, ale i způsob výkladu byly na velmi dobré úrovni.

4. Telekomunikace

V tomto výstupu seznámil Petr Bezačínský z 9.C ostatní spolužáky s historickým vývojem, ukázkami a praktickým použitím rozličných typů telefonů. Při přípravě přednášky Petr využil možnosti konzultovat danou problematiku se svým otcem a získat podrobné informace. Žáci se tak dozvěděli řadu odborných zajímavostí o historii, ale zejména o konstrukci telefonů a problematice přenosu informací.

Žáci měli možnost vidět rozebrané různé typy telefonních aparátů, prakticky se seznámili se stavbou a činností telefonů, s funkcí sluchátka a mikrofonu. Největší odezvu měly pochopitelně detailní informace o mobilních telefonech. Atraktivní byla rovněž možnost vyzkoušet si funkci jednoduchých telefonů (kelímkový, z elektronické stavebnice).

5. Fyzika v hudbě

Žáci 9.B Jindřich Dudek a Jan Knytl využili svého společného zájmu o hudbu a znalostí z akustiky. Připravili zajímavou přednášku nejen o základech akustiky, ale i o vlastnostech hudebních nástrojů, doplněnou i hudebními ukázkami.

V úvodu přednášky vyložili základní poznatky o zvuku a tónu z fyzikálního hlediska. Současně prakticky předvedli, jaké zvuky (popř. tóny) vydávají rozličné předměty. Dále vysvětlili a předvedli funkci různých hudebních nástrojů. V závěru vyložili způsob a důvody rozmístění jednotlivých hudebních nástrojů v orchestru.

6. Fyzikální pokusy

Zejména mladší žáky zaujalo představení žáků 8.C Petra Berkiho a Adama Polívky, kteří si připravili sérii pokusů z publikací malých Debrujárů s fyzikálním výkladem. Velmi dobrým nápadem při tomto výstupu bylo využívání aktivní spolupráce posluchačů a výraznější komunikace s nimi. Dovolím si citovat z jejich plakátu:

Fyzikální Pokusy
Za to, že se flákáte, vděčíte nám a to: *Petrovi a Adamovi*
O tom, jak vaše obézní těla uveze výtah
Vzdušné větry
Zkumavky
Foukněte si jinam než do balónku – mezi svíčky
Ledy tají
Nepodpalte papír
Odpovíme každý váš dotaz.

Ceník odpovědí:

Lehké odpovědi	... 60,- Kč
Odpovědi, při kterých se musí myslet	... 140,- Kč
Vážné odpovědi	... 240,- Kč
Odpovědi na hloupé a zbytečné otázky	... 400,- Kč

Dodatečně pozitivně hodnotím, že jsem dala žákům možnost vlastního výběru nejen tématu, ale i konkrétního obsahu přednášek. Oproti učitelům žáci přesněji vědí, co současné děti nejvíce zajímá, a tak dokáží zaměřit své výstupy na nejatraktivnější témata. Rovněž nelze popřít, že děti, zajímající se o daný obor, mají velmi dobré informace o nejnovějších objevech, výzkumech a poznatcích (mnohdy daleko detailnější než učitel, který musí svými vědomostmi obsáhnout široké spektrum daného oboru).

Domnívám se, že i přes náročnost podobných akcí má smysl je uskutečňovat. Žáci se dostávají do role člověka zodpovědného za kvalitu své práce. Některým umožní „veřejné" vystoupení ztratit v kolektivu roli otloukánka či bezvýznamného spolužáka (třeba jen na chvíli). A mnohdy výrazně pozitivně překvapí učitele, v jejichž předmětech nevynikají.

Mnozí učitelé, kteří podobné akce realizují, mi jistě potvrdí, že cílem podobných akcí není zviditelnit sám sebe a že nemá smysl dělat něco takového jen pro osobní slávu. Skutečností zůstává, že pokud chcete podobné akce realizovat, musíte počítat s tím, že jim obětujete relativně mnoho volného času a své energie. Setkáte se občas i s nepochopením a nezájmem některých kolegů a rodičů.

Musela jsem se v duchu smát, když mi jedna žačka řekla „Vy se máte. Nemusíte nic dělat. Oni přednáší a Vy tady jen chodíte a koukáte se." Jen málo lidí dovede vidět víc, než vidí oči. A to, kolik volného času věnujete celé akci před a po uskutečnění, nevidí mnohdy ani dospělí.

Přesto podobné aktivity mají velký význam i pro učitele. Mnohdy v průběhu a po uskutečnění podobné akce právě ti, kteří vše viděli příliš skepticky, jsou velmi překvapeni a nadšeni. Spolupráce s kolegy na projektu, netradiční práce se žáky spojená s činností i mimo výuku, úspěšná realizace projektu, nadšení a radost v očích dětí, které se na něm podílely, to prostě stojí za to.

Elektřina

Matematika i fizyka w szkole

MAGDALENA POLESIUK
Wałbrzych, Poland

Wszyscy ludzie posługują się matematyką na co dzień. Wiadomości i umiejętności matematyczne są niezbędnym składnikiem przygotowania człowieka do życia we współczesnym świecie, toteż uczymy matematyki od pierwszych lat nauki w szkole. Matematyka powinna rozwijać umysł, biegłość rachunkową, przyczyniać się do wszechstronnego rozwoju młodego człowieka.

Ucząc matematyki powinniśmy także wskazywać na jej ścisły związek z innymi naukami chociażby takimi jak fizyka. Uczniowie bardzo często traktują oba przedmioty w szkole jako zupełnie odrębne i nie widzą żadnych powiązań między tymi dwoma naukami.

Moim zdaniem nauczyciele uczący zarówno matematyki jak i fizyki powinni ze sobą częściej współpracować i wskazywać uczniom, że fizyka nie istniałaby bez matematyki, ani matematyka bez fizyki.

Na lekcjach matematyki możemy częście rozwiązywać zadania, które łączą oba te przedmioty. Poniżej podaję kilka przykładów takich zadań.

1. Dwa połączone szeregowo oporniki dają opór 8Ω. Jeśli połączymy je rónolegle, to łączny opór ich wyniesie $\frac{3}{2}\Omega$. Jaki opór dają poszczególne oporniki?

2. Mamy dom o szerokości d z dwuspadzistym dachem. Jaki powinien być kąt nachylenia dachu aby woda z niego spływała w jak najkrótszym czasie? Tarcie należy pominąć.

3. Czas połowicznego zaniku to okres po jakim zawartość izotopu promieniotwórczego w danej próbce zmaleje do połowy początkowej wartości. Dla izotopu Cd 117 wynosi on 3 godz. Przedstaw na wykresie jak zależy od czasu procentowa zawartość tego izotopu w próbce, jeżeli na początku było go 60%. Oszacuj po jakim czasie zawartość izotopu spadnie do 10%.

4. Jedna z dwóch, przyłożonych pod kątem prostym sił jest o 4 N większa od drugiej. Wypadkowa tych sił wynosi 20 N. Znajdź wielkości składowe tych sił.

5. Człowiek ściga się z żółwiem. Wiadomo, że żółw porusza się 10 razy wolniej od człowieka. Aby było sprawiedliwie żółw startuje 100 m przed człowiekiem. Jaka co najmniej długa powinna być trasa dla człowieka, aby prześcignął żółwia?

6. Pies spostrzegł zająca w kapuście, gdy ten był 200 m od granicy lasu. Zając ma kryjówkę w lesie położoną 200 m od granicy z zagonem. Odcinek łączący zająca z jego kryjówką tworzy z granicą lasu kąt 45°. Pod jakim kątem do granicy lasu powinien uciekać zając, aby dotrzeć do kryjówki najszybciej ? W kapuście biegnie on z prędkością 15 m/s, a w lesie 10 m/s.

Přelévání plynu jako od Copperfielda

BOŽENA RYTÍŘOVÁ
Gymnázium JAK Uherský Brod

Každý zná důkaz tekutosti oxidu uhličitého, kterým udusíme plamen svíčky v nádobě. Tento pokus je však mnohem efektnější, není však pro slabší povahy.

Na to, že je propan-butan vhodný k předvedení tekutosti, mě přivedl pokus mého tenkrát osmiletého syna. Nudil se doma v době své nemoci a zabavil se během chvilkové nepřítomnosti babičky tím, že napustil do mikrotenového sáčku plyn ze sporáku, přímo nad plamenem sporáku sáček svařil, přilepil k němu zápalnou šňůru, kterou bez problému dříve koupil v hračkářství, a sáček s plynem pak z pokoje odpálil na balkoně. Měl strašnou radost, jak to krásně bouchá. Je mi dodnes záhadou, proč mu to nebouchlo už u sporáku.

Pomůcky

2 skleněné kádinky, zásobník kapalného propan-butanu do zapalovačů, pevnější brčko z krabičkového nápoje, špejle, zápalky

Postup

Do první kádinky napustíme trochu plynu, nejlépe pomocí brčka nasazeného na uzávěr zásobníku. Zapálíme špejli trochu dále od kádinky (odvážní používají jen zápalky) a jakmile ji přiblížíme k naplněné kádince, plyn efektně shoří modrým plamenem. Už to vzbudí v žácích velký ohlas, protože předpokládají, že v kádince vůbec nic není. Pak přiblížíme hořící špejli ke druhé kádince, kde samozřejmě nehoří nic. Zopakujeme napuštění plynu do první kádinky a opatrně plyn přelijeme do druhé kádinky. Žáci to považují za veselý vtip. Pak přiblížíme hořící špejli k první kádince – neděje se nic. Přiblížíme ji k druhé kádince a plyn shoří. Spolehlivě zaručuji, že sklidíte bouřlivý potlesk a možná také získáte přezdívku Copperfield(ka).

Syté páry a demonstrace jejich vlastností

VOJTĚCH STACH, VÍTĚZSLAV STRAŇÁK
Pedagogická fakulta v Českých Budějovicích

S pojmem pára se žáci podrobněji setkávají na základní škole [1]. Tyto získané poznatky jsou dále rozšiřovány na středních školách a to především při výuce termiky, kam je zařazena i kapitola zabývající se změnami skupenství [2]. I přesto jsou však v mnoha případech představy žáků o párách a jejich vlastnostech zkreslené. V našem příspěvku se chceme zabývat základními vlastnostmi sytých par, které jsou při změnách skupenství specifickým případem a mají velmi odlišné vlastnosti ve srovnání s plyny, pro které platí Daltonův zákon [4], [5].

Je-li kapalina v uzavřeném prostoru, dochází k jejímu vypařování. Po určité době nastane stav, kdy se prostor nad kapalinou párami nasytí - mezi kapalinou a jejími párami nastane rovnováha. Páry, které jsou v rovnováze se svou kapalinou, se nazývají syté páry. Z kinetického hlediska lze stav sytých par popsat následujícím způsobem. Při vypařování do volného prostoru unikají z kapaliny molekuly s nejvyšší energií. V prostoru nad kapalinou se molekuly páry srážejí mezi sebou, resp. s molekulami vzduchu, a vracejí se zpět do kapaliny. V případě, že uniká z kapaliny více molekul než se do ní vrací, hovoříme o vypařování. Postupně však roste počet molekul nad kapalinou a současně roste i počet molekul vracejících se zpět do kapaliny. Jakmile nastane dynamická rovnováha, z kapaliny uniká stejný počet molekul, jako se do ní zpět vrací. V každé objemové jednotce je nad kapalinou (při určité teplotě) maximální počet molekul - prostor je párami nasycen. Molekuly páry jsou v chaotickém pohybu podobně jako molekuly plynu. Jejich nárazy na stěny nádoby způsobují vznik tlaku páry. Páry jsou neviditelné, rozpínavé a stlačitelné stejně jako plyny. Přesto se však podstatně liší od plynů, protože pro ně neplatí ani zákon Gay-Lussacův ani zákon Boyle-Mariottův. V tomto příspěvku se chceme blíže zabývat závislostí tlaku sytých par na objemu nádoby a na teplotě a demonstrací parciálního tlaku sytých par.

Pro tyto účely jsme zhotovili jednoduché a finančně nenáročné pomůcky. Jako nádoby využíváme PET láhve různých objemů. Nejprve upravíme uzávěr láhve a to tak, že do něj vyvrtáme díru (o průměru přibližně 10 mm) a do vzniklého otvoru přilepíme plastovou nebo kovovou trubičku. Je výhodou, že většina PET lahví je opatřena zátkou stejného typu a tak lze jeden upravený uzávěr použít pro různé láhve s různými objemy. Na kovovou trubičku v uzávěru poté navlékneme asi 10 cm gumové hadice. Je důležité, aby hadice byla z gumy, protože otvory způsobené vpichem injekční jehly se poté, co ji vytáhneme, „zatáhnou". Skrze redukční spojku, nebo přímo, pak spojíme gumovou hadici s klasickou „akvarijní" hadičkou, kterou připojíme k manometru, viz. obr. Je důležité, aby všechny spoje byly dokonale vzduchotěsné. V opačném případě můžeme použít silikonové tmely, lepidlo, apod. V našem případě nám jako manometr posloužila klasická U-trubice s ocejchovanou stupnicí. Zároveň jsme však využili digitálního manometru připojeného k osobnímu počítači. Ten, s vhodným softwarovým vybavením, přímo vykresluje grafické závislosti. Stejně dobře však lze využít i vybavení ISES, které manometr obsahuje. Posledními pomůckami pak jsou injekční stříkačky s co nejtenčími jehlami a vhodné kapaliny (destilovaná voda, líh, benzin, perchloretylen, atd.).

První demonstrační experiment je zaměřen na závislost tlaku sytých par na objemu prostoru nad kapalinou. Do láhve o objemu 1,5 l vstříkneme injekční stříkačkou, skrze gumovou hadici, 1 cm^3 kapaliny, např. lihu. Po určité době je nádoba nasycena párami s určitým tlakem. Celý postup opakujme s tím rozdílem, že jako nádobu použijeme láhev o objemu 0,5 l. V případě, že teplota byla při obou pokusech stejná, nabude tlak sytých par stejné hodnoty jako v předchozím případě. Celý experiment lze opakovat s různými kapalinami, různými objemy lahví, různým objemem vstříknuté kapaliny a dokazuje neplatnost Boyle-Mariottova zákona pro páry.

Druhý demonstrační experiment ukazuje závislost tlaku sytých par na teplotě. Uspořádání je

podobné předchozímu případu, navíc však potřebujeme nádobu s kapalinou (vodou). Nádoba by měla být opatřena teploměrem a měla by umožňovat plynulé zvyšování teploty. Do láhve injekční stříkačkou vpravíme určitý objem (2-5 cm^3) kapaliny, např. lihu. Po chvíli jsme schopni určit tlak sytých par v láhvi. Nyní celou láhev ponoříme do nádoby s kapalinou o vyšší teplotě a můžeme pozorovat nárůst tlaku sytých par. Tlak sytých par je velmi silně závislý na teplotě a tento pokus je třeba optimalizovat. Ke znatelnému zvýšení tlaku sytých par mnohdy stačí ohřev láhve při jejím držení v ruce. Navíc je třeba při vyšších teplotách počítat s velkými hodnotami tlaků. Proto je tento experiment vhodný spíše jako demonstrační. Pokud bychom jej provedli korektním způsobem, dokazoval by neplatnost Gay-Lussacova zákona.

Třetí experiment dokazuje vlastnost parciálního tlaku par. Je-li v nádobě více kapalin a jejich sytých par (které spolu chemicky nereagují), páry každé kapaliny se chovají tak, jako by celý prostor nádoby vyplňovaly samy. Pro tento experiment potřebujeme několik lahví, např. pro tři různé kapaliny čtyři lahve. Nejprve postupně do jednotlivých lahví vstříkneme injekční stříkačkou jednotlivé kapaliny (např. líh, perchloretylen, voda) a určíme jejich tlaky sytých par. Mnohem efektnější je, když sledujeme jednotlivé průběhy na monitoru počítače. Poté do jedné láhve postupně vstřikujeme všechny uvedené kapaliny (líh, perchloretylen, voda). Na monitoru je možné sledovat průběh tlaku směsi kapalin a výrazné zvýšení tlaku sytých par po přidání nové kapaliny. Při tomto pokusu je třeba používat vždy suché láhve a suché injekční stříkačky. V opačném případě by docházelo k vytvoření slabých roztoků, což by negativně ovlivňovalo průběh pokusu. Všechny uvedené experimenty jsou navrhovány pro výuku fyziky na středních školách. Je vhodnější je volit jako demonstrační k probírané látce, zvláště jsou-li podporovány počítačem. Při všech těchto experimentech je nutno vzít v úvahu silnou závislost tlaku sytých par na teplotě a tuto skutečnost co možná nejvíce eliminovat.

Obr. Uspořádání experimentální sestavy

Souprava obsahuje: (1) trubicový U-manometr, (2) PET láhev s upraveným víčkem, (3) digitální manometr s napěťovým výstupem a multimetr s výstupem pro připojení k PC (může být nahrazeno soupravou ISES), (4) PC zaznamenávající časový průběh tlaku, (5) injekční stříkačka s jehlou.

Literatura:

[1] Kolářová, R. a kol.: Fyzika pro 8. roč. ZŠ. Prométheus, Praha 1994.
[2] Bartuška, K., Svoboda, E.: Molekulová fyzika a termika. Prométheus, Praha 2000.
[3] Svoboda, E.: Přehled středoškolské fyziky. Prométheus, Praha 1998.
[4] Svoboda, E., Bakule, R.: Molekulová fyzika. Academia, Praha 1992.
[5] Hlavička, A., a kol.: Fyzika pro pedagogické fakulty. SPN, Praha 1974.
[6] Horák, Z., Krupka, F.: Fyzika. SNTL, Praha 1976.

Scenarius zajęęć „Lekcija fizyki dla Ikara"

(Przez chwilę w tle muzyka: Jean Michael Jarre, OXYGENE 2)

KRYSTYNA RACZKOWSKA – TOMCZAK
Publiczne Gimnayjum Nr 2, Opole , Polsko

Wstęp nauczyciela:

CO WARTO WIEDZIEĆ NA TEMAT ATMOSFERY ?

Grubość naszej atmosfery określają dwa przeciwstawne czynniki: energia kinetyczna cząsteczek, sprzyjająca rozprzestrzenianiu się gazu oraz grawitacja przyciągająca gaz jak najbliżej Ziemi. Gdyby grawitacja zniknęła, cząsteczki powietrza rozproszyłyby się w przestworzach. Jeśli zaistniałaby sytuacja odwrotna: grawitacja istnieje, ale prędkość cząsteczek jest zbyt mała, by mogły one tworzyć gaz (tak może się zdarzyć na odległych, zimnych planetach, wtedy nasza atmosfera zamieniłaby się w ciecz albo nawet w zestaloną warstwę ciała stałego, pokrywającą ziemię. Nie byłoby czym oddychać; również w tym przypadku nie byłoby w ogóle atmosfery. Dzięki swoistemu kompromisowi między skłonnymi do ucieczki szybkimi cząsteczkami a grawitacją ściągającą je w przeciwną stronę - atmosfera istnieje.

Ciepło docierające ze Słońca sprawia, że cząsteczki powietrza poruszają się z prędkościami rzędu 1600 km/h i wznoszą się na wysokość wielu kilometrów.

Grubość atmosfery nie daje się ściśle określić. W miarę oddalania się od Ziemi powietrze staje się coraz rzadsze. W końcu pojawia się próżnia, a wraz z nią przestrzeń międzyplanetarna. Nawet w tej przestrzeni próżnia nie jest doskonała: na 1 cm^3 przypada średnio jedna cząsteczka. I jest to przeważnie cząsteczka wodoru, pierwiastka najbardziej rozpowszechnionego we wszechświecie.

Około 50% atmosfery zawarte jest w warstwie o grubości 5,6 km,
75% atmosfery znajduje się poniżej wysokości 11 km,
90% - poniżej 18 km, a
99% - poniżej 30 km.
Nam ludziom przyszło żyć na dnie tego powietrznego oceanu.

Bohaterami zajęć są: Ikar, narrator usiłujący przekonać go do poszerzenia wiedzy na temat atmosfery ziemskiej, by mógł zrealizować swoje marzenie o lataniu i wznieść się ponad powierzchnię Ziemi oraz uczniowie ilustrujący omawiane zjawiska przy pomocy doświadczeń.

Ikar: Słuchając muzyki patrzy na ekran, na którym widoczny jest rysunek przedstawiający warstwy atmosfery ziemskiej.

„Ilustrowana encyklopedia dla dzieci" – t. 2, s. 66

lub ogląda fragment filmu z serii „Cudowna planeta", odcinek omawiający atmosferę ziemską.

Ikar:

Jestem zachwycony atmosferą która otacza naszą planetę - Ziemię. To sprawiło, że nie mam już wątpliwości. Dzięki skrzydłom zrealizuję swoje odwieczne marzenie. Wzniosę się ponad jej powierzchnię i poszybuję tam, gdzie wzrok nie sięga.
Marzę o zdobyciu Wszechświata.

Narrator:

Ikarze! Przepraszam, że zakłócę Twój spokój i pewność siebie. Może się przedstawię?
Jestem uczniem Publicznego Gimnazjum Nr 2 w Opolu. Program nauczania na tym poziomie przewiduje wprowadzenie takiego przedmiotu jak fizyka. Jest to dla nas niezupełnie nowa dziedzina, bo do tej pory mieliśmy do czynienia z przyrodą. Wydaje mi się, że dzięki temu nowemu przedmiotowi jestem w stanie zaproponować Ci, wraz ze swoimi koleżankami i kolegami obejrzenie kilku doświadczeń, które pozwolą dokładniej przyjrzeć się atmosferze ziemskiej i jej oddziaływaniu na nasz organizm -zanim sięgniesz dalej.

Tak przyzwyczailiśmy się do niewidocznego powietrza, że czasami zapominamy, iż ono ma ciężar. Przyczyną tego braku odczuwania miażdżącego ciężaru powietrza jest to, że panujące w naszych organizmach ciśnienie ma taką samą wartość jak ciśnienie otaczającego nas powietrza.

Popatrz co stałoby się z nami gdyby nasze ciśnienie wewnętrzne było mniejsze od zewnętrznego.

Doświadczenie 1.

☺ Pustą butelkę z miękkiego plastyku napełniamy do ok. 2-3 cm od dna gorącą wodą i zakręcamy. Następnie schładzamy butelkę pod bieżącą zimną wodą.

Ikar: Jeśli ciśnienie w butelce jest mniejsze od ciśnienia zewnętrznego to butelka zostaje zgniatana.

Narrator: Podobny efekt moglibyśmy zaobserwować gdyby nagle ciśnienie atmosferyczne znacznie wzrosło .

Doświadczenie 2.

☺ Do zakrętki dwulitrowej butelki mocujemy wentyl samochodowy. Do środka butelki wkładamy balonik, który pompujemy tak, by dotykał wewnętrznych ścianek butelki.
Następnie zakręcamy korek butelki i ´za pomocą pompki samochodowej sprężamy w niej powietrze do momentu gdy znajdujący się w niej balonik nie zacznie się w niej przemieszczać.

Ikar: To znaczy, że ciśnienie większe od atmosferycznego nas zgniecie.

Narrator: I nie jest to bez znaczenia dla naszego organizmu. Raptowny wzrost ciśnienia jest odpowiedzialny za uraz uszu i zatok przynosowych.

Chociaż poddawanie człowieka zwiększonemu ciśnieniu znalazło zastosowanie w tzw. terapii hiperbarycznej stosowane jest w takich sytuacjach jak choroba dekompresyjna, zator gazowy i przywracanie krążenia, zatrucie CO_2 oraz przewlekłe zapalenia kości.

Ikar: A co stałoby się gdyby nas organizm znalazł się w obszarze obniżonego ciśnienia?

Narrator: Mogę Ci zademonstrować.

Doświadczenie 3.

☺ Pod kloszem pompy próżniowej umieszczamy ciastko „Ptysia" , lub w naczyniu piankę do golenia. Po wypompowaniu powietrza ptyś i pianka znacznie się powiększają .

Ikar: Co chcesz mi przez to powiedzieć?

Narrator: Obniżenie ciśnienia w otoczeniu człowieka powoduje rozprężenie gazów zawartych w przewodzie pokarmowym, uchu środkowym, , niedokładnie wypełnionych ubytkach zębowych. Na skutek tego występują wzdęcia, kolki jelitowe, bóle ucha oraz zębów. Podczas gwałtownego i dużego spadku ciśnienia, rozprężające się nagle w płucach gazy mogą doprowadzić do uszkodzeń tkanki płucnej.

Są także przyczyną powstawania **zatorów gazowych** w organizmie ludzkim. Przy dostatecznie szybkim i dużym spadku ciśnienia (o ponad 50 %) nadmiar gazów zwłaszcza azotu, uwalnia się w postaci pęcherzyków, które czopują ałe naczynia krwionośne, tworząc zatory gazowe (embole).

Ikar: Czy masz jeszcze dla mnie jakąś niespodziankę ?

Narrator: Tak moje ulubione doświadczenie, obrazujące co stałoby się z nami gdyby przyszło nam przez chwilę pełnić rolę „korka" między ciśnieniem atmosferycznym a niższym od niego.

Doświadczenie 4.

☺ Z jajkiem wciąganym do butelki
(Nasączony denaturatem papier wrzuca do butelki i zapala.
Następnie zatyka butelkę ugotowanym na twardo, obranym jajkiem).
Jajko gwałtownie zostaje wciągane do butelki.

Ikar: To znaczy, że ciśnienie atmosferyczne wtłoczyłoby mnie do środka!

Narrator: Pokaże Ci jeszcze coś ciekawego.

Doświadczenie 5.

☺ Pod kloszem pompy próżniowej umieszczamy naczynie z wodą o temperaturze 70 §C.
Po wypompowaniu powietrza woda wrze pod obniżonym ciśnieniem.

Narrator:

Drugim niebezpieczeństwem jest **zjawisko wrzenia** płynów ustrojowych , które może zagrażać w lotach stratosferycznych. Wszelkie płyny ulegają wrzeniu, gdy prężność ich pary jest wyższa od ciśnienia otaczającego. Na wysokości 19,2 km panujące ciśnienie jest tak niskie, że temperatura wrzenia wody jest równa 37 § C, co odpowiada temperaturze ciała ludzkiego. Można więc założyć, że wzniesieniu się człowieka na taką wysokość grozi wrzenie płynów ustrojowych. Występowanie tego zjawiska stwierdzono u zwierząt doświadczalnych w komorach ciśnieniowych. Ochrona pilotów i kosmonautów przed tym zjawiskiem polega na wyposażeniu ich w odpowiednie ubiory kompresyjne.

Ikar: A co się dzieje jeśli zaczniemy powietrze ogrzewać?

Narrator: Zobacz.

Doświadczenie 6.

☺ Zapalamy świeczki, które są elementem
świątecznych zabawek: karuzeli lub wiatraczka.

Ikar: Ogrzane powietrze ma mniejszą gęstość i unosi się do góry.

Narrator: To zjawisko nazywamy **konwekcją.** Możemy to wykorzystać do czegoś, co Ci się spodoba!

Doświadczenie 7.

☺ Ogrzewamy za pomocą suszarki do włosów powietrze
w balonie wykonanym dużego worka na śmieci.
Balon zaczyna unosić się do góry

Narrator:

Zastanów się czy nie zrezygnować ze skrzydeł? Może rozważysz możliwość lotu balonem? Gęstość powietrza ma istotne znaczenie w komunikacji lotniczej. Jest ona wprost proporcjonalna do jego ciśnienia, a zatem odwrotnie proporcjonalna do jego temperatury. W obszarach o klimacie gorącym oraz na wysoko położonych pasach startowych notuje się wyraźnie mniejszą gęstość powietrza. Samoloty wymagają wtedy długich pasów startowych lub nie mogą być w pełni załadowane.

Ikar: Tyle czasu, pracy i serca włożyłem w wykonanie moich skrzydeł... Może jednak warto skorzystać z Twojej sugestii?

Narrator: Jeśli jeszcze masz jakiekolwiek wątpliwości to popatrz na ostatnią serię doświadczeń. Spójrz jak zachowuje się powietrze w ruchu?

Doświadczenie 8.

☺ W strudze powietrza wydmuchiwanej z odkurzacza utrzymywana jest nadmuchana plażowa piłeczka .

Doświadczenie 9.

☺ Specjalna pomoc do demonstrowania wpływu kształtu skrzydeł na wielkość siły nośnej.

Narrator: Żeby Cię nie zamęczyć to powiem najkrócej jak umiem. **Gdy prędkość gazu rośnie, jego wewnętrzne ciśnienie maleje.** Odkrył to prawo Daniel Bernoulli. Musisz je także uwzględnić. (Puszcza fragment filmu wyjaśniającego to zjawisko ok. 4 min)

Doświadczenie 10.

☺ Przez rurę z odkurzacza zakończoną płaską ssawką i znajdującą się nad wylotem pionowej rury, zanurzonej w preparowanym ryżu, (umieszczonym w przezroczystym, plastykowym wiaderku) wdmuchujemy powietrze. Sąsiadujące końce: ssawki i rury pionowej, ustawione tak jak przedstawia to rysunek.
Ziarna ryżu zostają wysysane z naczynia i rozrzucane.

Narrator: Podobny los jak ziaren ryżu spotkałby nas gdyby z jakiegoś powodu w lecącym samolocie zostały otwarte drzwi.

Narrator: Myślę Ikarze, że zwróciliśmy Ci uwagę na niektóre zagadnienia, związane z ciśnieniem atmosferycznym, które poznaliśmy na naszych zajęciach z fizyki.
Do Ciebie należy wybór czy użyjesz swoich pięknych skrzydeł, balonu, szybowca, samolotu, statku kosmicznego, czy najpierw przez wiele lat będziesz poszerzać swoją wiedzę na uniwersytetach, by konstruować coś nowego, co pozwoli Ci zostać panem Wszechświata.

Kończy się krótkim fragmentem muzyki Jarre'a lub z filmu „Gwiezdne wojny"

„Lekcja fizyki dla Ikara" została wybrana na lekcję miesiąca kwietnia 2002 , w konkursie dla nauczycieli ogłoszonym przez miesięcznik „Młody Technik".

Bibliografia;

1. *F. Jaroszyk; Biofizyka, Podręcznik dla studentów, Wydawnictwa Lekarskie, Warszawa 2001*
2. *P. Hewitt; Fizyka wokół nas, Wydawnictwa Naukowe, Warszawa 2000*
3. *G. Roth; pogoda i klimat, Świat Książki, Warszawa 2000*
   D. Tokar, B. Pędzisz, B. Tokar; Doświadczenia z fizyki dla szkoły podstawowej, z wykorzystaniem przedmiotów codziennego użytku, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1990

Relacje między sztuką a dziedzinami nauki

KRZYSZTOF KOWALSKI
Publiczne Gimnazjum Nr 2 w Opolu,POLSKA

Co było pierwsze sztuka czy nauka? Rozumienie zjawisk i praw fizycznych stymulowało rozwój kultury, sztuki, czy też kształtowanie się sfery doznań i potrzeb estetycznych ich rafinowanie i abstrahowanie prowokowało nowe poszukiwania w otaczającym, materialnym świecie?

Można by rzec, problem pozorny, jak ten czy jajo było pierwsze czy kura?

Z jednej strony staną ci, którzy głoszą prymat dziedzin sztuki, a wszystkie inne traktują jako składowe, podzbiory warunkujące rzecz jasna postęp, jednak nie niezbędne dla ich istnienia. Z drugiej strony wychylać się będą przekonani o zasadności i stanie gruntem ich domen, na których oparty jest całej reszty skarb wiedzy ludzkiej .

Już na samym początku, by nie błądzić po meandrach prowokowanej dyskusji, by nie spekulować, poddawać w wątpliwość, stać się stronniczym lub zmieniać obozy, proponuję przyjąć zasadę „złotego środka", kompromisowości, pozycję neutralną dającą szansę na większy obiektywizm.

Sokratesowskie „wiem, że nic nie wiem", pełne pokory wobec obszaru naszej niewiedzy, postawą tu najbardziej mi odpowiadającą, pozwalającą skupić się na obserwacji powiązań, zależności, by nie rzec symbiozy. Zdaje mi się to rozsądniejsze niż toczyć polemiki nie pozbawione smaku, jednak nie dające ostatecznej odpowiedzi.

A z tej pozycji, obserwatora, emocje kierującego ku radości odkrywania, wiele pożytków można wynieść.

Język sztuki, poszukiwania w jej obszarze, dążą do określenia tego co niezdefiniowane, zostawienie śladu tego co zaledwie przeczuwa się niejasnym zmysłem, a poszukujący czerpią też z dokonań naukowców. Ci znów, pochłonięci zagadką wiązań materialnych bywa, poszukują idei z fantazji tych pierwszych, rozwiązują problemy zrodzone w umysłach artystów, rozwijają je i nadają nową egzystencję.

Raz jedni wytyczają kierunki, oświetlając ciemny szlak, a drudzy podążają nim naznaczając swą obecność. Raz drudzy budują mosty pozwalające przenieść ducha poznania w nowe światy i podniecając nowe pokolenia do pracy w odkrytych krainach.

Jedni stymulują drugich, budzą nadzieję na znalezienie Edenu, Eliksiru, Nowej Ziemi. W tych splotach, współ-zależnościach budują się struktury społeczne. Rozrasta się, komplikuje organizm współczesnej cywilizacji. Odradza się on i szuka nowej, właściwej do warunków, formy egzystencji.

Bywa i bywało już w starożytności, że w jednej osobie skupiają się zamiłowania do nauk ścisłych i humanistycznych, że fizyk, filozof i artysta w jednej zamknięci postaci, że projektuje ona fortyfikacje, poszukuje kamienia filozoficznego, leczy, bada nieboskłon i wnętrze człowieka, jednocześnie wyraża niewysłowione: wierszem, obrazem, rzeźbą, budowlą . Marzy o lataniu, podróży na księżyc, przygodach w czeluściach oceanu (a w jej czasach, to tylko przeczucie przyszłych możliwości), marzy o poszerzaniu granic zmysłowych i poza zmysłowych, gdy tamte nie zaspokoją jej pragnień.

Niedosyt i ciekawość prowadzą ją na powrozie. Prawdy głodna, sensu bytu swego gotowa szukać choćby w imaginowanych, na dziś, „ oczach" kosmitów.

Raz tego sensu pewna, z tego stopnia skacze jeszcze głębiej w chaos pierwotny szukając gruntu mocniejszego. Gdy go znajdzie śnić zaczyna o kolejnym dnie. Bo, gdy jest światło musi być i ciemność. Świadomość dwubiegunowości determinuje poszukiwania wielobiegunowości. Tejże odkrycie prowadzi do uzasadniania bez biegunowości.

Można by całą ludzkość zamknąć do obrazu tego jednego osobnika w którym każdy z nas to zaledwie jedna cząsteczka, a i tak obraz jest uproszczony, niezadowalający.

Skąd ,dokąd i po co? Aktualne, jak najbardziej. Ogromna wola przetrwania, pasja życia, miłość samego siebie, wiara w siły , bogów, misje nie od dziś inspirują fizyków, naukowców. Marzą o podboju układu słonecznego (co najmniej), do zajrzenia w elementarniejsze struktury atomu, żonglowaniu genami by ułożyć świat według znalezionych idei.

Jaka tu rola artysty? Niejasna, ale pewna. Precyzuje się ona na nowo w każdej kolejnej generacji. Jego zdaje się prowadzić intuicja, widzenie, zdolność syntezy zjawisk dla innych bez związku. W nim żyją i artykułują się atawizmy, odgrywające zasadniczą rolę w poszukiwaniu wizerunku nas samych we wszechświecie. On (nieraz wbrew pozorom) mocno stoi na nogach, pewny w świecie konkretów, przyjmuje to co inni odrzucili, zdolny jednocześnie odlecieć w wymiary w których nieznane nam jeszcze „mechanizmy poruszania się".

Bywa tak nowatorski w swych pracach, że jemu współcześni niszczą go lub nie zauważają. Nowe pokolenia czerpią jednak z prekursorskich osiągnięć i rozpędu nabiera ich świat.

Czyż tak nie jest też w świecie nauki ?

Sztukę i naukę XX wieku reprezentują szeregi indywidualności, które umiały zachować postawę otwartą na nowe, unikały szufladkowania, schematyzmu. Starały się przyjmować postawę estetyczną i kreować nowe jakości. Pracowały w wielu dziedzinach jednocześnie. Dorobek naukowy stawiając obok artystycznego. Istniały zatem warunki , aby takie osobowości ukształtowały się i znalazły miejsce samorealizacji, mimo odium tragizmu minionego stulecia.

Każda społeczność swoje szanse rozwojowe uzależnia od zaistnienia wybitnych jednostek, nie tylko ze świata polityki. Akademie artystyczne, uniwersytety, wyższe szkoły wszelakiego typu funkcjonują w krajach, gdzie nacisk kładzie się na stworzenie systemów edukacyjnych pozwalających wyselekcjonować najzdolniejszych, przeciętnym zapewnić dobrą edukację. Stwarza się im warunki optymalnego rozwoju. Robi się to z mniejszym lub większym powodzeniem, popełnia błędy, wprowadza manipulację, grę różnych interesów.

Jednak, uogólniając, sukces tych zabiegów jest wymierny, a główna idea: pełnego

i wszechstronnego przygotowania do oddania cennych usług społeczeństwu, przyświeca jako wartość.

Te jednostki, które wymykają się stworzonym schematom, omijają je, negują fascynują nas. Chętnie śledzimy ich życiorysy. Niechętnie naśladujemy. Kwestionują samą drogą życiową wyłączność uznanych instytucji i prezentują osiągnięcia niezmiernej wagi. Przedzierają się nowymi szlakami w miejscach, gdzie dla większości szeroki gościniec. Wycinają swój własny niepowtarzalny szlak parci potrzebą rozumienia, zaistnienia, innymi.

Są, tak czy inaczej, uwikłani w relacje społeczne. Spotkać na ich drodze drogowskaz, kamienne tablice, autorytet trzeba mieć szczęście. I bez wiary w to szczęście większość nie ruszyła by z miejsca. Tę wiarę czerpią z wewnętrznych nakazów, z doświadczenia innych,

którzy trudem, własnym potem, krwią i bólem zostawiali w historii kultury kamienie milowe swych dokonań. Układają się one, w perspektywie tysiącleci, w wyraźną drogę (raczej ścieżkę bo podąża nią niewielu). Następny słup milowy stawiają z siebie, będąc w samych sobie poligonem, laboratorium, przestrzenią na trudne eksperymenty. Są nadzieją następnym, którzy nonkonformiści, z anarchii usiłują wyłuskać nowy porządek, anty-idealiści jednak z czasem krystalizujący nowe światopoglądy, horyzonty i cele. Stają się potem rozdziałem w podręcznikach, ikoną, legendą.

Każda epoka szuka nowych bohaterów. Oni, to wzorce, to dowody na wartość naszego gatunku. To pewność, że zasługujemy na miłość Boga, mądry prymat w naturze, na przywilej ingerencji we wszystko czego się dotkniemy.

Świat nauki i świat sztuki to jeden brylant, w którego odbiciach przeglądamy się w zależności od kąta ustawienia i obrotu jego płaszczyzn. Cieszymy się jego urodą i wieloaspektowością.

Z pewnością intryguje poznawanie struktury tego kamienia, bo wiedza o nim służy bieżącej potrzebie, jaką młodych pokoleń chowanie. W tempie dnia dzisiejszego potrzeba ta pilną jest.

Szybkość zmian cywilizacyjnych stawia autorytet, odpowiedzialnych za młodych chowanie, przed szczególnymi wyzwaniami. Zadania jakie mają wypełniać wyrafinowaną, subtelną i trudną pracą.

Jaką rolę ma do spełnienia przewodnik, nauczyciel, opiekun „trzymający" w swych rękach diament młodości? Pytanie właściwie nie wymaga odpowiedzi wobec powyższych treści.

Ale jak to robić? Jakimi metodami w określonych warunkach rozwoju państwa, społeczeństwa. Absorbuje nas to i wciąga w pracownię procesów dydaktycznych, w budowanie programów reform, w działania w centrum zdarzeń, pośród dojrzewających pokoleń. Jedno wynika ze współczesnych doświadczeń pedagogiki, na każdym szczeblu edukacji. By cieszyć się mądrością tych co przyjdą po nas musimy zadbać o ich wrażliwość estetyczną. By ona się rozwijała musi znaleźć bazę we współczesnej myśli naukowej. Otępiałe zmysły, zagłuszone czucie np. tzw. wąską specjalizacją, dają nam jednostki cierpiące, okaleczone, których skowyt słychać w betonowej pustce, zagłuszany muzyką maszyn „techno", „haus".
Czy można śpieszyć im z pomocą? Czy też zostawić elicie przywilej pełnego kształcenia? Cały świat obserwuje na monitorach z zaparciem ofiarność ratowników choć szans na uratowanie ofiar już nie ma, podziwia ofiarodawców choć ofiara często marnotrawiona, oklaskuje strażaka ściągającego kotka z drzewa. Pełnia człowieczeństwa, jak ciągle trzeba na nowo definiować to pojęcie. Jak często stroimy się w jej piórka, wznosimy życzenia pod jej obrazem.

Co było pierwsze nauka czy sztuka? Nieważne. Ważne, aby dziś była sztuka i była nauka w nierozerwalnym układzie, w systemie współ-działań, organami jednego organizmu. Aby każdy mógł czerpać z ich dorobku. Dziejowe procesy pozwalają patrzeć z pewnym optymizmem w przyszłość. Szkoda tylko, że odejdziemy z nich zanim się zacznie finał.

Ale nie spotka nas nic lepszego niż spotkało naszych bohaterów.

Seznam účastníků Veletrhu nápadů učitelů fyziky 7

Ing. Eva	Abertová	ZŠ	Moskevská 2929	272 04	Kladno	5zskl@cmail.cz
Šárka	Adamcová	Gymnázium	Chvalšinská 112	381 01	Český Krumlov	
Doc. RNDr. Ivan	Baník, CSc.	SF STU	Radlinskeho 11	813 68	Bratislava, SR	banik@svf.stuba.sk
RNDr. Věra	Bdinková	Junior DDM	Dornych 2	656 20	Brno	vera@junior.cz
Jana	Bednářová	Gymnázium	Komen. nám.1/1280	251 01	Říčany u Prahy	
Mgr. Markéta	Benešová	Gymnázium	Vejrostova 2	635 00	Brno	Marketa.benesova@gyby.cz
Mgr. Iva	Bímová	Gymnázium	Palackého 191/1	293 01	Mladá Boleslav	sekretariat@g8mb.cz
Mgr. Josef	Bolek	ZŠ	Komenskeho 420	252 10	Mnisek pod Brdy	josef.bolek@seznam.cz
Mgr. Miroslav	Buchar	Gymnázium	Sokolovská 328	460 14	Liberec 14	miroslav.buchar@post.cz
Mgr. Oldřich	Burda	ZŠ	Jungmanova 660	413 01	Roudnice n.L.	oldrichb@post.cz
Mgr. Miroslav	Burda	SPŠS a VOŠ	Sokolská 1	602 00	Brno	miroslav.burda@centrum.cz
RNDr. Miluše	Ciburová	Gymnázium	Špitálská 2	190 00	Praha 9	miluse.ciburova@gymspit.cz
RNDr. Ludmila	Ciglerová	Gymnázium	Voděradská 2	100 00	Praha 10	lcigler@seznam.cz
Ing Mirjam	Civínová	Gymnázium	Mostecká 3000	430 01	Chomutov	
RNDr. Miroslava	Černá	ZŠ	Jungmannova 655	784 01	Litovel	cerna@raz-dva.cz
Mgr. Marta	Červinková	ZŠ	Komenského 305	273 71	Zlonice	glum@cbox.cz
RNDr. Jaroslav	Čížek	Gymnázium	Koryč. Paseky 1725	756 61	Rožnov p/R	jcizek@grpr.inext.cz
Doc. Veselina	Dimitrova	Sof. University	bul. J. Boutchev No 5	1164	Sofie – 64, BR	veselina99@yahoo.co.uk
Jan	Dirlbeck	ZŠ	Česká 39 / 1	351 01	Františkovy Lázně	J.Dirlbeck@quick.cz
RNDr. Jiří	Dolejší, CSc.	MFF UK	V Holešovičkách 2	180 00	Praha 8	jiri.dolejsi@mff.cuni.cz
Mgr. Jitka	Drábková	Gym. a SG	Dr.Randy 13	466 01	Jablonec n.N.	jitka.drabkova@quick.cz
Mgr. Jan	Dresler	ZŠ	Benešova 585	674 01	Třebíč	zstrbe@nextra.cz
RNDr. Zdeněk	Drozd, PhD.	MFF UK	Ke Karlovu 3	121 16	Praha 2	zdenek.drozd@mff.cuni.cz
Mgr. Alena	Dudychová	Gymnázium.	Korunní 2	120 00	Praha 2	
Mgr. Karel	Dvořák	ZŠ	Národ. mučedníků 185	339 01	Klatovy 4	dvorak@maszskt.investtel.cz
Doc. RNDr. Leoš	Dvořák, CSc.	MFF UK	Ke Karlovu 3	121 16	Praha 2	leos.dvorak@mff.cuni.cz
Mgr. Zdeňka	Dvořáková	ZŠ		341 73	Nalžovské hory	
Dr. Stefania	Elbanovská	U Warsz.	ul.Smyczkowa 5/7	02- 671	Warszawa, PL	stelba@wp.pl
Mgr. Jitka	Farská	ZŠ	5. května 233	403 32	Povrly	jitka_farska@volny.cz
Mgr. Kamila	Goldová	MFF UK	Ke Karlovu 3	121 16	Praha 2	kgoldova@centrum.cz
RNDr. Stanislav	Gottwald	Gymnázium	Špitálská 2	190 00	Praha 9	stanislav.gottwald@gymspit.cz
Mgr. Jarmila	Grůšová	SOŠ a SOU	Vratimovská 681	707 00	Ostrava - Kunčice	cop_rap@ova.comp.cz
Mgr. Robert	Hager	Gym. a SOŠ	Havlíčkova 812	542 32	Úpice	robert.hager@gymsos-upice.cz

Mgr. Eva	Hejnová	UJEP- PedF	České mládeže 8	400 96	Ústí nad Labem	hejnova@pf.ujep.cz
Miluše	Hemzálková	SOPMA	Ortenovo n. 34	170 00	Praha 7	
Mgr. Pavel	Hercog	Gymnázium	Studentská 166	290 01	Poděbrady	hercog@gjp.cz
Jan	Hladík	Un. HK	Víta Nejedlého 573	504 01	Hradec Králové	jan.hladik@uhk.cz
RNDr. Renata	Holubová, CSc.	PřF UP	Tř.Svobody 26	771 46	Olomouc	holub@risc.upol.cz
Josef	Horálek	PdF UHK-stud.	Nám. Svobody 301	501 91	Hradec Králové	horalek.josef@centrum.cz
RNDr. Daniela	Horváthová	KF FPV UKF	Tr. A. Hlinku 1	974 11	Nitra, SR	dhorvathova@ukf.sk
RNDr. Jan	Hotmar, CSc.	PIERRON	Kroftova 1	150 00	Praha 5	pierron@pierron.cz
RNDr. Jitka	Houfková	MFF UK	Ke Karlovu 3	121 16	Praha 2	houfkova@mbox.troja.mff.cuni.cz
Doc. RNDr. Josef	Hubeňák, CSc.	Univ. HK	Víta Nejedlého 573	500 03	Hradec Králové	josef.hubenak@uhk.cz
Mgr. Martin	Charvát	ZŠ	Pražská 28	281 04	Plaňany	makuk@volny.cz
Mgr. Martin	Chvál	MFF UK	Ke Karlovu 3	121 16	Praha 2	martin.chval@mff.cuni.cz
RNDr. Miroslava	Janderková	SPŠS a VOŠ	Sokolská 1	602 00	Brno	miroslava.janderkova@spssbrno.cz
Mgr. Martin	Jasanský	SOŠ a SOUT	Skalka 1692	560 02	Česká Třebová	jasansky@isstct.cz
RNDr. Vlastimil	Ježek	Gymnázium	Komenského nám.4	669 75	Znojmo	jezek@gymzn.cz
Mgr. Miroslav	Jílek	MFF UK	Ke Karlovu 3	121 16	Praha 2	miroslav.jilek@email.cz
Mgr. Zdena	Kaslová	OA	Polská 1543	708 00	Ostrava-Poruba	zdena.kaslova@email.cz
RNDr. Dagmar	Kaštilová	Gymnázium	Komenského 29	750 00	Přerov	Kastilova@gjs.cz
Mgr. Jaromír	Kekule	MFF UK	V Holešovičkách 2	180 00	Praha 8	Jaromir.Kekule@matfyz.cz
Mgr. Jana	Kekulová	ZŠ	Mozartova 24 - Mšeno	466 04	Jablonec nad Nisou	zs.mozartova@telecom.cz
RNDr. Alois	Kleveta	ALKA	Masarykovo nám. 43	682 01	Vyškov	alois@kleveta.cz
Mgr. Běla	Kliková	ZŠ	Husovo nám. 3	269 01	Rakovník	leos.klik@tiscali.cz
Doc. RNDr. Zdeněk	Kluiber, CSc.	Gymnázium	Zborovská 45	150 00	Praha 5	zdenek.kluiber@email.cz
Mgr. Libor	Kmenta	SPŠ	28.října 1598	738 02	Frýdek-Místek	kmental@spsfm.cz
Mgr. Alexandra	Kodenková	Gymnázium	Komenského 2	736 01	Havířov-Město	kodenkova@gkh.cz
Doc. RNDr. Růžena	Kolářová, CSc.	MFF UK	Ke Karlovu 3	121 16	Praha 2	ruzena.kolarova@mff.cuni.cz
RNDr. Pavel	Konečný, CSc.	PřF MU	Kotlářská 2	602 00	Brno	pavelk@physics.muni.cz
Mgr. Luboš	Kovář	Gymnázium	Studentská 166/II	290 01	Poděbrady	kovar@gjp.cz
Mgr. Krzystof	Kowalski	Gimnazjum	uL. Reymonta 43	45-072	Opole, PL	kroch@poczta.onet.pl
Mgr. Jiří	Králík	PedF UJEP	České mládeže 8	400 96	Ústí n. L.	kralik@pf.ujep.cz
Mgr. Hana	Krátká	ZŠ	Amálská 2511	272 01	Kladno	
Mgr. Miloslava	Kuncová	Gymnázium	Dukelské nám. 7	693 01	Hustopeče	mkuncova@seznam.cz
Jarmila	Lázničková	Gymnázium	Uhlířská 15	792 01	Bruntál	j.laz@atlas.cz
Mgr. Karel	Lefner	ZŠ	Komen. nám. 495	684 01	Slavkov u Brna	
Mgr. Libor	Lepík	Gym. a SOŠ	T.G.M.451	738 01	Frýdek-Místek	lepiklibor@applet.cz

RNDr. František	Lustig, CSc.	MFF UK	Ke Karlovu 3	121 16	Praha 2	frantisek.lustig@mff.cuni.cz
Doc. Ing. Vladimír	Lysenko, CSc.	OU	ul. 30. dubna 22	701 03	Ostrava	vladimir.lysenko@osu.cz
Dr. Patrick	Lyne, BSc. HDE	St Mary's Secondary School, Macroom			Co. Cork, IR	plyne@gofree.indigo.ie
RNDr. Věra	Machová	Gymnázium	Velehradská třída 218	686 17	Uherské Hradiště	machova@guh.cz
RNDr. Dana	Mandíková, CSc.	MFF UK	Ke Karlovu 3	121 16	Praha 2	dana.mandikova@mff.cuni.cz
Mrs. Anna	Marcinowska	Gymnázium	ul. Nieszawska 21	610 22	Poznaň	margap@poczta.onet.pl
Mgr. Andrea	Marenčáková	FMFI UK	Mlynská Dolina	842 48	Bratislava 4, SR	marencakova@fmph.uniba.sk
Ing. Zdeněk	Micka	Ariane Schola	Papírenská 114 / 5	160 00	Praha 6	posta@ariane-schola.cz
Ing. Eva	Míkovcová	ZŠ	Hauptova 591	156 00	Praha - Zbraslav	eva_mikovcova@centrum.cz
RNDr. Hana	Mísařová	ZŠ	E. Rošického 2	586 04	Jihlava	misarova@zsrosi.ji.cz
Mgr. Naděžda	Míšková	Gymnázium	Nám. E. Beneše 1573	273 07	Kladno	
Mgr. Eva	Mojžišová	Gymnázium	Čs. dobrovolců 11	415 01	Teplice	
Mgr. Ladislava	Mollinariová	Gymnázium	Studentská 166	290 01	Poděbrady	mollinar@gjp.cz
RNDr. Eva	Nečasová	GymnáziumJN	Hellichova 3	110 00	Praha 1	
Hana	Nemcova	FMFI UK	Mlynská Dolina	842 48	Bratislava 4, SR	nemcova@post.sk
Mgr. Petra	Nesrstová	Gymnázium	Velehradská třída 218	686 17	Uherské Hradiště	petrzelkova@guh.cz
Mgr. Marcela	Nevedelova	SF STU	Radlinskeho 11	813 68	Bratislava, SR	macka@fyzika.svf.stuba.sk
RNDr. Helena	Nováková	Gymnázium	Rakovského 3136 / II.	143 00	Praha 4	helnov@quick.cz
RNDr. Jan	Novotný-Kuzma	GymnáziumJN	Hellichova 3	118 01	Praha 1	kuzmajan@seznam.cz
Dr. Paul	Nugent, BSc. HDE	St Dominic's High School, Santa Sabina			Sutton, Dublin, IR	paulnugent@eircom.net
Mgr. Stanislav	Ohera	Gymnázium	Velehradská třída 218	686 17	Uherské Hradiště	petrzelkova@guh.cz
RNDr. Ľudmila	Onderová, Ph. D.	PF UPJŠ	Park Angelinum č.9	041 54	Košice, SR	onderova@kosice.upjs.sk
Mgr. Miroslav	Ondrák	ZŠ	Benešova 585	674 01	Třebíč	zstrbe@nextra.cz
Mgr. Milena	Osobová	Prometheus	Čestmírova 10	140 00	Praha 4	osobova@prometheus-nakl.cz
Jaroslava	Pachlová	ZŠ	Stráž u Tachova č. 21	348 05		j.pachlova@seznam.cz
Mgr. Jitka	Pálková	SPŠSt	Václavské nám. 44	674 01	Třebíč	info@spsstrebic.cz
Břetislav	Patč	ZŠ	Palachova 337	250 01	Brandýs n. L.	
Mgr. Zdeňka	Pinkavová	MFF UK	Ke Karlovu 3	121 16	Praha 2	zdenkapink@seznam.cz
Mgr. Václav	Piskač	Gymnázium	tř.Kpt.Jaroše 14	658 70	Brno	piskac@jaroska.cz
RNDr. Luboš	Poláček	PřF MU	Kotlářská 2	611 37	Brno	lupo@physics.muni.cz
Mgr. Zdeněk	Polák	Gymnázium	Řezníčkova 451	547 44	Náchod	polak@gymnachod.cz
Mr. Witold	Polesiuk	Liceum	Walbrzych		Walbrzych, PL	witekpolesiuk@poczta.onet.pl
RNDr. Erika	Prausová	SPŠSt	Betlémská 4	110 00	Praha 1	p.praus@volny.cz
Mgr. Jindřich	Pulíček	Gym. a SG	Dr. Randy 13	466 01	Jablonec nad Nisou	pulicek@sportgym.jn.cz
Mgr. Krystyna	Raczkowska-Tomczak	Gymnázium	ul. Reymonta 43	45-072	Opole, PL	ktomczak@poczta.onet.pl

Doc. RNDr. Mária	Rakovská, CSc.	FPV UKF	Tr. A. Hlinku 1	974 11	Nitra, SR	mrakovska@ukf.sk
Doc.RNDr.Ing. Karel	Rauner	ZČU	Klatovská 51	306 19	Plzeň	rauner@kof.zcu.cz
Mgr. Jaroslav	Reichl	SPŠST	ul. Panská	110 00	Praha 1	reichl@panska.cz
Mgr. Leszek	Richter	ZŠ	Havlíčkova 13	737 01	Český Těšín	leszek.richter@zspol-cestesin.cz
Doc. RNDr. Milan	Rojko, CSc.	MFF UK	Ke Karlovu 3	121 16	Praha 2	milan.rojko@mff.cuni.cz
Mgr. Jaroslava	Ronischová	ZŠ	ZŠ Mozartova 24	466 04	Jablonec nad Nisou	zs.mozartova@telecom.cz
Doc. RNDr. Miloš	Rotter, CSc.	MFF UK	V Holešovičkách 2	180 00	Praha 8	milos.rotter@mff.cuni.cz
Mgr. Maria	Rut-Marcinowska	Z.S. Zaw.	Nieszawska 21	61-022	Poznań, PL	majarut@poczta.onet.pl
RNDr. Božena	Rytířová	Gymnázium	Komenského 169	688 01	Uherský Brod	rytirova@jakub.hiedu.cz
Mgr. Karla	Sendlerová	ZŠ	T. G. Masaryka 454	738 01	Frýdek - Místek	kaja.sendlerova@seznam.cz
PhDr. Dagmar	Simunová	FMFI UK	FMFI UK, Ml. Dolina	842 84	Bratislava 4	simunova@fmph.uniba.sk
Mgr. Květoslava	Siváková	SOŠ a SOU	Vratimovská 681	707 00	Ostrava - Kunčice	cop_rap@ova.comp.cz
Mgr. Lenka	Slabá	SPŠ	Resslova 2	372 11	České Budějovice	slaba@spsstavcb.cz
Mgr. Iveta	Snováková	Gymnázium	S. Čecha 683	752 01	Kojetín	ivetasnovakova@email.cz
Dr. Magdalena	Stazsel	ZDF	ul. Hoza 69	00-681	Warszawa, PL	staszel@fuw.edu.pl
Mgr. Jiří	Studnička	Gymnázium	Podebradova 661	440 01	Louny	j.studnicka@glouny.cz
Prof. RNDr. Emanuel	Svoboda, CSc.	MFF UK	Ke Karlovu 3	121 16	Praha 2	emanuel.svoboda@mff.cuni.cz
Doc. RNDr. Miroslav	Svoboda, CSc.	MFF UK	Ke Karlovu 3	121 16	Praha 2	miroslav.svoboda@mff.cuni.cz
Mgr. Marie	Svobodová	ZŠ	J. Hory 1050	589 01	Třešť	Mariesvob.@.seznam.cz
Dr. Elizabeth	Swinbank	Sci.Curr.Centre Univ. of York, Heslington, YO10 5DD York, UK				es14@york.ac.uk
Mgr. Vladimíra	Šilhánková	Prometheus	Čestmírova 10	140 00	Praha 4	silhankova@prometheus-nakl.cz
Mgr. Zuzana	Škrabálková	ZŠ	ZŠ Mozartova 24	466 04	Jablonec nad Nisou	zs.mozartova@telecom.cz
Ondřej	Šotek	MFF UK	Ke Karlovu 3	121 16	Praha 2	ondra@sotek.net
Mgr. Tomáš	Špaček	ZŠ	Vinařská 29	691 72	Klobouky u Brna	spacek.wo@worldonline.cz
RNDr. František	Špulák	PF JU	Jeronýmova 10	379 01	České Budějovice	spul@pf.jcu.cz
Miroslav	Štros	ZŠ	Jungmannova 660	413 01	Roudnice n.L.	
PaedDr. Helena	Švecová, CSc.	MFF UK	Ke Karlovu 3	121 16	Praha 2	helena.svecova@mff.cuni.cz
RNDr. Jiří	Tesař	PF JU	Jeronýmova 10	379 01	České Budějovice	
RNDr. Jitka	Tesařová	Gymnázium	Palackého 1	680 01	Boskovice	jitka.tesarova@seznam.cz
RNDr. Jan	Thomas	PČRGym.	Národní 25	360 20	Karlovy Vary	thomas@gymkvary.cz
Mgr. Martin	Tobiáš	SPŠ	28. října 1598	738 02	Frýdek-Místek	tobiasm@spsfm.cz
Doc. RNDr. Josef	Trna, CSc.	PF MU	Poříčí 7	679 71	Brno	trna@ped.muni.cz
RNDr. Aleš	Trojánek	Gymnázium	Sokolovská 27	594 01	Velké Meziříčí	trojanek@gvm.cz
Mgr Andrzej	Trzebiuniak	Inst. Fiz.	Ul. Oleska 48.	45-052	Opole, PL	trzeba@uni.opole.pl
Mgr. Michaela	Urbanová	MFF UK	Ke Karlovu 3	121 16	Praha 2	urbanova@ipnp.troja.mff.cuni.cz
RNDr. Zdeněk	Vácha	Gymnázium	Čs. dobrovolců 11	415 01	Teplice	vacha@gymtce.cz

Mgr. Michal	Vavroš	Gymnázium	Čs. exilu 669	708 41	Ostrava - Poruba	michal.vavros@osu.cz
Jana	Vejpustková	Gymnázium	Čs. exilu 669	708 41	Ostrava - Poruba	vejpustkova@centrum.cz
Marek	Veselý	ZŠ	Tyršova 77	273 43	Buštěhrad	vesely.marek@seznam.cz
RNDr. Vladimír	Vícha	Gymnázium	Dašická 1083	530 03	Pardubice	vlada.vicha@seznam.cz
Jiří	Vinter	Gymnázium	Nám. 25.března 100	196 00	Čakovice	jiri.vinter@post.cz
Mgr. Jana	Vlková	Gymnázium	Tomkova 45	772 00	Olomouc	vlkova@gytool.cz
RNDr. Dana	Vodáková	SPŠT a SOUT	Manž.Curieových 734	674 01	Třebíč	
Mgr. Petr	Vojtek	SOŠ a SOU	Opavská 1119	708 00	Ostrava - Poruba	telekom.skola@worldonline.cz
Jaroslava	Vondráčková	ZŠ	Fučíkova 430	463 61	Raspenava	fvondr@volny.cz
Václav	Votruba	ZŠ	ZŠ Palmovka 468	180 00	Praha 8	v.votruba@volny.cz
Doc. RNDr. Ľubomír	Zelenický, CSc.	FPV UKF	Tr. A. Hlinku 1	974 11	Nitra, SR	lzelenicky@ukf.sk
RNDr. Pavla	Zieleniecová, CSc.	MFF UK	Ke Karlovu 3	121 16	Praha 2	zieleniecova@cermat.cz
RNDr. Lubislava	Žaludová	Gymnázium	Palackého 191/1	293 01	Mladá Boleslav	sekretariat@g8mb.cz
RNDr. Peter	Žilavý, PhD.	MFF UK	Ke Karlovu 3	121 16	Praha 2	zilavy@aurora.troja.mff.cuni.cz