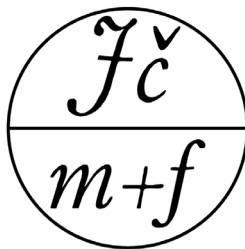


MASARYKOVA UNIVERZITA  
Ústav fyzikální elektroniky PŘF

JEDNOTA ČESKÝCH MATEMATIKŮ A FYZIKŮ

*Veletrh nápadů* 14  
*učitelů fyziky*

konferenční sborník



BRNO 2009

Editoři: doc. RNDr. Zdeněk Bochníček, Dr.,  
Mgr. Zdeněk Navrátil, Ph.D.

© Masarykova univerzita, 2009  
ISBN 978-80-210-5022-8

## Obsah

Úvod .....	6
Program konference .....	8
 Magda Ambrožová: Bublinárium.....	13
Jiří Babocký, Václav Janda, Viktor Obr: Z práce laboratoře mladých fyziků na PřF MU.....	18
Věra Bdinková: Něco ze ŠOKu 2.....	23
Renáta Bednářová: Hrátky s geometrickou optikou .....	28
Jana Bittnerová: iQpark – science centrum v Liberci .....	30
Zdeněk Bochníček: Experimentální studium náhlého zmrznutí podchlazené vody ...	33
Pavel Böhm, Jakub Jermář: Dataloggery ve výuce fyziky aneb Fyzika s Vernierem	38
Pavel Böhm, Věra Koudelková: Pár věcí z tábora, tentokrát na téma „Výprava za čtvrtým rozměrem aneb Čas a pohyb kolem nás“ .....	43
Pavel Böhm, Jakub Jermář: Počítač ve službách učitele – wiki systémy a trenažéry.	52
Jana Česáková, Michaela Křížová: Hrajme si i hlavou.....	57
Manuel F. M. Costa, Josef Trna: The Hands-on Science Network .....	62
Ján Degro, Miriam Feretová, Monika Leššová: Školské experimenty s analyzátorom vysokofrekvenčného elektromagnetického poľa HF35C.....	64
Ladislav Dvořák:GPS ve výuce na ZŠ .....	70
Ladislav Dvořák, Petr Novák, Ivana Vaculová: Nejsou látky jako látky .....	77
Leoš Dvořák: Netradiční měřicí přístroje 4.....	82
Renata Holubová: Jednoduché experimenty známé - neznámé.....	87
Jan Hrdý: Další rozvoj fyzikální Vzdálené internetové výukové laboratoře na UP v Olomouci .....	92
Jan Hrdý: Olomoucké přírodovědné jarmarky a Jarmarky vědy a umění v Uherském Hradišti .....	97

Jan Hrdý: Sedmnáctý příspěvek aneb čtyřkanálové akustické rázy nejen pomocí MAPLE .....	102
Zdeněk Hubáček: Fyzikální nabídka modelářských obchodů – RC vznášedlo jako fyzikální pomůcka („Co se děje pod sukni“).....	107
Josef Hubeňák: Hezká optika s LCD a LED .....	110
Otto Janda: Demonstrační elektrotechnické stavebnice ve výuce (s akcentem na pevné mechanické spoje a kvalitní elektrické spoje) a demonstrační akustické zkoušečky fáze (bez vnitřního zdroje napětí).....	118
Jan Janíček: Sada „Fyzikální experimenty pro střední školy - měření teplot“ – příspěvek fy SENSIT s.r.o. k rozvoji vzdělanosti v ČR.....	125
Jakub Jermář: FyzWeb ve školním roce 2008/2009.....	126
Věra Koudelková, Leoš Dvořák, Irena Dvořáková: Několik experimentů ze semináře „Elektřina a magnetismus krok za krokem“ .....	128
Jan Koupil, Pavel Kycl a kol.: Cvičení z fyziky pro sekundu.....	133
Zdeňka Koupilová , Dana Mandíková: Elektronická sbírka řešených úloh z fyziky	138
Zdeňka Koupilová, Leoš Dvořák: Novinky v „Supersborníku“ Veletrhů nápadů....	144
František Látal: Porovnání charakteristik klasické a úsporné žárovky s využitím vzdáleně ovládané laboratoře .....	147
František Lustig: Experimentálně dokonalé reálné a vzdálené experimenty se systémem ISES .....	151
Hana Malinová: Hydrostatické váhy .....	158
Kateřina Maunová: Žákovské prekoncepce a miskoncepce.....	163
Rod Milbrandt: Medical Physics Demonstrations and Activities .....	168
Tomáš Nečas: Zajímavé úlohy z mechaniky II .....	172
Eudmila Onderová: Niekoľko nápadov pre vyučovanie fyziky II .....	177
Lukáš Pawera, Jan Válek: On-line fyzikální laboratoř PdF MU.....	183
Václav Pazdera: Pár zajímavých nápadů.....	188
Václav Piskač: Amatérská astronomie s fotoaparátem .....	193
Alicja Wujec - Kaczmarek, Krystyna Raczkowska - Tomczak: Density and floating objects experiments .....	197



Jaroslav Reichl: Digitální technika v praxi a ve výuce .....	200
Zdeněk Šabatka, Zdeněk Drozd, Leoš Dvořák a kol.: Interaktivní fyzikální laboratoř (názory pražských učitelů a učitelek), .....	206
Renáta Šíbllová: Mezipředmětové vazby na ZŠ .....	211
Miroslav Staněk: PASCO – experimentální platforma pro výuku fyziky .....	214
Jindřiška Svobodová: Ukázkové hodiny fyziky s využitím simulací .....	219
Jiří Tesař, Petr Bartoš: Optická mřížka z různých pohledů.....	221
Hana Tesařová: Projekty ve fyzice netradičně.....	226
Miroslav Tobyška, Jiří Kulička: Generátory harmonických a tvarových kmitů pro studium elektroniky .....	231
Martin Tomáš: Pokusy s dielektriky .....	235
Josef Trna, Petr Novák: MOSEM – low-tech souprava pro pokusy z elektromagnetismu.....	239
Marek Veselý: Věřte – nevěřte, ale ověřte .....	242
Vladimír Vícha, Jan Hubík, Lukáš Fajt: CZELTA na Gymnáziu v Pardubicích – 3. rok projektu .....	245
Vojtěch Žák: Fyzika na cestách a v terénu.....	251
Peter Žilavý: Experimenty s čítačem GM01 .....	256
Seznam účastníků .....	263
Rejstřík autorů.....	270

## Úvod

Poslední srpnový týden, těsně před začátkem nového školního roku, je pro více než stovku učitelů fyziky již tradičně věnován ojedinělé akci zvané Veletrh nápadů učitelů fyziky. Je skutečně pozoruhodné, že nápad zrozený téměř před patnácti lety si dodnes uchovává životaschopnost. Důkazem je bezesporu téměř 150 účastníků letošního veletrhu z České republiky i zahraničí, na kterém bylo předneseno 57 příspěvků doplněných 4 postery a výstavkami.

Veletrh nápadů se konal ve dnech 25. – 27. srpna 2009 na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity, v areálu na Kotlářské ulici v Brně v těsném sousedství botanické zahrady. Záštitu nad ním převzal děkan Přírodovědecké fakulty doc. RNDr. Milan Gelnar CSc. a nově rekonstruovaná aula vytvořila pro Veletrh důstojné a technicky dobře vybavené zázemí. K pohodlí účastníků přispěla i možnost stravování přímo v areálu a ubytování ve vzdálenosti do 10 minut pohodlné chůze.

Konference se vždy účastní učitelé fyziky všech stupňů škol. Letos bylo nejvíce účastníků z řad škol středních (40%), následovali akademičtí pracovníci z vysokých škol (30%) a učitelé škol základních (20%). Zbýlých 10% byli pracovníci z nepedagogických profesí, zejména z komerční sféry. Statistika autorů příspěvků však byla zcela odlišná. Nejvíce autorů bylo z vysokých škol, přes 60%, 17% byli středoškolští učitelé a jen 8% autorů bylo ze škol základních. Je to vcelku pochopitelné, vysokoškolští učitelé a postgraduální studenti mají aktivní účast na podobných akcích v podstatě v popisu práce, zatímco pro učitele nižších stupňů škol představuje nezanedbatelné úsilí navíc. A možná hraje důležitou roli i ostych či obava prezentovat se na akademické půdě před takto kvalifikovaným publikem. Zde bych se chtěl připojit k výzvě, kterou na závěr konference pronesl Leoš Dvořák: Učitelé ze středních a základních škol, nebojte se vystoupit i s jednoduchými věcmi. Zvláště pokud si připravíte praktické a experimentální ukázky, kterých bylo v tomto ročníku jen málo, a nebo přivedete své studenty a žáky. Například letošní vystoupení ZŠ Novolišeňská bylo skutečným osvěžením ve veletržním programu. Zbavte se svých obav, určitě nebudete ve stínu příspěvků autorů z vysokých škol. Dosavadní zkušenosti říkají, že tomu někdy bývá naopak.

Veletrh před tím letošním zavítal do Brna jen jedenkrát. Jeho devátý ročník se v roce 2004 konal na půdě Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity. Přírodovědecká fakulta jej tedy hostila vůbec poprvé a pro nás osobně to byla první příležitost uspořádat akci takového rozsahu. Velmi nám při tom pomohli naši studenti, zejména z oboru učitelství fyziky pro střední školy, kteří v překvapivém počtu a velmi ochotně zabezpečovali v průběhu vlastní akce sice nezáživné, avšak nutné provozní činnosti. Právem jim za to patří uznání a dík.

Čtrnáctý Veletrh nápadů jej již minulostí a věříme, že účastníci odjížděli z Brna spokojeni a již dnes myslí na polojubilejní patnáctý ročník. Štafetu přebírá nejpilnější z organizátorů, pražská MFF UK, kam se Veletrh vrátí po třech letech. Popřejme mu zdar, bohatou účast a program naplněný zajímavými příspěvky.

*Zdeněk Bochníček*

## **Program konference**

**Úterý 25. 8.**

10:00 – 10:15 **Zahájení konference**

10:15 – 10:30 Tomáš Nečas

**Zajímavé úlohy z mechaniky 2**

10:30 – 10:45 Renata Holubová

**Jednoduché experimenty známé – neznámé**

10:45 – 11:00 Václav Pazdera

**Pár zajímavých nápadů**

11:00 – 11:15 Jan Koupil, Pavel Kycl a kol.

**Cvičení z fyziky pro sekundu**

11:15 – 11:30 Ondřej Jeřábek

**Vztah studentů středních škol k fyzikálním úlohám - Prezentace výsledků průzkumu a jejich zhodnocení**

11:30 – 11:45 Hana Tesařová

**Projekty ve fyzice netradičně**

11:45 – 11:55 Linda Štraubová

**Skupina ČEZ školám**

13:15 – 13:25 Manuel Filipe P. C. M. Costa

**Hands-on Science Network.**

13:25 – 13:40 Rod Milbrandt

**Medical Physics demonstrations and activities**

13:40 – 14:00 Leoš Dvořák

**Netradiční měřicí přístroje 4**

14:00 – 14:15 Zdeňka Koupilová, Dana Mandíková

**Elektronická sbírka řešených úloh z fyziky**

14:15 – 14:25 Zdeňka Koupilová, Leoš Dvořák

**Novinky v „Supersborníku“ Veletrhů nápadů**

14:25 – 14:40 Věra Koudelková, Leoš Dvořák, Irena Dvořáková

**Několik experimentů ze semináře "Elektřina a magnetismus krok za krokem"**

14:40 – 15:00 Pavel Böhm, Věra Koudelková a kol.

**Pár věcí z tábora - Výprava za čtvrtým rozměrem aneb Čas a pohyb kolem nás**

15:40 – 16:00 Josef Hubeňák

**Hezká optika s LCD a LED**

16:00 – 16:25 Pavel Borovička, Pavel Borovička, Miroslav Staněk

**PASCO – experimentální platforma pro výuku přírodních věd**

16:25 – 16:45 Eva Nešverová, Jana Vlášková

**Multimediální prezentace pro výuku fyziky na ZŠ s použitím interaktivní tabule**

16:45 – 17:05 Jakub Jermář, Pavel Böhm, Martina Kekule

**Fyzikální pokusy a měření s Vernierem**

17:05 – 17:25 Pavel Böhm, Jakub Jermář

**Počítač ve službách učitele - wiki a trenažéry**

17:25 – 17:40 František Lustig

**Experimentálně dokonalé reálné a vzdálené experimenty se systémem ISES**

**Středa 26. 8.**

8:00 – 8:15 Jana Bittnerová

**iQpark - lektorské programy pro školy v libereckém science centru**

8:15 – 8:30 Magda Ambrožová a kol.

**Bublinárium**

8:30 – 8:45 Jana Česáková, Michaela Křížová

**Hrajeme si i hlavou**

8:45 – 9:00 Zdeněk Hubáček

**Fyzikální nabídka modelářských obchodů – RC vznášedlo jako demonstrační pomůcka**

9:00 – 9:15 Jakub Jermář

**FyzWeb ve školním roce 2008/2009**

9:15 – 9:30 Hana Malinová

**Hydrostatické váhy**

9:30 – 9:45 Maunová Kateřina

**Dětské prekoncepce a miskoncepce**

10:35 – 10:50 Martin Tomáš

**Pokusy s dielektriky**

10:50 – 11:05 Jiří Tesař, Petr Bartoš

**Optická mřížka z různých pohledů**

11:05 – 11:20 Zdeněk Šabatka, Leoš Dvořák, Zdeněk Drozd a kol.

**Interaktivní fyzikální laboratoř pro středoškoláky (názory pražských učitelů a učitele)**

11:20 – 11:40 Peter Žilavý

**Experimenty s čítačem GM01**

11:40 – 11:55 Ján Degro, Miriam Feretová, Monika Leššová

**Školské experimenty s analyzátorom vysokofrekvenčného elektromagnetického poľa HF35C**

13:30 – 13:45 Miroslav Tobyška, Jiří Kulička

**Generátory harmonických a tvarových kmitů pro studium elektroniky**

13:45 – 14:05 Otto Janda

**Demonstrační elektrotechnická stavebnice k realizaci elektrických obvodů ve výuce (s akcentem na pevné mechanické spoje a kvalitní elektrické spoje)**

14:05 – 14:25 Ľudmila Onderová

**Niekoľko nápadov na vyučovanie fyziky II**

14:25 – 14:45 Krystyna Raczowska-Tomczak, Alicja Wujec Kaczmarek

**International videoconference on floating objects**

14:45 – 15:05 Jaroslav Reichl

**Digitální technika v praxi a ve výuce**

15:05 – 15:20 Renáta Šiblová

**Mezipředmětové vazby na ZŠ**

16:00 – 16:20 Vojtěch Žák

**Fyzika na cestách a v terénu**

16:20 – 16:40 Vladimír Vícha, Jan Hubík

**CZELTA v Pardubicích – 3. rok projektu**

16:40 – 16:50 Ladislav Dvořák

**GPS ve výuce na ZŠ**

16:50 – 17:00 Jan Hrdý

**Olomoucké přírodovědné jarmarky a Jarmarky vědy a umění v Uherském Hradišti**

17:00 – 17:15 Jan Hrdý

**Sedmnáctý příspěvek aneb čtyřkanálové akustické rázy nejen pomocí MAPLE**

17:15 – 17:25 Jan Hrdý

**Další rozvoj fyzikální Vzdálené internetové výukové laboratoře na UP v Olomouci**

17:25 – 17:40 František Látal

**Porovnání svítivosti klasické a úsporné žárovky s využitím vzdáleně ovládané laboratoře**

**Čtvrtek 27. 8.**

8:00 – 8:15 Josef Trna, Petr Novák

**MOSEM - low tech: souprava pro pokusy z elektromagnetismu**

8:15 – 8:30 Jan Válek, Lukáš Pawera

**On-line fyzikální laboratoř**

8:30 – 8:45 Jindřiška Svobodová

**Názorné modely nejen pro elektřinu**

8:45 – 9:05 Věra Bdinková

**Něco ze ŠOKu 2.**

9:05 – 9:20 Jan Janíček

**Sada Fyzikální experimenty pro střední školy - měření teplot - příspěvek fy SENSIT s.r.o. k rozvoji vzdělanosti v ČR**

9:20 – 9:35 Petr Novák, Ladislav Dvořák, Ivana Vaculová

**Nejsou látky jako látky**

9:35 – 9:50 Marek Veselý

**Věřte - nevěřte, ale ověřte**

10:50 – 11:10 Zdeněk Bochníček

**Experimentální studium náhlého zamrznutí podchlazené vody**

11:10 – 11:25 Václav Piskač

**Amatérská astronomie s fotoaparátem**

11:25 – 11:45 Tomáš Tyc

**Od zrcadlení na horké silnici k neviditelnosti**

11:45 – 12:05 Viktor Obr, Václav Janda, Jiří Babocký

**Z práce laboratoře mladých fyziků, studium 3D rozložení záření v MW troubě, měření povrchové teploty budov**

12:05 – 12:20 Pavel Konečný

**Jak to, že při pádu dopadne kočka vždy na nohy?**

12:20 – 13:00 *Zakončení konference*

## **Výstavky a postery**

Václav Piskač, Hana Tesařová

**KOZA 2009**

Miroslav Burda, Martin Saida, Rudolf Hlaváček a kol.

**Fyzikálně-technické soutěže na Sokolské**

František Látal, Jan Říha, Lukáš Richterek

**Application of Software Mathematica and Other Tools in Teaching Science**

Linda Štraubová

**Skupina ČEZ školám**



## Bublinárium

MAGDA AMBROŽOVÁ

Základní škola Jana Harracha, Jilemnice

Při projektovém vyučování si s dětmi na 2.stupni hrajeme s bublinami. Příspěvek nabízí praktické rady a vyzkoušené postupy pro přípravu a provádění efektních a zajímavých pokusů s bublinami.

### Co je dobré vědět o bublinách?

*„Vyfoukněte si mýdlovou bublinu a pozorujte ji, můžete ji zkoumat celý život a každé vám dá nová překvapení!“ William Thomson lord Kelvin*



Bubliny a bublifuky spojujeme zpravidla s dětstvím, ale tato zábava není zdaleka dětinská. Fenomén bublin lze objevit již na obrazech vlámských malířů ze 17. století, kteří zobrazovali děti vyfukující bubliny z hliněných dýmek. Bublifuky jako hračku prodávali podomní obchodníci a stánkaři na počátku 20. století a během 60. let minulého století se bubliny staly symbolem míru a harmonie a hippies provozovali vyfukování bublin jako sport.

Při tvorbě bublin využíváme principu **povrchového napětí** a **proudění vzduchu**. Slabou membránu ze speciální kapaliny tlak proudícího vzduchu deformuje do protáhlého tvaru a povrchové napětí nutí takto vznikající těleso zaujmout energeticky nejúspornější tvar s minimální plochou a tvoří se **koule** – bublina.

Bublina se postupně zvětšuje a zakulacuje, až se tlak vzduchu proudícího okolo otvoru zvětší natolik, že se bublina odloučí. Vlivem **gravitace** stéká roztok po bublině do její spodní části, tvoří kapku. Samostatná bublina pak po určité době praskne z důvodu oslabování jejích stěn. Dalším důvodem prasknutí je narušení stěny bubliny předmětem nebo nečistotou (stačí např. i kouř nebo mlha), proudem vzduchu nebo změnou teploty okolí(proto je dobré pracovat s bublinami v klidu bez průvanu).

Pokud tvoříme bubliny pomocí prostorových útvarů z drátu, pozorujeme vždy snahu po minimálním povrchu v podobě prohýbání jednotlivých plošek.

Efektním jevem je **barevnost** bublin.Jsou tvořeny z vnější a vnitřní strany mýdlovým filmem a vrstvou molekul vody uprostřed. Světelné paprsky se od obou mýdlových vrstev odrážejí, interferují a s měnící se tloušťkou bubliny se mění i její barva a duhové efekty.

Z čisté vody neuděláme bubliny, má velké povrchové napětí – částice drží u sebe pevně jako když se dva lidé drží pevně za ruce. Když přidáme do vody saponát (správně zvaný **tenzid** t.j. látka ovlivňující tenzi, povrchové napětí), tak ten povrchové napětí výrazně sníží a z takového roztoku se bubliny tvoří snadno, protože jsou elastické, jako bychom lidem držícím se za ruce dali do rukou gumičky – jejich roztržení je pak těžší, protože gumičky se natahují – vazba je pružná.

### **Pomůcky**

**Brčko** ze slámy nebo plastu, nejlépe rozříznuté čtyřmi řezy v délce asi 5 cm s rozevřenými cípy, protože tak pojme více roztoku.

**Smyčka** o průměru asi 4 cm z tenkého, ale tuhého drátu



**Velká smyčka** ze dvou brček s protaženým a zavázaným asi 1 m dlouhým provázkem. Namáčíme ji v podobě úzkého pravoúhelníku do tužšího roztoku a po vytáhnutí obě brčka od sebe pomalu oddělíme. Slouží k tvorbě obrovských bublin.



**Roztoky** namíchané podle nejrůznějších receptů

**Trychtýře** pro vyfukování větších bublin na podložce

**Tvary** z drátů nebo stavebnice Zometool pro tvorbu hranatých bublin

**Hladké podložky** nebo igelity

**Kruh** velkého průměru potažený tenkou látkou a kruhový nafukovací bazének pro tvorbu obřích bublin, do kterých se vejde i dospělá osoba

**Speciální pomůcky** jako sifonová láhev s bombičkami, akvárium, hořlavé plyny, suchý led atd. na efektní pokusy

## Roztoky

Obecně je nejlepší na roztok užívat **destilovanou vodu**, při použití vody z vodovodu je měkká voda bez minerálních příměsí lepší než tvrdá. Roztoky je dobré vždy **přefiltrovat** přes plátno (raději dvakrát, hlavně při užití strouhaného mýdla), nechat je po namíchání alespoň 1 den **odstát** a používat vždy dobře **vychlazené**.

**Základní roztok:** 7-10 dílů vody, 1 díl detergentu, 1-2 lžice glycerinu

**Na dlouhotrvající bubliny:** obyčejné toaletní mýdlo není nejvhodnější, lepší je mýdlo na praní nebo bezpříměšové z rostlinného oleje. Nastrouhané mýdlo rozpustíme ve studené vodě do formy hustého roztoku, který přecedíme, přidáme asi třetinu objemu čistého glycerinu a po promíchání necháme asi 2 týdny odstát při pokojové teplotě, doku se na povrchu neutvoří bílá vrstva, kterou odstraníme. Po dalším přefiltrování máme roztok velmi trvanlivý a bubliny z něj mají životnost i několik desítek minut.

### Kvalitní mýdlové a saponátové roztoky:

15g mýdla, 1600ml vody, 40g cukru

200ml detergentu, 40ml glycerinu, 1260ml vody, přidat roztok 40g cukru a 460ml vody

1 díl jaru, 1 díl glycerinu, 1 díl medu, 10 dílů destilované vody

1 díl jaru, 10 dílů destilované vody, 0,25 dílu glycerinu

100 hmotnostních dílů vody, 45 dílů cukru, 1,6 dílu mýdla

600ml vody, 200g tekutého mycího prostředku na nádobí(nejlépe Jar), 100g glycerinu

600ml destilované vody, 300g glycerinu, 50g prášku na praní, 20 kapek amoniaku

300ml vody, 300g Jaru, 2 kávové lžičky cukru

4 polévkové lžice nastrouhaného mýdla rozpustit ve 400ml vody, 2 lžičky cukru

**Zvlášť obrovské bubliny:** 2 díly saponátu, 4 díly glycerinu, 1 díl ovocného sirupu

**Skákající bubliny:** 2 balení neochucené želatiny, 4 sklenky čerstvě převařené vody, 3-5 lžic glycerinu, 3 lžice detergentu. Želatinu rozpustíme ve vodě, přidáme glycerin a detergent, směs má po vychladnutí gelovou konzistenci a je třeba ji vždy před použitím ohřát

**Bubliny odolávající menším závanům větru:** 2,5 – 3 díly vody, 1 díl detergentu, 1-2 lžice glycerinu

**Odolné nepraskavé bubliny:** 25ml mýdla, 55ml vody doplníme na objem 85ml glycerinem

## **Pokusy**

**Obyčejně neobvyčejná bublina:** brčkem vytvoř bublinu o průměru cca 10cm, přenes ji na podložku a stopuj čas, jak dlouho vydrží. Do další takové bubliny se pokus vsunout prst nebo jiný předmět tak, aby nepraskla.

**Bublina na lahvi:** vytvoř brčkem na hrdle lahve malou bublinu, obemkni lahev oběma rukama a pozoruj, jak bublina poroste. Zkus vysvětlit proč.

**Trychtýřová bublina:** namoč širší konec trychtýře do roztoku, polož ho na hladkou podložku, úzký konec zacpi prstem a pomalu trychtýř zvedej. Vytvoř tak co největší bublinu. Změř její průměr. Můžeš zkusit bublinu zvětšit i opatrným přífukováním trychtýřem nebo vnořeným brčkem. Pokus se utvořit bublinu nad malým předmětem, který schováš pod položený trychtýř před jeho zvedáním.

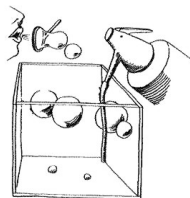
**Bubliny v bublině:** ve větší již hotové kopuli bubliny vytvořené na hladké podložce zkus vyfouknout další bublinu pomocí druhého mokrého brčka. Je možné vytvořit až 4 kopule, musejí být soustředné (bez dotyku). Pozoruj, jak nové vnitřní kopule vždy zvětší tu první horní.

**Mírně hranatá bublina:** vytvoř větší kopuli bubliny na hladké podložce, přilož se 3 dalšími spolužáky trychtýře každý do jedné čtvrtiny jejího obvodu a pokuste se jemným tahem zdeformovat bublinu, aby připomínala čtverec nebo obdélník.

**Hranatá bublina:** vytvoř model hranolu nebo jehlanu z drátu nebo stavebnice Zometool a ponoř je do roztoku. Pokus se vysvětlit, proč se na vzniklé hranaté bublině prohýbají stěny.

**Obří bublina:** pokuste se se spolužáky vytvořit obří bublinu společným foukáním několika brčky najednou

**Plovoucí bubliny:** bubliny budou „plavat“ na polštáři oxidu uhličitého v prázdném akváriu (ideální rozměry pravidelného hranolu 30x30x100cm). Oxid uhličitý vyrobíme odpařováním suchého ledu na dně akvária, napuštěním nádoby oxidem uhličitým ze sifonové bombičky nebo zalitím sody na pečení na dně akvária octem. Bubliny plavou a navíc porostou, protože jsou polopropustné a difúze oxidu uhličitého do jejich nitra je mnohem rychlejší než difúze vzduchu směrem ven.



**Válcovitá bublina:** vytvořte z drátu dva stejné prstence, na jednom vyfoukněte bublinu. Zachyťte ji současně i druhým prstencem a pokuste se ji oddalováním prstenců protáhnout do válcovitého tvaru. Vysvětlíte, proč při protahování mění barvu.

**Hořící bubliny:** velké pomalu stoupající bubliny, které po zapálení sirkou modře hoří, vytvoříme nafukováním roztoku metanem. Na ruce nepálí, teplo odebírá voda obsažená v roztoku. Bubliny naplněné propanem budou naopak padat dolů.

**Zmatené bubliny:** když foukneme skupinu bublin proti nabitě kouli, nejprve se přibližují a pak prudce změni směr.

**Inverzní bubliny:** zkuste kapat mýdlový roztok z výšky několika milimetrů do (nejlépe skleněné) nádoby s vodou. Kapičky zůstanou na hladině. Při zrychlení kapání se některé kapky do vody vnoří a zůstanou plovat obaleny tenoučkou vrstvou vzduchu.

## **Literatura**

- [1] <http://fyzweb.cz>
- [2] <http://www2.ntm.cz>
- [3] <http://mujweb.cz>
- [4] <http://www.techmania.cz>
- [5] <http://www.vscht.cz>
- [6] <http://www.emimino.cz>
- [7] <http://www.kof.zcu.cz>
- [8] <http://www.fotostranky.org>

## **Z práce laboratoře mladých fyziků na PŘF MU**

*JIŘÍ BABOCKÝ, VÁCLAV JANDA, VIKTOR OBR*

*Laboratoř mladých fyziků na ÚFE, PŘF MU*

V tomto příspěvku představíme dvě měření, která jsme uskutečnili v rámci Laboratoře mladých fyziků. V prvním měření jsme se zabývali rozložením elektromagnetického záření v mikrovlnné troubě. Druhé měření se týká zateplování panelových domů, kde jsme porovnávali jsme povrchovou teplotu zateplené i nezateplené části.

### **Studium 3D rozložení záření v mikrovlnné troubě**

V tomto experimentu jsme se zabývali otázkou, jak jsou v mikrovlnné troubě prostorově rozloženy kmitny a uzlové body.

#### **Historie**

Tepelné účinky mikrovlnného záření zjistil v podstatě náhodou Američan Percy Lebaron Spencer v roce 1946, když zdokonaloval magnetron z vojenského radiolokátoru a v kapse se mu rozpustila tabulka čokolády. Již v roce 1947 byla na trh uvedena první mikrovlnná trouba, byla však velmi drahá a vážila kolem 400 kg, proto byla využívána spíše v restauracích a zaoceánských lodích. Mikrovlnné trouby určené pro domácnosti se začaly objevovat až v šedesátých letech, kdy se je podařilo zmenšit na v domácnosti použitelnou velikost a zlevnit tak, aby byly dostupné širší veřejnosti. I když jsou dnes mikrovlnné trouby součástí většiny domácností, pořád se pracuje na jejich zdokonalování, především na rovnoměrném ohřevu obsahu.

#### **Princip**

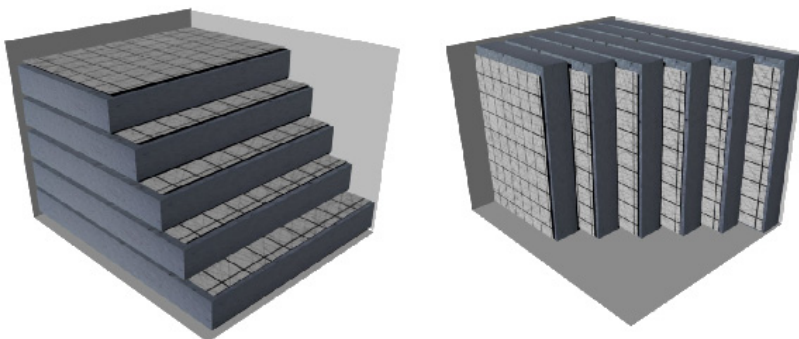
Nejdůležitější součástí mikrovlnné trouby je magnetron, generátor mikrovlnného záření. To v mikrovlnce dosahuje frekvence 2,45 GHz, která je blízká rezonanční frekvenci některých molekul, např. vody. Vnitřek mikrovlnné trouby je vyroben z kovu, ten nepropustí mikrovlnné záření ven a díky vnitřním rozměrům trouby, které odpovídají násobkům vlnové délky záření o frekvenci 2,45 GHz (tj. 12,24 cm), vzniká uvnitř trouby stojaté vlnění. Na polaritu vlnění reagují polární molekuly, které sledují její změnu, rotují při tom a ohřívají své okolí třením. Nejvýraznější změna polarity je v kmitnách vlnění, zde proto vznikají teplotní maxima, naopak v uzlech stojatého vlnění se teplota téměř nezvyšuje. Toto nerovnoměrné rozložení se výrobci snaží řešit různými způsoby, např. umístěním ohřívaného pokrmu na otočný talíř, nebo použitím vlnění o dvou různých frekvencích, čímž se zvyšuje počet maxim.

## Měření

Naše měření jsme založili na předpokladu, že v místech kmiten bude teplota nejvyšší, zatímco v místech uzlových bodů se teplota zvýší jen nepatrně.

Teplotu lze snímat několika metodami. Nejjednodušší je použití termocitlivé fólie. Ta dokáže poskytnout informace o rozložení teploty od kmitny až k uzlovému bodu, bohužel však není příliš vhodná pro zjišťování poloh kmiten samotných, jelikož při manipulaci s ní dochází ke zkreslení naměřených hodnot, fólie velmi rychle chladne a data se z ní ztrácí. Další nevýhodou této metody je možnost v jednom měření zaznamenat informace pouze v jednom řezu, neboli, pokud chceme získat představu o prostorovém rozložení kmiten, jsme nuceni experiment mnohokrát opakovat a fólii pokaždé umístit do jiné polohy (z důvodu chladnutí nemusí být pak data z jednotlivých měření srovnatelná).

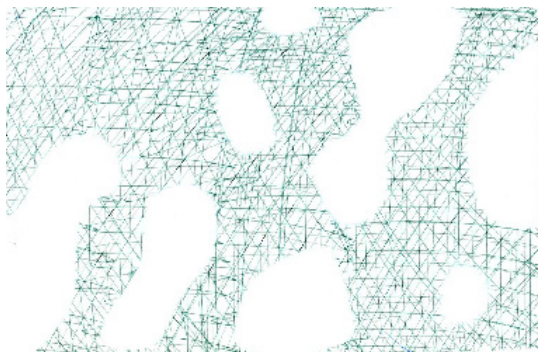
Proto jsme se rozhodli použít papír pokreslený speciálním inkoustem<sup>1</sup>, který při zahřátí na 60°C zmizí. Oproti předchozí metodě data, která jednou naměříme, zůstanou na papíře již natrvalo a není tedy nutné velmi rychlé vyhodnocení, což nám umožňuje měřit zároveň v několika vzájemně rovnoběžných řezech mikrovlnnou troubou. V našem případě jsme papíry prokládali 2cm vysokou vrstvou polystyrenu, neboli po jednom měření jsme získali vodorovné nebo svislé řezy prostorem s rozestupy 2cm (viz obr 1).



*Obr. 1: Rozložení měřicích papírů v mikrovlnné troubě pro zaznamenání vodorovných a svislých řezů mikrovlnným polem*

Bohužel oproti použití termocitlivé fólie nezískáme přesné informace o teplotě, ale pouze hranici míst, ve kterých teplota překročila 60°C. Při měření je dobré si na každém papíru zvolit nějaký bod, od kterého budeme polohy jednotlivých kmiten určovat, a poté při následné přípravě experimentu dbát na správné sesazení těchto bodů (důležité, pokud budeme chtít data ze všech řezů vynést do společného souřadného systému).

1 <http://www.pilotpen.cz/Zbozi.aspx?zboziID=667>

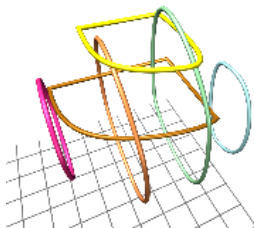
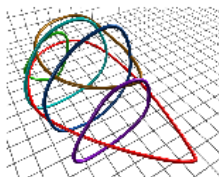


*Obr. 2: Naměřená data*

### **Zpracování dat**

Pro lepší představu o skutečné podobě pole v mikrovlnné troubě je vhodné naměřená data následně dále zpracovat do prostorového modelu. Nejjednodušší možností je překreslení hranic na průhledné fólie nebo skla a následné složení do prostorové podoby (zde se bohužel obtížně realizuje případ, kdy budeme chtít v daném modelu znázornit jak vodorovná tak svislá data). Další možností je vytvoření modelu např. z polystyrenu. My jsme se rozhodli pro zpracování dat na počítači pomocí programu Blender<sup>2</sup>.

Nejdříve byly veškeré papíry s daty nascanovány a pomocí editoru obrázků byla na ně přidána čtvercová síť. Poté se pomocí této sítě se postupně jeden řez po druhém překreslil v programu Blender do prostorového modelu (na webu Laboratoře mladých fyziků – [www.physics.muni.cz/~lmf](http://www.physics.muni.cz/~lmf) je dostupný celý model v elektronické podobě \*.blend a jeho interaktivní verze – umožňuje prohlížení bez nutnosti instalovat program Blender).



*Obr. 3, 4: Detaily některých kmiten*

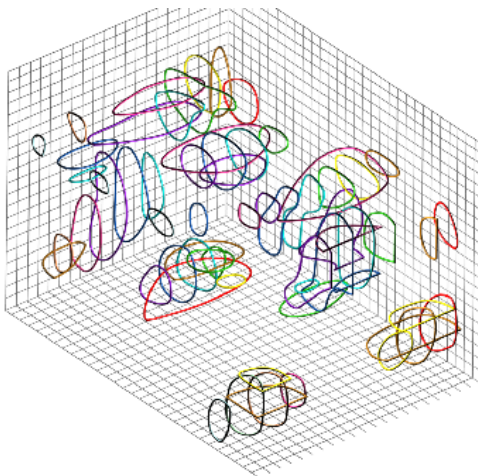
---

2 <http://www.blender.org>



### Vyhodnocení experimentu

Na modelu je možné vypočítat určitou pravidelnost stojatého vlnění a možná i odhadnout jeho vlnovou délku (z horní části, kde není pravidelnost ovlivněna různými odrazy – magnetron byl v této mikrovlnné troubě umístěn právě zde). Bohužel však zde můžeme vidět i nejrůznější chyby měření (např. kmitny zobrazené pouze ve svislém nebo vodorovném směru).



*Obr. 5: Jeden z pohledů na vytvořený počítačový model – jeden dílek sítě zde představuje 1 cm*

### Měření povrchové teploty budov

V laboratoři nás zajímalo, jak se přesně projeví zateplení panelových domů na izolačních vlastnostech zdí. Zvolili jsme měření teploty různých míst obvodové zdi bezdotykovým infračerveným teploměrem. Teplotu jsme měřili zvenku i zevnitř. Nakonec jsme porovnali hodnoty naměřené na zateplené a na nezateplené části.

Při použití infračerveného teploměru jsme si museli dát pozor na emisivitu měřených povrchů. Teploměr naměří intenzitu infračerveného záření dopadajícího na senzor a poté provede výpočet teploty s použitím zadané emisivity, tedy poměru vyzářeného a odraženého záření. Ta je pro nekovové neprůhledné povrchy velmi blízká jedné, tedy emisivitě absolutně černého tělesa. Pro sklo nebo nenatřené ocelové zábradlí je však již výrazně jiná. Pro leštěné kovy dosahuje dokonce hodnot blízkých nule.

### **Tabulka emisivit**

barva	0,96
asfalt	0,93
papír	0,93
sklo	0,92
omítka	0,92
cihla	0,90
beton	0,85
písek	0,76
leštěná ocel	0,07
leštěná měď	0,03

Pro povrchy s hodnotou emisivity v rozsahu jedné desetiny můžeme klidně nechat na teploměru nastavenou střední hodnotu, rozdíl naměřených teplot je zanedbatelný.

### **Měření**

Měření jsme provedli 8. ledna 2009 v 17 hodin na sídlišti Oblá. Měli jsme přístup do bytu, který byl právě z jedné strany zateplený a z druhé ne. Teplota v bytě byla 20,5°C, venkovní -14,5°C, rychlost větru téměř nulová. Bezvětrí bylo pro naše měření velmi důležité, vítr by nám ochlazoval zdi a měnil výsledky.

### **Naměřené hodnoty:**

Obvodová zeď zateplená - zvenku	-15,0 °C
Obvodová zeď zateplená - zevnitř	19,6 °C
Obvodová zeď nezateplená - zvenku	-11,0 °C
Obvodová zeď nezateplená - zevnitř	17,1 °C

*pro zajímavost:*

Sklepní okénko – dvojité	-10,0 °C
Sklepní okénko – jedno sklo rozbité	-5,0 °C
Plastové okno	-11,0 °C

### **Závěr**

U zateplené obvodové zdi se naměřené povrchové teploty velice blížily teplotám okolního vzduchu, zatímco u nezateplené zdi jsme naměřili významný rozdíl teploty zdi a vzduchu. Tento rozdíl byl způsoben prostupem tepla, potvrzuje tedy předpoklad špatných tepelně izolačních vlastností betonové zdi. Z naměřených rozdílů celkem jasně vyplývá, že zateplení výrazně zlepší izolační vlastnosti obvodových zdí.

## Něco ze ŠOKu 2

VĚRA BDINKOVÁ

ZŠ, Brno, Novolišeňská 10

### Abstrakt.

ŠOK je zkratka školního odborného klubu. První část příspěvku seznamuje s různými vědeckotechnickými aktivitami pro žáky školy i širokou veřejnost a zdrojem, kde jsou podrobněji popsány. Ve druhé části příspěvku je několik odzkoušených pokusů s jednoduchými pomůckami, které vychází z původních francouzských námětů z konce 19. století, které v té době sloužily pro poučení i zábavu.

### Aktivity zvyšující zájem o fyziku

Školní odborný klub pracuje na Základní škole, Brno, Novolišeňská tři roky. Členové klubu se schází pravidelně na schůzkách 1x za týden, kde provádí zajímavé experimenty, vyrábí funkční hračky, řeší problémové úlohy a hlavolamy. ŠOK organizuje i návštěvy zajímavých vědeckotechnických akcí a institucí. **Z detektivního pátrání v Technickém muzeu** v Brně, konkrétně z fotodokumentace z uličky řemesel třicátých let minulého století, byla připravena soutěž „Co to je ?“ Účastníci veletrhu si ji mohli prohlédnout na výstavce a vyzkoušet si své znalosti v poznávání starých nástrojů, přístrojů a zařízení. Na další výstavce jsou prezentovány i výsledky dlouhodobého projektu **Patenty a vynálezy přírody**, ve kterém hledáme v různých knihách, časopisech a DVD poznatky o fyzice v živé přírodě.

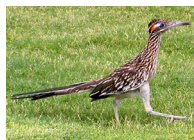
Ukázka:

#### Který živočich používá vodní zvon?



- Je to vodní pavouk - vodouch stříbrný.
- Jejich chloupky na těle zadržují vrstvu vzduchu, který pak pavouk přenáší do jakéhosi potápěčského zvonu utkaného z pavučin a vodních rostlin.
- Zásoby vzduchu pak vodouchovi slouží k dýchání při delším pobytu pod vodou.

#### Který pták má sluneční kolektor?



- Je to kukačka kohoutí, která žije v pouštích a buších na jihozápadě USA a v severním Mexiku.
- Umí létat, ale běhá po dvou. Tenké nohy dokáží vyvinout rychlost až 42 km/h.
- Aby získala pro svůj sprint energii má „sluneční kolektor“ Je to proužek tmavé kůže, který umožňuje zvýšit tělesnou teplotu až o 7°C.

Získané znalosti a dovednosti ze schůzek ŠOKu pak využíváme při organizování různých akcí, kterými se snažíme propagovat a popularizovat vědu a techniku mezi žáky školy i širokou veřejností. V loňském roce proběhly následující akce:

- **Netradiční Vánoce s optikou** – s galerií optických klamů, optickými hračkami a hlavolamy.
- **Škola plná kouzel, tentokrát v mraveništi** – vystoupení s pokusy, tvořivé dílny s fyzikálními experimenty a hračkami pro cca 300 dětí z lišeňských mateřských škol, na konci školního roku i pro internátní brněnskou logopedickou školu.
- **Kosmická expedice na planetu XYZ** – školní hra s nočním pobytem ve škole. Po náročných zkouškách kosmonautů se spoustou úloh na logické myšlení, představivost, rychlou reakci, odhad a přesnost si členové posádek vyrobili létající přistávací modul. Po přistání na planetě zmapovali a provedli speciální fyzikální, chemický a biologický výzkum některých oblastí.
- **Dny vědy a techniky v Plzni** – letos se této významné akce v září zúčastníme již podruhé. Kromě vědecké herny, tvořivé dílny a soutěží připravujeme i novinky – **fyzikální cirkus „Zábavy jednoduché, leč vědecké“** – vystoupení se spoustou fyzikálních pokusů i soutěží.

Více o výše uvedených aktivitách s konkrétními náměty, popisy, šablonami, scénáři a fotografiemi najdete na webových stránkách: [www.fyzikahrou.cz](http://www.fyzikahrou.cz).

## **Jednoduché pokusy pro poučení i zábavu**

Významnou pozornost v ŠOKu věnujeme pokusům s jednoduchými pomůckami. Zajímavou inspiraci jsme našli v knihách *Zábavná věda* od francouzského autora Artura Gooda z konce 19.století., které napsal pro svého syna. Obsahují nejen hříčky, které jsou určené k zábavě rodičům a dětem, ale i pokusy, které mají vést ke studiu fyzikálních jevů a zákonitostí. Tyto odzkoušené pokusy, upravené i s novým materiálem najdete na výše uvedených webových stránkách pod názvem **Zábavná věda v minulých stoletích**. Následuje několik příkladů.



### **Sklenice v nebezpečí**

*Potřeby: ták, karafa na vodu (váza), 3 stejné sklenice, láhev od vína, voda*

Na stůl postavíme karafu (vázu). Pak požádáme 3 pomocníky, aby na hrdlo karafy umístili souměrně 3 sklenice tak, aby jejich nožky ležely vodorovně. Čtvrtý pomocník postaví lehce láhev od vína na tři nožky sklenic a přilévá po troškách do láhve vodu. Pak postupným zvedáním a pouštěním zjišťujeme, zda není láhev lehká nebo příliš těžká, aby porušila rovnováhu. Přesná rovnováha nastane, až Ti, co drží sklenice, neucítí jejich tíhu.

Pak bude těžiště v ose soustavy.

## Bublinový květ



*Potřeby: bublinový roztok (100 ml jaru, 200 ml glycerinu, 300 ml převařené vody), kousek trubky, alobal, silnější brčko, nůžky*

Kousek trubky obkreslíme na alobal a do-  
kreslíme 6 lístků květu (průměr 8 – 10 cm).  
Květ vystříháme. Doprostřed talíře dáme  
kousek trubky. Květ namočíme  
v bublinovém roztoku a položíme ho nahoru  
na trubku. Pomocí brčka vyfoukneme  
bublinu a přiložíme ji ke středu květu a  
nafukujeme ji. Lístky přilnou k bublině a  
pomocí pružné blány bubliny se zvednou..

## Velká a malá



*Potřeby: bublinový roztok z předcházejícího  
pokusu, sklenice na víno, talíř, figurka, mince,  
lepidlo, nálevka vyrobená z PET láhve, brčko*

Na sklenici na víno postavíme talíř, do kterého  
nalijeme trochu bublinového roztoku. Do-  
prostřed talíře dáme figurku, k jejíž hlavě jsme  
přilepili minci. Celou soupravu dobře namočí-  
me v bublinovém roztoku. Nálevkou z PET  
láhve vyfoukneme velkou bublinu tak, aby je-  
jím základem byl talíř. Pak trubičku namočíme  
do bublinového roztoku a do této velké bubliny  
vyfoukneme menší, aby se jejím základem stala  
mince.

## Výměna kapalin



*Potřeby: 2 stejné sklenice na víno, kousek síťky proti  
hmyzu nebo záclony, lepidlo na plast a sklo, nůžky, červené  
víno a voda (studena a teplá obarvená voda), kus kartonu*

Na okraj jedné skleničky nalepíme síťku proti hmyzu a  
necháme dobře zaschnout. Sklenici bez síťky postavíme na  
stůl a nalijeme do ní červené víno. Do sklenice se síťkou  
nalijeme vodu. Na sklenici položíme karton, sklenici oto-  
číme vzhůru nohama a karton opatrně vytáhneme do boku.  
Voda ze sklenice nevyteče, drží ji povrchové napětí a at-  
mosférický tlak. Pak sklenici se síťkou položíme na skleni-  
ci s vínem – okraj na okraj. Hned uvidíme tenké červené

stoupající praménky. Červené víno začne otvory v síťce proudit nahoru a zůstává u otočeného dna horní sklenice, protože víno má menší hustotu než voda.

Místo červeného vína můžeme použít teplou obarvenou vodu.

Použijeme-li pro pokus studenou a teplou vodu různých barev, můžeme získat zajímavé barevné efekty.

### **Přeměna vína na vodu**



*Potřeby: 1l PET láhev od mléka, 2 malé PET láhve, 2 brčka, tenká hadička, tavná pistole, hřebík, svíčka, nůžky, voda, červené víno (obarvená voda), sklenice*

Do víčka 1 l PET láhve propálíme 2 otvory, do kterých zasuneme 2 brčka dle obrázku. Ze 2 malých PET lahví uříznutím dna získáme 2 misky. Do každé misky propálíme otvor, zasuneme ji na jedno z brček. Do nižší misky propálíme ještě jednu díрку, do které dáme tenkou hadičku. Všechna zasunutá brčka i hadičku utěsníme hmotou z tavné pistole. Do PET láhve od mléka nalijeme vodu a dobře uzavřeme víčkem s brčky a miskami. Pak do horní misky začneme nalévat víno, z hadičky ze spodní misky začne vytékat voda. Lijeme-li víno do láhve, zvyšuje se objem kapaliny v láhvi a vzduch nad její hladinou se začíná stlačovat. Vyšší tlak pak vytlačí vodu z láhve brčkem do nižší misky, odkud vytéká hadičkou.

### **Kuchyňský přezmen**



*Potřeby: láhev, naběračka, obracečka (cedník), vidlička, zátka, 2 hřebíky, permanentní fix*

Vyrobíme si kuchyňskou váhu k rychlému vážení bez závaží pomocí naběračky, která je zároveň vahadlem i miskou přístroje, a cedníku (obracečky), který nahrazuje pohyblivé závaží. Soustavu sestavíme podle obrázku. Do láhve dáme zátku, do které kolmo zapícheme 2 hřebíky. Kovová vidlička leží dvěma svými špičkami na obou hřebících. Druhý konec vidličky upevníme kouskem korku do háčku naběračky. Cedník zavěsíme na držadlo naběračky a posunujeme ho podél držátka až tam, kdy bude držadlo naběračky ve vodorovné poloze a přístroj v klidu. Místo, kde je zavěšen cedník, označíme „0“. Pak dáme na naběračku závaží 100 g (třeba sáček s moukou), a opět posunujeme cedník na vahadle tak, abychom docílili rovnováhu. Místo, kde je cedník nyní, označíme „100“. Vzdálenost mezi 0-100 rozdělíme na polovinu. 1 dílek odpovídá 50g.

Při sestavení vah jsme využili znalosti o páce. Nejsou sice přesné, ale pomohou nám přibližně odvážit v kuchyni máslo, cukr, mouku.

### Sklenice s trikolórou



*Potřeby: sklenice, červené víno, voda, lih, modrá barva, nálevka, lednice, varná konvice*

Do sklenice nalijeme vařící vodu. Pomocí nálevky ponořené až na dno nalijeme víno, co nejvíce vychlazené. Vzniknou dvě od sebe oddělené kapaliny. Nálevku opatrně vytáhneme. Na povrch nalijeme modře obarvený lih.

Dostaneme tři vrstvy poskládané podle hustoty, dole je kapalina s největší hustotou.

Zajímavý efekt nastane, postavíme-li tuto sklenici do studené vody.

### Optický klam s proužky



*Potřeby: karton, nůžky, pravítko, tužka*

Z kartonu vystříhnete 3 proužky stejné délky, jeden z nich je o polovinu užší. Proužky stejné šířky přeložíme křížem a svisle k nim postavíme třetí užší. Tento proužek se vám bude zdát delší. Sestavíme z těchto tří proužků obraz písmene N úzký proužek tvoří šikmou příčku. Teď se vám bude zdát

tento proužek kratší než proužky svislé.

Užší pásek se nám bude zdát kratší nebo delší jen podle polohy, kterou zaujme vzhledem k ostatním. Je to následek zvláštního optického klamu.

### Jak dostat hřebík do uzavřené láhve

*Potřeby: PET láhev, kousek tenkého drátu, vařič (svíčka), zápalky*

Ve dnu láhve uděláme pomocí rozžhaveného hřebíku malý otvor. Láhev naplníme vodou, uzavřeme víčkem a postavíme ji na stůl. Divákům ukážeme plnou láhev, voda malou dírkou nevytéká, protože ji drží atmosférický tlak. Drát v láhvi není. Pak uchopíme láhev za hrdlo pravou rukou a levou rukou zasuneme drát otvorem do láhve. Pak vezmeme láhev do obou rukou tak, abychom uzavřeli i díрку a jejím třepáním dokážeme, že drát je uvnitř láhve.

### Literatura

- [1] Tit Tom: *La Science Amusante*, Librairie Larousse, Paris, 1890
- [2] Tit Tom: *Načnyje zabavy*, Izdatelskij dom, Mesčerjakova, Moskva 2008.

## **Hrátky s geometrickou optikou**

*RENÁTA BEDNÁROVÁ*

*Pedagogická fakulta MU Brno, Katedra fyziky*

### **Abstrakt**

V příspěvku jsou uvedeny čtyři pokusy na oživení klasické výuky geometrické optiky.

### **Úvod**

Geometrická optika, s níž jsou níže uvedené pokusy úzce spojeny, je zařazena v Očekávaném výstupu Elektromagnetické a světelné děje. Dané učivo je konkrétně vymezeno v Rámcovém vzdělávacím programu. V dané oblasti fyziky by si žák měl osvojit toto učivo:

**vlastnosti světla** – zdroje světla; rychlost světla ve vakuu a v různých prostředích; stín, zatmění Slunce a Měsíce; zobrazení odrazem na rovinném, dutém a vypuklém zrcadle (kvalitativně); zobrazení lomem tenkou spojkou a rozptylkou (kvalitativně); rozklad bílého světla hranolem.

Budeme - li se konkrétně zabývat výukou fyziky, je dobré expozici učiva žákům předvádět zábavnou formou, např. zařazením motivačních experimentů. Mnohdy je příprava jednotlivých pokusů náročná, a proto se je někteří učitelé snaží eliminovat. Existuje ale mnoho různých experimentů, které nejsou nijak náročné na přípravu a dokonce ani na pomůcky. Je nezbytné si uvědomit, že při všech pokusech mají být využívány pomůcky, které hrají v každodenním životě důležitou roli, a tím mají pak tyto pokusy větší edukativní hodnotu.

V další části tohoto článku uvádím čtyři pokusy, na oživení klasické výuky geometrické optiky. Ke všem pokusům je potřeba pouze průsvitná sklenice nebo případně sklenice s průhlednou kapalinou.

### **Pokusy**

#### **Pokus č. 1 (obr 1)**

Pomůcky: 1 čirá sklenice na víno.

Podíváme – li se přes sklenici, uvidíme, že obraz není stejný, jako při pohledu přes číré ploché sklo, nýbrž je zkreslený. Zkreslení vzniká díky nerovnosti skla (jedna část sklenice je dutá a druhá vypuklá). Pokus je možné propojit s pokusem č. 2.

#### **Pokus č. 2 (obr. 2)**

Pomůcky: 1 čirá sklenice na víno, která je do poloviny naplněná vodou.

Obraz přes naplněnou sklenici je převrácený jak hlavou dolů, tak i zrcadlově.





Obr. 1. Pokus č. 1



Obr. 2 Pokus č. 2

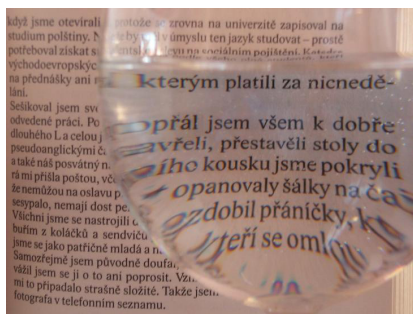
### Pokus č. 3 (obr. 3)

Pomůcky: 1 čirá válcovitá sklenice naplněná vodou, dětské auto.

Tvar sklenice v součinnosti s vodou umožní vidět auto z obou stran. (Obraz je převrácený podle osy Y.)



Obr. 3 Pokus č. 3



Obr. 4 Pokus č. 4

### Pokus č. 4 (obr. 4)

Pomůcky: 1 čirá sklenice na víno naplněná vodou.

Vínová sklenice může sloužit jako lupa.

Pevně věřím, že tyto jednoduché pokusy budou inspirací pro zkvalitnění a zatraktivnění výuky geometrické optiky.

## Literatura

- [1] [Http://www.rvp.cz/soubor/RVPZV\\_2007-07.pdf](http://www.rvp.cz/soubor/RVPZV_2007-07.pdf) [online]. 2005-2009 [cit. 2009-08-03]. Dostupný z WWW: <[http://www.rvp.cz/soubor/RVPZV\\_2007-07.pdf](http://www.rvp.cz/soubor/RVPZV_2007-07.pdf)>
- [2] H. J. Schlichting, W. Suhr, Ein Tiefer Blick ins Glas, Unterricht Physik 19\_2008, str. 30 -34.

## **iQpark – science centrum v Liberci**

*JANA BITTNEROVÁ*  
*iQpark Liberec*

**Liberecké science centrum iQpark nabízí návštěvníkům na ploše více než 2000 m<sup>2</sup> interaktivní exponáty ze světa přírodních věd a logiky. Hravou formou mohou návštěvníci samostatně objevovat základní principy světa kolem nás.**

**Od školního roku 2008/2009 nabízí iQpark školním skupinám tematické lektorské programy doplňující školní výuku.**

### **Liberecký iQpark**

iQpark je interaktivní naučně-poznávací centrum popularizující přírodní vědy. Ve své stávající podobě byl iQpark otevřen v květnu 2007 a od té doby se stal vyhledávaným cílem školních výprav i turistů mířících do Liberce. Více než polovinu návštěvníků tvoří právě školní mládež, i když mezi návštěvníky jsou i dospělí a široká veřejnost. Průměrný návštěvník stráví v iQparku 2-3 hodiny, své oblíbené exponáty si našli i předškoláci. Výhodou iQparku je jeho celoroční přístupnost za každého počasí.

Kromě stálých více než 250 exponátů, které jsou pravidelně obměňovány a doplňovány, je v iQparku prostor pro dočasné výstavy a pravidelně se zde konají různorodé akce pro veřejnost (přednášky, předvádění experimentů, prezentace žáků a studentů libereckých škol, Muzejní noc atd.).

### **Expozice iQparku**

Více než 250 exponátů iQparku je volně členěno do logicky propojených celků. Můžete tak zevrubně prozkoumat Lidské smysly, Bublinárium, Temnou místnost, Vodní hrátky, Optické klamy, Hříčky a hlavolamy, Fyzikální zákony, Lidské tělo, Zelenou energii, Zemi a Štolu. Nové části expozice vznikají postupně a daří se nám přidávat do iQparku několik nových exponátů měsíčně.

### **Lektorské programy pro školy**

Od školního roku 2008-2009 mají školní skupiny možnost využít tzv. lektorských programů Nadace škola hrou v rámci návštěvy iQparku. Tyto programy jsou tematické, vhodné jako motivace nebo shrnutí vybraných učebních celků a mohou je využít děti již od mateřských školek až po středoškoláky.

Pod vedením zkušených lektorů absolvují děti třičtvrtěhodinu v učebně, během ní si vyzkouší jednotlivé pokusy, shrnou si své poznatky o vybraném tématu a také se seznámí se zajímavými fakty a údaji.

Následuje pracovní cesta s pracovními listy, které žáky a studenty dovedou k vybraným exponátům v iQparku, kde mají děti plnit úkoly a lépe se seznámit s fungováním a principy exponátů. Učitelé dostanou pracovní listy s vzorovým řeše-

ním, které jim jednoduše umožní vrátit se k aktivitám z lektorského programu po návratu do školy.

### **Lektorské programy nabízené ve školním roce 2009-2010:**

**Zelená energie** – obnovitelné zdroje energie

**Lidské smysly** – hravé zkoumání všech 5 lidských smyslů

**Fyzikální zákony** – jednoduché pokusy i velké exponáty přibližují základní principy zejména z mechaniky

**Voda** – jak vlastně funguje koloběh vody, způsoby šetření vodou, princip vodojemu i vodního víru, filtrace vody, funkce záchodu

**Nanovlákná** – jak, z čeho a proč se vyrábějí nanovlákná, možnost vlastní výroby nanovláken na demonstračním přístroji

Do dalších let bude nabídka lektorských programů zachována, dojde navíc k jejímu rozšíření o programy kladoucí důraz na mezipředmětové vazby.

### **iQpark pro učitele**

Učitelům všech typů škol nabízí iQpark možnost bezplatných komentovaných prohlídek a seminářů, během nichž mohou na vlastní kůži a hlavně v klidu předem vyzkoušet, co čeká na jejich žáky při návštěvě iQparku.

Aktuální nabídka prohlídek pro učitele a seminářů je zveřejněna na [www.iqpark.cz](http://www.iqpark.cz) v záložce Školy a skupiny.

### **Spolupráce s iQparkem**

iQpark nabízí různé typy spolupráce a je otevřený novým nápadům a iniciativám:

Zájemcům poskytujeme výstavní místnosti, prostor pro prezentace, soutěže či jiné aktivity.

Vzhledem k velkému množství návštěvníků je iQpark ideálním místem pro ankety a dotazníkovou šetření pro širokou veřejnost v rámci diplomových, bakalářských či jiných prací.

Studenti i učitelé také mohou vyzkoušet na školních skupinách přicházejících do iQparku nové metody výuky, ověřit v praxi teoretické didaktické postupy na různorodých skupinách a v neposlední řadě také využít naše učebny.

Spolupráce s výzkumem a vědci při prezentaci jejich výsledků široké veřejnosti.

Přivítáme náměty na nové aktivity a exponáty i na vylepšení a obměnu stávajících.

### **Hry a klamy - putovní výstava iQparku**

Široká veřejnost mimo Liberec může od léta 2008 navštívit putovní výstavu iQparku nazvanou Hry a klamy, která cestuje po celé České republice. 80 mobilních duplikátů exponátů z iQparku nabízí návštěvníkům možnost potrápit své logické myšlení a prozkoumat některé zajímavé jevy. Putovní výstavu už hostila Praha, Plzeň, České Budějovice, Ostrava, Brno, Pardubice, Vysoké Mýto, Třebíč a další města.

Aktuální informace včetně kontaktů pro zájemce najdete na [1].

### **Odkazy**

[1] iQpark. [On-line] [www.iqpark.cz](http://www.iqpark.cz).

## Experimentální studium náhlého zmrznutí podchlazené vody

ZDENĚK BOCHNÍČEK

Přírodovědecká fakulta MU, Brno

Nina se dvakrát třikrát rozmáchla a hodila led do klidné vody....

Okamžitě zazněl silný praskot, který se nesl až k obzoru.

Galické moře na celém povrchu zamrzlo.

*Jules Verne, Na kometě*

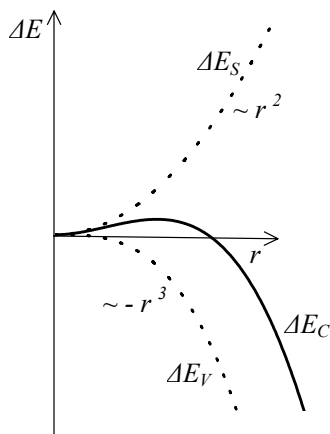
Podchlazení, nebo také přechlazení kapaliny je dobře známý jev, při kterém existuje látka v kapalně fázi i za teplot nižších, než by odpovídalo teplotě fázového přechodu při daném tlaku. Podchlazená voda se běžně nachází v oblacích, kde může její teplota v kapalném stavu dosáhnout až  $-40^{\circ}\text{C}$ . Silně podchlazený je i octan sodný (resp. jeho trihydrát) v tzv. hřejivých polštářcích, které po iniciaci tuhnutí uvolňují krystalizační teplo.

Existence tohoto jevu souvisí s problematikou nukleace krystalizačních zárodků, kterou samotná fázová změna začíná a lze ji v jistém zjednodušení vysvětlit následujícími energetickými úvahami [1].

Předpokládejme, že náhodnou fluktuací vznikl malý zárodek pevné fáze uvnitř kapaliny. Vytvoření zárodku doprovází vznik pevnějších chemických vazeb, což vede ke snížení energie  $\Delta E_V$  systému. Právě tato energie se uvolňuje jako tzv. skupenské teplo tuhnutí. Současně však vzniká nové rozhraní kapalina – pevná látka, s jehož existencí je spojena povrchová energie  $\Delta E_S$  (ve středoškolské fyzice se povrchová energie zmiňuje v souvislosti s povrchovým napětím kapalin). Pro celkovou změnu energie systému  $\Delta E_C$  můžeme psát<sup>3</sup>

$$\Delta E_C = \Delta E_V + \Delta E_S = -Ar^3 + Br^2 \quad (1)$$

kde  $r$  je poloměr nebo jiný charakteristický rozměr zárodku,  $A$  a  $B$  jsou materiálové konstanty. Záporné znaménko popisuje úbytek energie (zde úměrné vzniklému objemu zárodku), kladné znaménko její nárůst (úměrné ploše rozhraní). Grafické znázornění popsaných závislostí je na obr. 1.



Obr. 1

<sup>3</sup> Správněji by měl být použit Gibbsův potenciál, jako termodynamický potenciál při konstantní teplotě a tlaku.

Z uvedeného je zřejmé, že počáteční fáze růstu zárodku vede ke zvyšování energie systému, a proto neprobíhá spontánně, podobně jako voda sama neteče do kopce. Nicméně při velkém podchlazení může náhodnou fluktuací zárodek přerůst kritickou velikostí, tím překonat energetickou bariéru a definitivně odstartovat fázovou změnu. Tento způsob se nazývá homogenní nukleace. Častější je však případ tzv. heterogenní nukleace, kdy nadkritický nukleační zárodek vzniká na nečistotě či defektu, které snižují povrchovou energii zárodku. Toto vede ke snížení kritické velikosti a usnadnění vzniku zárodku nadkritického rozměru.<sup>4</sup>

Jakmile jediný zárodek překoná kritickou velikost, fázová změna dále pokračuje již velmi rychle. Avšak při tuhnutí se uvolňuje skupenské teplo, které vznikající směs ohřívá. Jakmile je ohřevem dosaženo teploty tuhnutí, ustanoví se rovnovážný stav a fázová změna ustane.

V případě náhlého tuhnutí vody je množství vzniklého ledu poměrně malé. Snadno to zjistíme jednoduchým výpočtem z použití kalorimetrické rovnice

$$m_1 c \cdot (t - t_p) = m \cdot l_f, \quad (2)$$

kde  $m_1$  je počáteční hmotnost podchlazené vody,  $m$  hmotnost ledu,  $t_p$  teplota podchlazení,  $l_f$  měrné skupenské teplo tání ledu a  $t$  výsledná teplota směsi (tedy teplota tuhnutí). Po dosazení a výpočtu dostaneme, že na každý stupeň Celsia podchlazení je ve vzniklé směsi asi 1,2% ledu. J. Verne se tedy mýlil, pokud popisoval zamrzání galického moře doprovázené silným praskotem. Ve skutečnosti vzniká jen velmi řídká ledová tříšť, nikoliv masivní led, a žádné praskavé zvuky při tom nelze očekávat.

Měření množství vzniklého ledu představuje zajímavý experimentální problém. Při běžných pokusech je ledu jen velmi málo, je řídce rozptýlen ve vodě a nelze jej od kapalné vody jednoduše oddělit. Jemná ledová tříšť navíc za obvyklé laboratorní teploty rychle taje a samozřejmě i směs vody s ledem při manipulaci přijímá teplo z okolí. Byly vyzkoušeny dvě nepřímé metody měření množství ledu.

### **Kalorimetrická metoda**

Po ukončení tuhnutí co nejrychleji přelijeme obsah nádoby – PET láhve – do kalorimetru a za stálého míchání doléváme teplou vodu až do té doby, než se led rozpustí. Pro rozpuštění platí kalorimetrická rovnice ve tvaru

$$m_2 c \cdot (t_2 - t) = m \cdot l_f + m_1 \cdot c \cdot t, \quad (3)$$

kde  $m_2$  je hmotnost teplé vody,  $t_2$  teplota teplé vody a  $t$  výsledná teplota směsi (očekávána těsně nad 0°C). Pro omezení vlivu tepelných ztrát či zisků je výhodné volit teplotu teplé vody shodnou s teplotou místnosti a nádobu kalorimetru, ve které ke smíchání dojde, předem pomocí směsi vody a ledu vychladit na 0°C. Za této podmín-

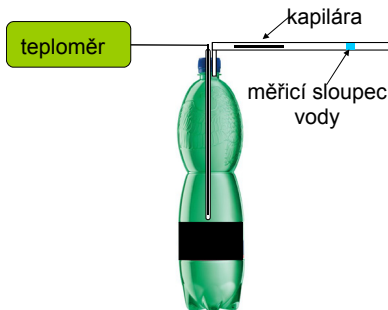
---

<sup>4</sup> Problém nukleace se neobjevuje pouze u tuhnutí, ale také například při varu a kondenzaci vody z vodní páry. Přehřátá voda nezačne vřít z velmi podobného důvodu, jako podchlazená voda nezačne tuhnout. Chemikové tomuto stavu říkají utajený var. Protože při práci v chemické laboratoři představuje určité riziko, běžně se utajenému varu zabrání použitím tzv. varného kamínku, který vlastně zajistí heterogenní nukleaci bublinek páry.

ky nemusíme v rovnici (3) počítat s kapacitou kalorimetru. Množství použité teplé vody zjistíme nejsnáze tak, že zvážíme nádobu s teplou vodou před a po experimentu.

### Měření změny objemu při tuhnutí

Tento experiment je náročnější jak na přípravu, tak i na vlastní provedení. Základní myšlenka vychází ze známého faktu, že led má menší hustotu než kapalná voda a při částečném ztuhnutí proto dojde ke zvětšení celkového objemu směsi. Vzhledem k tomu, že ledu vznikají řádově jen procenta a hustota ledu se od vody liší o méně než 10%, je celková změna objemu menší než 1%. Je tedy zřejmé, že v tomto případě musíme realizovat jemný a citlivý experiment.



Obr. 2

Změnu objemu měříme z posuvu krátkého vodního sloupce ve skleněné trubičce, kterou hadičkou spojíme s hermeticky uzavřeným vnitřkem PET láhve. Objemovou kalibraci skleněné trubičky nejsnáze provedeme citlivým zvážením prázdné trubičky a trubičky naplněné vodou. Protože tuhnutí nejsnáze iniciujeme úderem, je dobré mezi měřicí trubičkou a láhev vložit skleněnou kapiláru, která odstíní prudké změny tlaku při úderu a ochrání měřicí vodní sloupec před roztržením. Současně můžeme měřit i teplotu v láhvi, například termočlánkem umístěným do zdola zatavené skleněné trubičky, kterou přes víčko vzduchotěsně vsuneme do láhve. Vyvarujeme se tak přímému kontaktu podchlazené vody s teplotním čidlem, který snižuje pravděpodobnost, že se nám podaří dosáhnout většího podchlazení.

Pro objem podchlazené vody  $V_V$  a směsi vody s ledem  $V_S$  platí vztahy:

$$V_V = \frac{m_1}{\rho_V}, \quad V_S = \frac{m_1 - m}{\rho_V} + \frac{m}{\rho_L}, \quad (4)$$

kde  $\rho_V$  je měrná hmotnost kapalné vody a  $\rho_L$  měrná hmotnost ledu. Odtud dostaneme vztah pro neznámou hmotnost ledu  $m$

$$m = \frac{(V_S - V_V)\rho_L \cdot \rho_V}{\rho_V - \rho_L}. \quad (5)$$

Je zřejmé, že experimentální výsledky jsou zatíženy systematickými chybami. Při práci za běžné pokojové teploty se nelze vyhnout ohřívání chladné směsi během manipulace, které systematicky snižuje naměřenou hmotnost ledu. Největší vliv bude mít pravděpodobně ohřev vzduchu v trubičce, kterou měříme objemovou změnu. Tuto chybu lze částečně korigovat následujícím způsobem:

Předpokládejme, že při vzrůstu objemu při tuhnutí je z láhve vytlačován vzduch, který má počáteční teplotu rovnu teplotě podchlazené vody. Ve spojovací hadičce je tento vzduch ohřát na teplotu okolí. Změnu objemu  $\Delta V$  spojenou s tímto ohřátím určíme ze stavové rovnice pro izobarický děj

$$\Delta V = \frac{t_2 - t_p}{T} (V_s - V_v), \quad (6)$$

kde  $T$  je průměr teplot  $t_2$  a  $t_p$  vyjádřený v kelvinech. Hmotnost ledu pak s touto korekcí určíme jako:

$$m = \frac{(V_s - V_v - \Delta V) \rho_L \cdot \rho_v}{\rho_v - \rho_L}. \quad (7)$$

Obě dvě výše popsané metody lze použít současně při jednom ztuhnutí, a tak získat dvě zcela nezávisle naměřená čísla umožňující bezprostřední srovnání. Pokud při chlazení vody měříme i teplotu podchlazené vody, získáme třetí nezávislý údaj vypočtený přímo z rovnice (2).

Výsledky několika experimentů jsou uvedeny v následující tabulce.

celková hmotnost vody (g)	podchlazení	hmotnost ledu (g)			
		vypočtená z rovnice (2)	z kalor. měření (3)	ze změny objemu	
				bez korekce (5)	s korekcí (7)
500	- 5,4°C	34,0	34,8	37,7	34,1
525	- 4,7°C	31,1	21,3	29,6	26,6
525	- 4,6°C	30,5	22,3	29,6	26,6
1500	- 3,8°C	71,9	47,7	53,2	48,2
1500	- 5,0°C	94,6	58,8	72,8	65,1

Data v tabulce představují reprezentativní soubor s většího počtu měření, do kterého byly vybrány výsledky z více i méně úspěšných pokusů. Jen s ojedinělými výjimkami je nejvíce odlišná hodnota přímo vypočtená z rovnice (2). Důvodem je fakt, že teploměr měří teplotu jen v jednom místě láhve, přičemž rozložení teploty určitě není homogenní. Vodou v láhvi však pro dosažení homogenity nelze míchat, aby se předčasně neinicovalo tuhnutí. Jediný schůdný způsob, jak lépe určit střední hodnotu teploty podchlazené vody, je pravděpodobně měření teploty současně ve více místech. Toto by však úlohu výrazně zkomplikovalo, a proto od tohoto měření bylo upuštěno.

Množství ledu určené ze změny objemu vychází systematicky větší, než kalorimetrické měření. Tento fakt lze, alespoň částečně, vysvětlit tím, že z principu metod je nutné provést kalorimetrický experiment až z jistou prodlovou po určení změny objemu. V této době se směs od okolního vzduchu ohřívá a část ledu předčasně taje.

Korekce na ohřev vzduchu vždy působila správným směrem, což podporuje její oprávněnost.



### **Praktické poznámky k provedení experimentů**

Podchlazenou vodu nejsnáze získáme v zimě, kdy je ranní venkovní teplota kolem  $-5^{\circ}\text{C}$ . Do čisté vypláchnuté PET láhve nalijeme čistou vodu a necháme venku přes noc. K iniciaci tuhnutí stačí prudčeji lahvi bouchnout o zem, případně do ní vhodit malý kousek ledu či sněhu. Autor pro tyto účely používal obyčejnou „brněnskou“ vodu z vodovodu a při mnoha desítkách pokusů bylo dosaženo lepší než 90% úspěšnosti.

Ve většině případů se však nelze spoléhat na počasí a vodu je nutné vychladit uměle. Bohužel běžné chladničky ani mrazničky k tomuto účelu vhodné nejsou, v chladničce je teplota příliš vysoká a v mrazničce naopak nízká a je tedy vysoká pravděpodobnost že voda spontánně zmrzne. Dobře se osvědčilo chlazení směsí solného roztoku a ledu. Na podchlazení 1,5l PET lahve stačí asi 1kg ledové tříště, kterou smícháme s půl litrem vychlazené vody. Za stálého míchání přidáváme sůl tak, aby teplota směsi klesla na  $-8^{\circ}\text{C}$  až  $-9^{\circ}\text{C}$ . Ledovou tříšť a PET láhev s vodou pak umístíme do dobře tepelně izolované nádoby. Pokud výchozí teplota vody je blízka  $0^{\circ}\text{C}$ , k dostatečnému podchlazení stačí 30 – 60 minut. Je výhodou, máme-li uvnitř láhve zabudován teploměr (viz obr. 2). Pak můžeme kontrolovat teplotu podchlazení a okamžitě také poznáme, pokud nám voda nechtěně zmrzne (teplota rychle stoupne na  $0^{\circ}\text{C}$ , kde dlouho setrvá).

Celý experiment je třeba provést co nejrychleji, pro omezení ohřevu směsi, proto si vše předem pečlivě připravíme. Ne vždy se podaří vylít všechen led z láhve přes její hrdlo a je nutné láhev rychle rozfříznout. Velmi důležitým parametrem, který výrazně ovlivní výsledek, výsledná teplota rozpuštěné vody v kalorimetru. Vždy je několik desetin stupně nad nulou, neboť pro urychlení roztátí je lepší nalít do směsi trochu více teplé vody. Pro měření výsledné teploty je třeba použít co nejpřesnější teploměr.

Experiment probíhá tak, že nejprve opatrně vyjmeme láhev z chladicí směsi. V té době je láhev již připojena k měřicí trubičce. Poznamenáme počáteční polohu vodního sloupce v trubičce. Uderem láhve o stůl iniciujeme tuhnutí a pozorujeme posuv vodního sloupce. Jakmile se zastaví a nebo výrazně zpomalí, poznamenáme jeho konečnou polohu. Nezdržujeme se čtením poloh na stupnici, ale obě polohy jen rychle označíme, například připnutím prádelního kolíčku na měřicí trubičku. Co nejrychleji vyprázdníme obsah láhve do kalorimetru předem vychlazeného na  $0^{\circ}\text{C}$ . Za stálého míchání doléváme teplou vodu a pečlivě sledujeme okamžik, až všechen led roztaje. Po celou dobu máme v kalorimetru vložen citlivý teploměr, také předem vychlazený na  $0^{\circ}\text{C}$ , aby změření výsledné teploty směsi proběhlo co nejrychleji. Potřebná experimentální data – posuv vodního sloupce v trubičce a hmotnost použité teplé vody – změříme a zapíšeme až po ukončení experimentu.

#### **Literatura**

[1] <http://en.wikipedia.org/wiki/Nucleation>

## **Dataloggery ve výuce fyziky aneb Fyzika s Vernierem**

*PAVEL BÖHM, JAKUB JERMÁŘ*

*KDF MFF UK Praha*

Příspěvek si klade za cíl seznámit čtenáře s existencí univerzálních školních měřicích systémů, kterým se říká dataloggery. V příspěvku je podán přehled nejznámějších systémů dostupných v České republice. Nakonec je nabídnuto několik námětů na využití systému Vernier LabQuest ve výuce fyziky.

### **Dataloggery**

Dataloggery jsou přístroje určené k měření a záznamu naměřených dat. Obvykle jde o „krabičku“ vybavenou konektory pro připojení měřicích senzorů. Ve výuce se nejčastěji používají ve výuce přírodních věd, především fyziky, chemie a biologie – tomu je obvykle přizpůsobena i nabídka senzorů.

Výhod použití dataloggerů oproti měření s běžnými měřicími přístroji je několik. Začneme tím, že datalogger naměřená data rovnou zaznamená do paměti a lze je následně snadno vyhodnotit či statisticky zpracovat. Další výhodou je jednotné ovládání – ať už studenti měří vzdálenost sonarem, teplotu teplotním čidlem, sílu siloměrem či třeba atmosférický tlak barometrem, ovládání je stále stejné, čímž se eliminuje spousta chyb způsobených možným nepochopením ovládání rozličných měřicích přístrojů. Také to šetří čas, který by jinak musel být vynaložen na vysvětlování ovládání jednotlivých měřidel. Mezi důležité přednosti dataloggerů patří možnost zachytit průběh velmi rychlých či naopak dlouhotrvajících dějů. U rychlých dějů jsme omezeni pouze snímkovací frekvencí daného čidla či dataloggeru, v případě dlouhotrvajících dějů pak pouze kapacitou paměti a (v případě měření mimo dosah elektrické sítě) výdrží akumulátoru. S většinou dataloggerů totiž lze měřit i v terénu.

### **Co je na trhu**

V současné době se v České republice používají zejména systémy ISES, Pasco a Vernier, existují ale i další (IP-Coach, Pierron Nova, LogIT) [1, 2, 3, 4, 5, 6] – při výběru vhodného dataloggeru si tedy můžeme vybírat a porovnávat jednotlivé nabídky. Doporučujeme věnovat pozornost zejména těmto kritériím:

#### **Dostupné senzory**

Zjistěte si, zda daný výrobce poskytuje senzory, o které máme zájem. Někteří výrobci se specializují zejména na fyzikální měření (ISES), jiní pokrývají širší oblast přírodních věd (Pasco, Vernier).

## **Cena**

Je třeba rozlišit cenu jednotlivých senzorů a cenu dataloggeru. Každá značka obvykle poskytuje více druhů dataloggerů, které dokážou spolupracovat s nabízenými senzory. ISES nabízí rozhraní připojitelné k počítači za cenu okolo 30 tisíc korun. Pierron Nova SX stojí asi 22 tisíc, Pasco Xplorer GLX dostaneme za zhruba 15 tisíc, Vernier LabQuest je k dostání za necelých 13 tisíc korun, LogIT Voyager stojí přibližně 11 tisíc korun. Cenu dataloggeru IP Coach se nám nepodařilo zjistit.

Pokud nepotřebujeme měřit v terénu a s více senzory současně, může být finančně mnohem výhodnější použít rozhraní pro přímé propojení senzoru s počítačem. Vernier nabízí rozhraní Go!Link, Pasco USB link, obojí v ceně okolo 2 500 Kč.

## **Přenosnost**

Přenositelnost je důležitá, pokud chceme měřit v terénu (zrychlení vlaku, změna tlaku při jízdě lanovkou). Oceníme ji ale také tehdy, když potřebujeme při výuce používat tyto přístroje v různých učebnách. Pokud naopak hodláme vytvořit pevné pracoviště v určité místnosti, nemusíme se o přenositelnost zajímat.

Pokud je nám známo, kromě ISESu, který je vázaný na konkrétní stolní počítač, jsou všechny ostatní výše zmíněné dataloggerly snadno přenositelné.

Pozor ale na to, že pohodlnost práce v terénu (a tedy přenositelnost) se může typ od typu značně lišit. Například Vernier LabQuest je díky dotykovému displeji snadno použitelný v terénu. To už ale neplatí pro Vernier LabPro – toto rozhraní sice rovněž dokáže pracovat na baterie v terénu, ale absence displeje neskýtá příliš velký komfort.

Pokud máme notebook (nebo dokonce netbook), můžeme si přenositelné pracoviště vytvořit i pomocí Vernier Go!Linku (nebo Pasco USB linku). Je ale potřeba zvážit, jestli je to v dané situaci pro notebook bezpečné.

## **Čeština**

Dataloggerly jsou obvykle dostupné s anglickým menu, případně s menu v dalších světových jazycích. Toho můžeme využít pro výuku odborné terminologie. Při vyučování fyziky ovšem může být cizí jazyk příliš velkou bariérou, je proto vhodné předem rozmyslet, kdy má smysl cizojazyčný systém používat, případně jak studentům pomoci, aby jim cizí jazyk nečinil potíže (vytvořit předem slovníček a podobně).

Ovládání v češtině nabízí ISES a nově (od podzimu 2009) také Vernier LabQuest.

## **Pohodlnost ovládání**

Zde jde do značné míry o subjektivní záležitost a také o zvyk. Některé systémy lze ovládat jen přes připojený počítač (ISES), některé i tlačítky na těle přístroje (např. Pasco Xplorer) nebo pomocí dotykového displeje (např. Vernier LabQuest).

## **Odolnost**

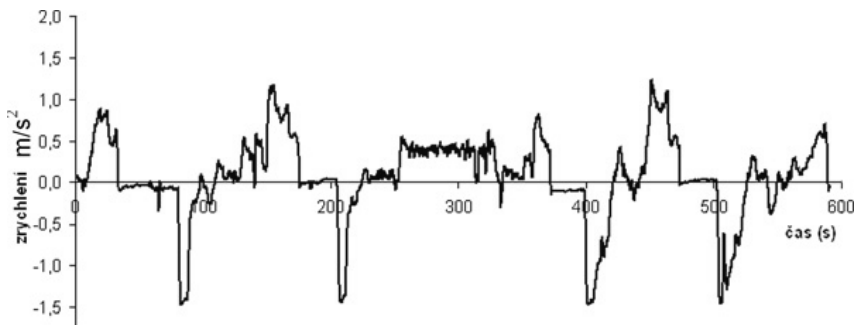
Důležitá je i odolnost přístroje. Dostane-li se do rukou zvědavým či třeba nešikovným studentům, jistě "dostane zabrat".

## **Náměty na využití Vernier LabQuestu**

LabQuest je přenosné rozhraní ovladatelné přes dotykový displej s českým menu. Lze k němu připojit současně několik senzorů a díky mnohahodinové výdrži baterie měřit v terénu. Naměřená data lze zpracovat přímo v LabQuestu nebo exportovat do tabulkového editoru.

## **Zrychlení**

Po připojení akcelerometru můžeme proměřovat zrychlení výtahu, na kolotoči, centrifuze či horské dráze z pouťových atrakcí a podobně. Učitel může takto vytvořit záznam jízdy v dopravním prostředku a učit studenty z grafu číst. Data je možné vyhladit použitím klouzavého průměru přes několik sekund.



Záznam zrychlení při jízdě v pražském metru

K záznamu zrychlení v pražském metru, který vidíte na obrázku, můžeme studentům položit například tyto otázky:

1. Jak je graf orientován? Při kladných hodnotách vlak brzdí, nebo zrychluje?
2. Jak dlouho čeká metro ve stanici? Jak dlouho trvá cesta mezi stanicemi?
3. Jakého zrychlení vlak dosahuje, když brzdí a když se rozjíždí?
4. Jak dlouho vlak při rozjíždění zrychluje?
5. Jakou silou se musím držet, abych se udržel na místě?
6. Jakou nejvyšší rychlost metro přibližně dosáhne?

Některé otázky lze snadno vyčíst z grafu, nad dalšími je potřeba trochu se zamyslet. Poslední otázku lze řešit numerickou integrací v tabulkovém editoru. Pozor, výsledek vyjde v metrech za sekundu (ne v km/h).

### **Závislost tlaku na výšce**

Po připojení barometru můžeme zkoumat úbytek tlaku s výškou. Hustota vzduchu je zhruba 1,2 kg na krychlový metr, takže s každým metrem se tlak sníží přibližně o 12 Pa. To lze změřit i ve školní třídě. Můžeme ovšem nechat jít studenty postupně od sklepa až do nejvyšších pater, případně použít výškové budovy (nebo kopce) v okolí. Zvláště zajímavé by bylo použití barometru při cestě lanovkou na vysokou horu nebo při exkurzi do dolů.

### **Teplota**

LabQuest má v sobě zabudovaný teploměr. Kromě toho k němu lze připojit dva druhy externích teploměrů – robustní nerezové teplotní čidlo a povrchový teploměr. Povrchový teploměr měří teplotu bodově a reaguje rychle na změny teploty, aniž by sám příliš ovlivňoval měřený vzorek. Lze toho využít jak při kalorimetrických experimentech ve škole, tak třeba pro zkoumání teploty v chladničce nebo mrazničce.

Můžete studentům LabQuest půjčit domů a nechat je zjišťovat, jak se mění teplota v chladničce při otevírání a vyjímání potravin, jak se liší teplota v horní a spodní části, jak se teplota mění v průběhu noci (chladicí zařízení se periodicky spíná).

### **Koncentrace oxidu uhličitého**

Čidlo koncentrace oxidu uhličitého můžeme využít ke zkoumání koncentrace v různých částech města (křižovatky, parky) a také v souvislosti s naším vlastním dýcháním.

Lze měřit koncentraci ve vydechovaném vzduchu a následně ve vydechnutém vzduchu po co nejdelším zadržení dechu. Velmi zajímavé je také umístit čidlo přes noc do pokoje a sledovat postupný nárůst koncentrace během spánku a pokles při ranním větrání pokoje.

### **Čidlo polohy – sonar**

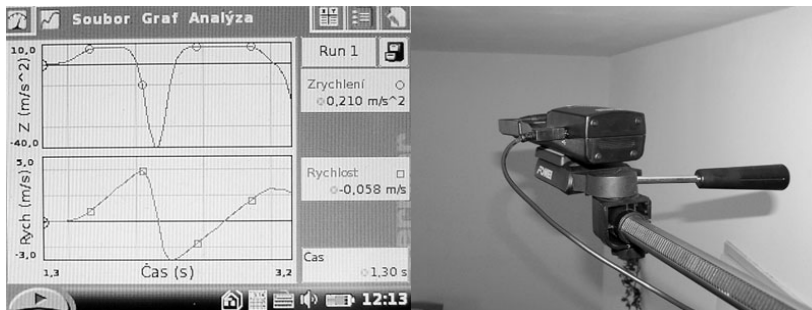
Po připojení sonaru získáme účinný nástroj pro měření polohy, rychlosti a zrychlení. Stačí sonar namířit na sledovaný předmět (ideální vzdálenost je 20 cm až několik metrů) a spustit měření. Ze zpoždění odražených ultrazvukových vln přístroj dopočítá vzdálenost a na základě změny vzdálenosti v čase také rychlost a zrychlení.

V LabQuestu můžeme nechat generovat náhodné grafy závislosti polohy nebo rychlosti na čase. Úkolem studentů pak je pohybovat sonarem (nebo vlastním tělem před sonarem) tak, aby co nejpřesněji zkopírovali předepsaný graf. Tato aktivita může pomoci pochopit souvislost grafů s reálnými pohyby.

Sonarem lze také zkoumat pohyb v nejrůznějších situacích – skákání míče, pád různých předmětů (kniha vs. papírový tácek), kmitání závaží na pružině a podobně.

Můžeme využít toho, že sonar lze uchytit do standardního stativu. V LabQuestu nebo v tabulkovém editoru je užitečné do jednoho grafu (nebo do dvou grafů pod sebe) zobrazit současně zrychlení a rychlost nebo polohu a rychlost, případně zrychlení a polohu. Následně nad grafy můžeme diskutovat jednotlivé části pohybu.

Zajímavé je, že gymnastický míč nepadá se zrychlením  $9,8 \text{ ms}^{-2}$ , jak bychom možná na poprvé čekali, ale se zrychlením zhruba  $8,3 \text{ ms}^{-2}$ . Důvodem je vztlková síla působící na míč. Hmota, která efektivně způsobuje urychlování míče, je vlastně pouze hmota gumy, ze které je zhotoven obal míče. Tíha vzduchu uvnitř balónu, který se na urychlování také podílí, je kompenzována vztlkovou silou (ne úplně přesně, vzduch v míči má větší tlak než je atmosférický tlak, je tedy hustší). Se šikovnějšími studenty můžeme míč zvážit a změřit a k uvedenému rozdílu ve zrychleních poměrně přesně dojít výpočtem.



Vlevo: prohlížení záznamu zrychlení a rychlosti skákajícího míče v LabQuestu.

Vpravo: uchycení sonaru u stropu pomocí stativu od fotoaparátu.

### Optická závora

Optická závora na jednom místě vysílá paprsek, na druhém ho snímá. Časy přerušení paprsků jsou zaznamenávány, čehož lze využít pro zkoumání periody kyvadla nebo určování rychlosti předmětů. Tato rychlost se určuje z doby zakrytí paprsku a známé velikosti předmětu (nelépe kvádru nebo třeba hřebenu se známou roztečí zubů). Optických závor můžeme po trajektorii předmětu rozmístit několik.

### Další experimenty

Tím pochopitelně možnosti využití nekončí, senzorů jsou desítky a u každého z nich je možné vymyslet mnoho zajímavých experimentů do školy, domů, do města i do přírody. Chce to jen zapojit fantazii a hravost.

### Literatura

- [1] <http://www.ises.info/old-site/index1.html>
- [2] <http://www.pasco.com/home.cfm>
- [3] <http://www.vernier.cz>
- [4] <http://vydra.troja.mff.cuni.cz/bobo/ipcoach/default.cz>
- [5] <http://www.pierron.cz/>
- [6] <http://www.eduxe.cz/logitworld/index.php>

## Pár věcí z tábora, tentokrát na téma „Výprava za čtvrtým rozměrem aneb Čas a pohyb kolem nás“

PAVEL BÖHM, VĚRA KOUDELKOVÁ

Katedra didaktiky fyziky, Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy  
v Praze

V tomto příspěvku jsou stručně představeny nejzajímavější projekty realizované v rámci odborného programu Soustředění mladých matematiků a fyziků – konkrétně jde o tyto projekty: bublinologie, kouzlo okamžiku, theremin, planimetr, konferenční časomíra, digitální hodiny a plotter.

### O tábore

O *Soustředění mladých matematiků a fyziků* (dále jen „tábor“) [1] referujeme na *Veletrhu nápadů učitelů fyziky* každoročně. Protože letos máme opravdu hodně projektů, které stojí aspoň za krátké představení, vynecháme tentokrát ostatní informace (o mimoodborném programu, zvaných přednáškách, kursech matematiky a fyziky a podobně). Podrobnější informace o minulých i budoucích táborech lze hledat na stránkách tábora [1].

### Projekty

Odborné téma letošního tábora jsme nazvali *Výprava za čtvrtým rozměrem aneb Čas a pohyb kolem nás*. Neznamená to, že nemohly být realizovány na přání účastníků i projekty s tímto tématem související jen málo, nebo dokonce skoro vůbec.

Seznam letošních projektů:

- Bublinologie
- Kouzlo okamžiku
- Theremin
- Planimetr
- Konferenční časomíra
- Digitální hodiny
- Plotter
- Dejte mi pevný bod a pohnu Zemí
- Možnosti krystalky
- Na šikmé ploše
- Radioaktivita
- Setrvačníky
- Sluneční hodiny
- Jak dlouho trvá
- Jak dlouho padá
- Hejblátka

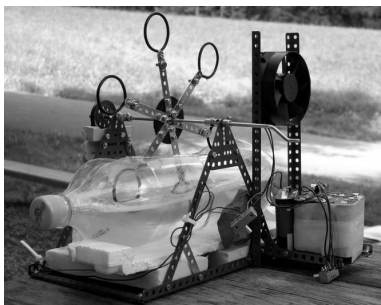
## Bublinologie

S bublinami se dá dělat spousta věcí. Vděčné je už samotné vyrábění bublin. Aby bubliny šly udělat co největší a dlouho vydržely, musíme mít správný roztok. Návodů na výrobu vhodných roztoků můžeme najít na internetu mnoho (například v [2], kde je i mnoho jiných užitečných informací o bublinách), obvykle roztoky obsahují vodu, saponát a přísady na zpevnění bublin (glycerol, želatina, cukr, vazelína a podobně). Nám se osvědčil roztok voda : jar : glycerol = 20 : 2 : 1.

Bubliny se dají vyfukovat téměř z jakéhokoli předmětu s uzavřeným obvodem a volnou plochou uprostřed, na které se roztok zachytí, např. trychtýř, drátěné konstrukce, provázek, uříznutá PET láhev a mnohé další.

Čím je větší plocha, tím větší jsou i bubliny, proto je pro velké bubliny vhodná asi 2 m dlouhá tyč s popruhy, jež jsou připevněny na konci a na posuvném válci, takže lze měnit tvar plochy.

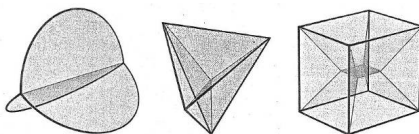
Pro automatické generování velkého množství bublin jsme vyrobili „bublinostroj“, což byla konstrukce z Merkuru se šesti drátěnými očky, která se pomocí elektricky poháněné hřídele otáčela kolem společné osy, a při každém otočení nabrala z PET láhve trochu roztoku, který byl díky počítačovému větráčku proměněn v bubliny. Takto bylo možné během krátké chvíle vytvořit několik desítek bublin.



Bublinostroj

### Tvary bublin

Bubliny se v důsledku povrchového napětí snaží zaujmát tvar s co nejmenším povrchem. Pro jednotlivé volné bubliny je to koule. Zajímavější tvary lze pozorovat při styku více bublin nebo je-li blána vytvořená v drátěné konstrukci.

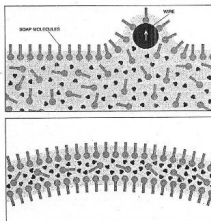


Zajímavé tvary blan vytvořené v drátěných konstrukcích



## Struktura a barvy bublin

Bubliny mají tři vrstvy. Vnitřní a vnější je tvořena molekulami mýdla, zatímco prostřední vodou.



Povrch bubliny

Vytvoříme-li bublinovou blánu uvnitř svislého rámečku, bude roztok vlivem gravitace postupně stékat, takže horní části budou tenčí než dolní části. Na bublinové bláně se uplatňuje interference, což způsobuje duhové zbarvení.

## Jak určit tloušťku stěny bubliny

Tloušťku bubliny určíme změřením jejího průměru a hmotnosti při znalosti hustoty bublinového roztoku, protože:

$$\text{hmotnost bubliny} = \pi(\text{průměr})^2 \cdot \text{tloušťka} \cdot \text{hustota roztoku}.$$

Hmotnost bubliny jsme určili zvážením 100 bublin vytvořených bublinostrojem. Tloušťka bubliny vyšla řádově v mikrometrech.



Výroba obřích bublin pomocí provázkového bublifuku

## Kouzlo okamžiku

Pomocí fotoaparátu Casio EX-F1 (cena okolo 18 000 Kč) lze pořizovat vysokorychlostní videa (až 1200 snímků za sekundu při nízkém rozlišení  $336 \times 96$ ). Můžeme tak prozkoumávat děje, které bychom jinak díky jejich krátkému trvání neměli šanci vnímat.

### **Několik námětů na použití rychloběžné kamery**

Blikání zářivky, hoření prskavky, zapálení sirky, odraz míče, prasknutí balónku s vodou, volný pád pružiny, hmyz, destrukce všeho možného (my jsme například házeli jablko z druhého patra na chodník), voda, struny, ...

### **Na co si dát pozor**

Při pořizování je vhodné mít stativ a dobře si přichystat scénu. Musí být dobře osvětlená (ještě lépe než při normálním focení) a je potřeba promyslet rozestavení předmětů. Naším nejčastějším problémem bylo „utíkání“ natáčených objektů mimo záběr. Při rychlosti 1200/s za sekundu je totiž aktivní zorný úhel velmi malý. Je vhodné pomocí nenápadných značek předem označit místa, která fotoaparát ještě zabírá.

Video je nutné sestříhat, protože pouze malá část natočeného materiálu obsahuje něco zajímavého – to je způsobené tím, že i drobná prodleva před a po události, kterou chceme zachytit, znamená mnoho desítek sekund natočeného filmu.

### **Náměty na další využití videí**

Může být zajímavé videa pouštět pozpátku (zvláště u destrukcí předmětů).

Nad zpracovanými videi se můžeme dále zabývat měřením času. Lze například ověřit frekvenci blikání zářivky, počítat dopadovou rychlost míče a dobu odrazu, frekvenci mávání křídel hmyzu a podobně.

Natočená videa mohou sloužit jako doplněk při výuce. Například lze pozorovat, jak můra naklání při mávání křídla jiným způsobem při pohybu nahoru a jinak při pohybu dolů. Podobně to děláme my s dlaněmi, když plaveme. To může sloužit při studiu odporových sil.

### **Theremin**

Theremin je elektronický hudební nástroj vynalezený v 1. polovině 20. století. Při hraní na theremin se hudebník nástroje nedotýká – ovládání hlasitosti i frekvence zvuku je založeno na pohybu rukou a prstů. Vyluzovaný zvuk je podobný lidskému hlasu nebo smyčcovým nástrojům.

Na YouTube po zadání slova *theremin* lze najít výukové lekce hraní na theremin i skladby hrané nebo doprovázené profesionálními thereministy.

### **Princip thereminu**

Tento hudební nástroj je založen na vytváření záznejů (rázů) pomocí rozladování dvou vysokofrekvenčních oscilačních obvodů. Frekvence jednoho z obvodů je pevná, základní frekvence druhého obvodu je totožná, ovšem drobnými pohyby prstů a rukou ji můžeme měnit prostřednictvím změny indukce a kapacitance při pohybech rukou a prstů. Přivedeme-li složený signál z obou oscilačních obvodů na reproduktor (a zesílíme), dostaneme po náležitém vyladění záznej na slyšitelných frekvencích.

Náš táborový theremin pochopitelně zdaleka nedosahoval kvalit profesionálních zařízení, demonstroval ale dobře možnost funkce takového hudebního nástroje.

## Planimetr

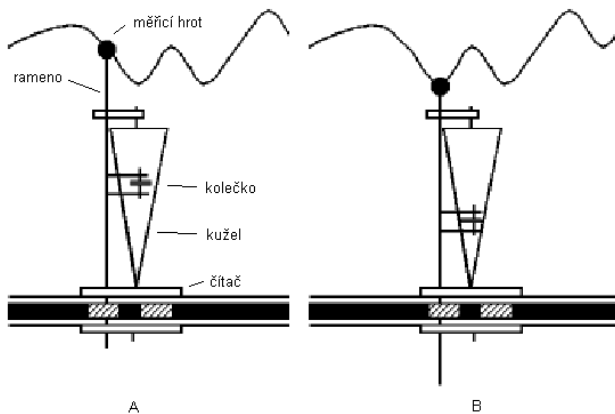
Planimetr je přístroj na měření plochy („plochoměr“). Existuje několik druhů mechanických planimetrů (lineární, polární, kuželový a další).

### Jak se s planimetrem měří

Měření s planimetrem probíhá tak, že po obvodu měřené plochy objedeme jednou kolem dokola hrotem připojeným na rameno planimetru.

### Jak funguje kuželový planimetr

Princip funkce kuželového planimetru je zobrazen na obrázku. Měřícím hrotem objíždíme obvod obrazce. Při pohybu nahoru a dolů se díky spojení hrotu s ramenem planimetru mění místo, ve kterém je kolečko přitlačeno ke kuželu. Při pohybu doprava kolečko otáčí kuželem na jednu stranu – tím rychleji, čím níže je kolečko přitlačeno. Dochází k zvyšování hodnoty čítače (což je další kolečko pevně spojené na stejné ose s kuželem). Při pohybu doleva podobným způsobem dochází ke snižování hodnoty čítače.

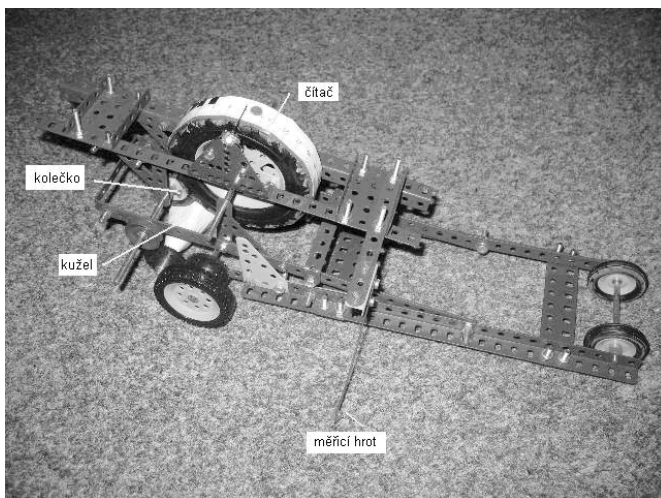


Kuželový planimetr v akci

Představíme-li si pro jednoduchost, že takto objedeme obdélník ABCD, vykoná hrot postupně čtyři cesty (AB, BC, CD a DA). Na cestě AB dochází k rychlému načítání hodnoty na čítači. Při cestě BC se hodnota čítače nemění, ale změní se místo přitlačení kolečka ke kuželu. V důsledku toho se při cestě CD odečítá hodnota na čítači pomaleji. Po návratu na původní místo po cestě DA tak na čítači bude jiná hodnota než na začátku. Po kalibraci lze takto měřit plochu například v centimetrech čtverečních.

Pro zhotovení planimetru si řešitelé projektu vybrali stavebnici Merkur. Kužel byl zhotovený z pevného papíru, čítač nebyl na společné ose s přitlačným kolečkem, ale byl k tomuto kolečku rovněž přitlačen (z druhé strany).

Značná robustnost zařízení v kombinaci s menší pevností papírového kuželu způsobily, že posouvání kolečka po kuželu bylo nutné řešit jeho nadzdvihnutím. S přístrojem tedy bohužel nešlo měřit obsahy libovolných obrazců, ale pouze obdélníků. Vyzkoušeli jsme ale, že tento princip dobře funguje.



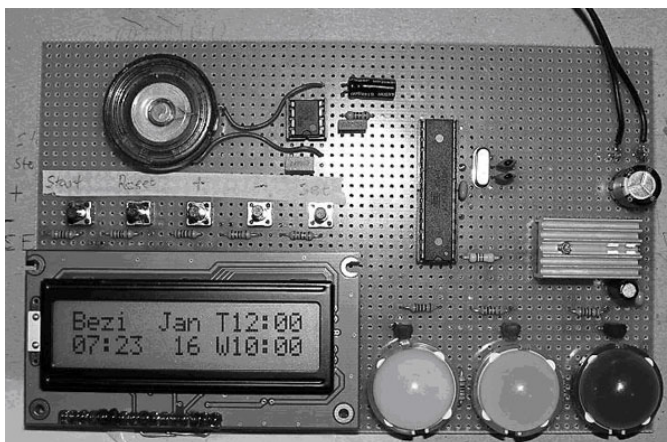
Kuželový planimetr zhotovený ze stavebnice Merkur

## Konferenční časomíra

Cílem projektu bylo sestavit programovatelné zařízení pro odměřování času na konferencích. Po nastavení *času varování* a *maximálního času* jsou na displeji odpočítávány minuty a sekundy. Po dosažení *času varování* přestane svítit zelená dioda, zařízení pípne a rozsvítí se žlutá dioda. Řečník tak ví, že už se mu čas chýlí ke konci. Po dosažení *maximálního času* se rozsvítí červená dioda a zařízení třikrát výrazně pípne.

## Vybavení

Pro zhotovení byly použity velké LED, LCD displej 16×2 znaky [3], osmibitový mikrokontroler ATmega8 firmy Atmel, programátor STK200 a další běžné elektronické součástky.



Konferenční časomíra v akci: čas na příspěvek nastaven na 12 minut, varování dvě minuty před koncem, aktuální čas je 7:23. Nad displejem je pět ovládacích tlačítek (Start, Reset, +, -, Set) a nad nimi reproduktor

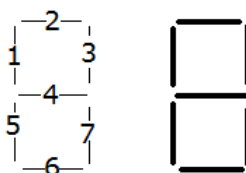
## Digitální hodiny

V rámci projektu vznikly digitální hodiny, které každou čtvrt hodinu odbíjejí (jako na věžních hodinách) a každou hodinu pouštějí orloj.

### Odbíjení

Jádrum zvonice je relé přitahující v pravidelných intervalech kladívko, které tak odbíjí do zavěšené kovové trubky (jako nejvhodnější se ukázalo zavěšení v první a poslední čtvrtině délky).

Dále bylo nutné nastavit rozpoznávání toho, že hodiny právě ukazují celou čtvrt hodinu. Každá zobrazená číslice je definována jedinečnou kombinací rozsvícených řad diod. Například jednička má rozsvícené řady 3 a 7. Nula vše kromě řady 4.

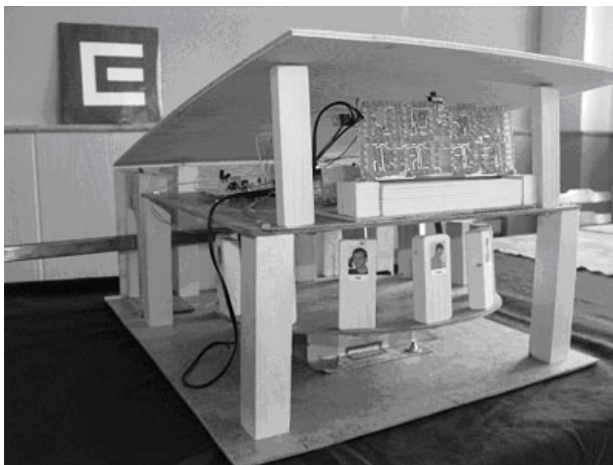


Zobrazení na LCD displeji

Analýzou jednotlivých číslic bylo zjištěno, že není potřeba pro rozpoznání konkrétní číslice zjistit signál ze všech sedmi řad. Například zkoumáme-li číslici na pozici *desí-*

tek minut (mohou to být 0, 1, 2, 3, 4 nebo 5), jedná se jednoznačně o nulu, pokud svítí 2 a nesvítí 4.

Pomocí podobných úvah a vhodného zapojení logických hradel bylo dosaženo odbíjení po čtvrthodinách.



Digitální hodiny s odbíjením a orlojem

### **Orloj**

Otáčivá platforma orloje byla poháněna motorkem pro vysouvání CD z mechaniky. Ložisko orloje bylo tvořeno motorkem CD mechaniky. Mechanismus se spouštěl v celou hodinu na jednu minutu.

### **Plotter**

Cílem projektu bylo vyrobit nástroj na vykreslování (plotter) z levně dostupných součástek (vyřazená elektrozařízení apod.).

Posun po ose Y zajišťovala pojezdová mechanika starého scanneru, posun po ose X mechanika vyřazené inkoustové tiskárny. Univerzální držák psacích potřeb (kancelářská svorka) byl po ose Z posouván pomocí posunovače čtecí diody z rozbité notebookové DVD mechaniky.

Do držáku mohl být vložen fix, který pak při pohybu po osách X, Y a Z vykresloval obrázky vkládané ve formátu TGA.

Maximální rozlišení plotteru bylo 98 dpi v ose X a 599 dpi v ose Y. Velký rozdíl byl způsoben nestejným krokem motorků.

## Konstrukce

Z počítače šly řídicí signály přes USB do mikročipu ATmega8, který ovládal dva budíče krokových motorků L293D (posun X, Y) a H-můstek pro ovládání lineárního motoru pro posun v ose Z. Pro komunikaci byl navržen protokol založený na knihovnách V-USB a libusb-dev.

Vykreslování jednoho obrázku trvalo poměrně dlouho (desítky minut), proto byl algoritmus vykreslování postupně vylepšován tak, aby se například kreslilo při postupu oběma směry na ose X, aby motorek nezajížděl do maximální polohy v případě, že už tam stejně nebude nic vykreslováno nebo aby se fix nezvedal, pokud kreslí souvislou řadu pixelů.

## Příští tábor

Příští tábor bude v Nekoři v Orlických horách poblíž Letohradu v termínu 31. července až 14. srpna 2010. Pokud máte studenty, které by náš program mohl zaujmout, řekněte jim o nás. Můžete nás také kontaktovat na [mfsoustredko@kdf.mff.cuni.cz](mailto:mfsoustredko@kdf.mff.cuni.cz).

## Literatura

- [1] <http://kdf.mff.cuni.cz/tabor>
- [2] <http://www.bubbleshow.cz>
- [3] Matoušek D.: *Práce s inteligentními displeji LCD*. BEN-technická literatura. 2006. ISBN 80-7300-121-7.

## Počítač ve službách učitele – wiki systémy a trenažéry

PAVEL BÖHM, JAKUB JERMÁŘ  
KDF MFF UK Praha

Příspěvek v první části seznamuje s wiki systémy umožňujícími rychle a snadno sdílet informace na internetu. V druhé části pojednává o možnosti vytvářet v tabulkových editorech nebo běžných programovacích prostředích počítačové programy („trenažéry“) k procvičování některých (zejména matematických) dovedností.

### Wiki systémy ve službách učitele

#### Co jsou wiki systémy

Známým příkladem wiki systému je **Wikipedie**. Název *wiki* pochází z havajského *wiki wiki*, což znamená *velmi rychlý*. Wiki systém je totiž software pro snadnou (a tedy i rychlou) editaci a snadné sdílení informací ve formě takzvaných wiki stránek.

Z praktického hlediska jde o tvorbu webových stránek v rámci určité šablony bez nutnosti znalosti HTML a dalších webových technologií. Wiki systém se v některých ohledech dá přirovnat k blogu nebo redakčnímu systému.

#### K čemu je wiki dobrá

Wiki stránky mohou sloužit jako **podpora při řešení projektů** a grantů (evidence aktuálních úkolů, sdílení a rozvíjení nápadů, přehled kontaktů a termínů, psaní dokumentace, shromažďování potřebných textů, odkazů, obrázků, tabulek a souborů).

Wiki mohou používat nejrůznější **zájmové skupiny** (sportovní oddíl, bytové družstvo, kroužek studentů připravujících se na přijímačky, maturitu nebo státnice).

**Školní wiki** stránky dobře poslouží **učitelům, studentům i rodičům**. Mohou na nich hledat aktuální přehled o průběhu hodin, zadaných úkolech, termínech, elektronické materiály a odkazy, zadání písemek, termíny plánovaných písemek a akcí a podobně.

#### Přístupová práva různých uživatelů

Své wiki stránky můžete různou měrou chránit hesly. Některé části mohou být zcela veřejné pro editaci i čtení, jiné si sice může číst kdokoliv, ale pro editaci je potřeba heslo – a pak mohou existovat ve wiki části, které nelze bez hesla ani číst.

Přístupová práva jednotlivých uživatelů do konkrétních částí wiki se mohou významně lišit. Jako **ideální řešení pro učitele** se jeví mít ke svému administrátorskému účtu ještě jednoho uživatele *student* s právem pouze ke čtení. Studenti tak mohou číst, ale editovat smí pouze učitel.



## **Vytváření obsahu wiki stránek**

Wiki systémy umožňují velice snadné přidávání stránek a jejich vzájemné propojování hypertextovými odkazy. Můžete také vkládat soubory (prezentace, texty, obrázky a podobně).

### **Formátování**

Text je možné formátovat podobně jako v běžných textových editorech (tučné písmo, nadpisy pěti úrovní, číslované i nečíslované seznamy).

Stejně jako v textových editorech můžete označit část textu, kliknout na ikonku pro tučné písmo a tím příslušnou část naformátovat.

Prakticky to probíhá tak, že se daný text obalí wiki značkami pro tučný text, například dvěma hvězdičkami.

Uživatelé, kteří rádi obsluhují počítač spíše klávesnicí než myší, si časem pravděpodobně zapamatují několik nejčastěji používaných značek, které jim pak pomohou obejít se při formátování bez myši.

Wiki umožňují obvykle i pokročilejší formátovací techniky, třeba vkládání poznámek pod čarou, vytváření tabulek atd.

### **Co ještě wiki umí**

Z dalších užitečných a často používaných funkcí wiki systémů jmenujme například **fulltextové vyhledávání** v obsahu, sledování **historie změn** jednotlivých stránek (můžete zjistit, kdo a jak stránky naposledy změnil) nebo možnost nechat se automaticky e-mailem **informovat o změnách** na wiki stránkách (u konkrétních částí, případně u celé wiki můžete nastavit, že kdykoliv někdo něco změní, dostanete o tom okamžitě zprávu).

### **Jak si wiki založit**

Existuje mnoho **open source wiki systémů** [1]. Stačí mít vlastní server, stáhnout zdrojové kódy zvoleného wiki systému, nakonfigurovat a provozovat.

Ne každý má potřebné dovednosti, možnosti a chuť zabývat se technickou správou wiki systému. V takovém případě lze využít službu zvanou **wiki hosting**. V [2] najdete nabídku mnoha zahraničních wiki hostingů i s přehledem měsíčních poplatků.

Rozhodli jsme se, že podobnou službu nabídneme také české veřejnosti v rámci projektu, který jsme nazvali MojeWiki [3].

### **Projekt MojeWiki**

Projekt MojeWiki [3] je založen na open source systému DokuWiki [4]. Ten jsme výrazně **zjednodušili** odstraněním některých méně často používaných funkcí. Máte tak před sebou rázem mnohem méně tlačítek, méně situací, kdy je nutné se pro něco rozhodovat – můžete se tedy od začátku soustředit na vytváření obsahu.

## **Trenažéry ve službách učitele**

Při vyučování je často potřeba **dril**. Zejména pro cvičení nejrůznějších matematických dovedností, bez jejichž dobrého zvládnutí mívají studenti vážné problémy i s fyzikou, chemií a dalšími předměty.

Dril ale znamená nechat studenty **stále dokola dělat víceméně totéž**. Bez důsledné zpětné vazby a také hodnocení výsledků může být dril neúčinný. Hodnocení desítek úloh u desítek studentů zase ale nadměrně zatěžuje učitele.

Proto je vhodné v určitých **algoritmicky jednoduchých situacích** přenechat zadávání úloh, vyhodnocování a případně také udělování známky někomu jinému. Mohl by to být asistent učitele, ale s takovou pozicí naše školství nepočítá. Ještě vhodnější (a levnější) může být využití počítače.

Mým cílem v následujícím textu nebude naučit čtenáře ihned dělat skvělé trenažéry. Mám cíl daleko skromnější – přivést vás na myšlenku, že něco takového vůbec dělat lze a že **člověk nemusí být špičkovým programátorem**, aby to zvládl a dokázal si mnoho hodin otravné a namáhavé práce ušetřit.

### **Jak obecně postupovat při tvorbě trenažeru**

Nejprve se zamyslíme, **jak bychom vyrobili mnoho různých zadání** příslušné úlohy. Obvykle je potřeba někam dosadit vhodná náhodná čísla. Například při výrobě trenažeru na sčítání dvou čísel potřebujeme zadat nepříliš velká přirozená čísla  $A$ ,  $B$  a po studentech chceme výsledek  $C = A + B$ .

Často bývá vhodné **sestavovat úlohu „odzadu“**. Například v trenažeru řešení kvadratických rovnic je vhodné nejprve náhodně zvolit kořeny tak, aby vycházely hezky (celočíselně nebo na malý počet desetinných míst či jinak dle potřeby učitele). Teprve na základě znalosti kořenů sestavíme kvadratickou rovnici.

Možnosti pro volbu náhodných čísel musíme **pečlivě nastavovat** tak, aby vzniklé úlohy nebyly ani moc jednoduché, ale ani příliš náročné.

Studenti potřebují **zpětnou vazbu**. Přinejmenším se musí dozvědět, jestli úlohu vyřešili správně. Proto má součástí trenažeru být zobrazování správných výsledků (studenti si je sami porovnají), nebo dokonce automatická kontrola a hodnocení.

Trenažér můžeme udělat i tak, že po určitém množství úloh studenty **oznámkuje**. Je pak na nás, jak s takovou známkou budeme pracovat. Já to dělám tak, že studentům zapisuji nejlepší dosaženou známku k určitému předem stanovenému datu, případně několik nejlepších známek.

### **Trenažéry v tabulkových editorech**

Tabulkové editory jsou mocné nástroje, které umožňují i neprogramátorům (v klasickém pojetí tohoto slova) vytvářet smysluplné trenažéry.

Tabulkové editory obvykle využívám jako **„chrličé úlohy“**, které pak i s výsledky vytisknu a rozdám studentům, aby si počítali a sami kontrolovali výsledky. V hodině pak chodím mezi nimi a pomáhám jim. Vytvoření chrliče sice zabere nějaký čas (ob-

vykle desítky minut až jednotky hodin), tento čas se ale brzy vrátí. Navíc jde o kreativní práci - tvoření a opravování drilovacích úloh kreativní není ani trochu.

Základem vytváření chrličů v tabulkových editorech jsou **vzorce**, absolutní a relativní **odkazy** a vnitřní (zabudované) **funkce** tabulkových editorů. Můžeme použít také „formátovací triky“ jako je třeba skrývání sloupečků a řádků s pomocnými výpočty. Obvykle sice lze shluknout celý algoritmus do jediné buňky, ale doporučuji kvůli přehlednosti to nedělat a používat pomocné výpočty ve skrytých buňkách.

Předpokládám, že čtenář je se základy práce s tabulkovými editory obeznámen, nebo se vlastní péčí obeznámí. Krátce připomenu, že vzorec v tabulkovém editoru zadáváme s rovnítkem na začátku, kromě čísel a běžných operátorů (+, -, \* pro násobení, / pro dělení, ^ pro umocňování) můžeme používat také odkazy na jiné buňky, a to buď relativní odkazy (=A1), které se při kopírování „pohybují“, nebo absolutní odkazy (=\$A\$1), které ukazují stále na stejnou buňku. Někdy je výhodné používat odkazy smíšené (\$A1 nebo A\$1). Editory znají mnoho funkcí, například sinus, převod mezi radiány a stupni, absolutní hodnotu, náhodné číslo, logické funkce (KDYŽ, A, NE-BO), největší společný dělitel a stovky dalších.

Při používání funkcí si musíme dát **pozor na některé záludnosti**.

Například goniometrické funkce jsou obvykle počítány v **radiánech**, takže chceme-li pracovat se stupni, musíme si je převádět.

Aby v Excelu fungovala funkce GCD (**největší společný dělitel**), musíme aktivovat doplněk **Analytické nástroje**.

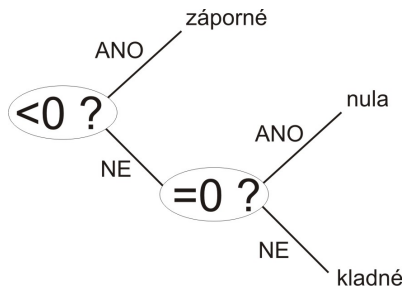
Funkce **KDYŽ** zařizuje dichotomické třídění (buď, anebo). Pokud potřebujeme postup rozdělit do více než dvou větví, můžeme funkce **vnořovat**. Například rozhodnutí, zda v buňce C14 je kladné číslo, záporné číslo, nebo nula, vytvoříme takto: =KDYŽ(C14<0;“záporné“;KDYŽ(C14=0;“nula“;“kladné“)).

Excelovská funkce náhčíslo() vrací **náhodné číslo** mezi 0 a 1. Z toho lze násobením a zaokrouhlováním vyrobit náhodné číslo potřebného tvaru z požadovaného intervalu (například -10 až +10), ale snadnější je použít funkci randbetween(-10, 10).

Doporučuji ve volných chvílích listovat seznamem funkcí tabulkového editoru, může to být velmi inspirativní.

Užitečné je umět **vynutit přepočítávání vzorců** (a tedy i nové generování náhodných čísel). V Excelu stačí stisknout F9, v Calcu CTRL + SHIFT + F9.

Pomocí tabulkového editoru jsem vytvořil pro své studenty mnoho chrličů, například soustavy lineárních rovnic, usměrňování zlomků, převod zlomku do základního tvaru, sčítání zlomků, zaokrouhlování na daný počet platných cifer, určování kořenů kvadratických rovnic, dělení polynomů a podobně. Některé si **můžete stáhnout** z [5].



Stejného principu lze ale využít třeba i k **zadání 30 různých variant písemky** (kalorimetrická rovnice, relativistické skládání rychlostí, ...) – pak pochopitelně natištěné výsledky studentům nerozdáme, ale necháme si je u sebe.

Pokud chceme vyrobit opravdu složitý chrlič úloh, případně vytvořit přímo v tabulkovém editoru netriviální zpětnou vazbu, můžeme využít takzvaná **makra**. V Excelu je makrojazykem Visual Basic for Applications. To už ale vyžaduje skutečnou znalost základů programování a chuť proniknout do mnoha nových oblastí.

### **Trenažéry v jiných programovacích jazycích**

Pokud programovat umíme, můžeme v libovolných programovacích jazycích vytvářet trenažéry **přesně splňující naše představy**.

Já pro své studenty vytvářím aplikace, které běží v runtime prostředí Adobe AIR [6] (podobně jako třeba Java aplety běží v Java runtime). Mám vytvořenou **společnou kostru** trenažérů, která umožňuje řízení průběhu procvičování, přihlašování studenta přes internet do vzdálené databáze, změnu hesla, zobrazování výsledků a zapisování výsledků do vzdálené databáze. **Vytváření jednotlivých trenažérů** je pak už relativně snadným **dopisováním modulů** k hotové kostře.

Studenti mohou pracovat na počítačích ve škole i doma. Trenažéry lze použít ve **zkušebním režimu (anonymně)**. Studenti mívají za úkol **do nějakého konkrétního data** se aspoň jednou se přihlásit svým přihlašovacím jménem a heslem, trenažér projít a nechat automaticky **zapsat výsledky do vzdálené databáze**.

Součástí hodnocení bývá **správnost a rychlost**. Například na jedničku je potřeba mít správně aspoň 9 úloh z 10 a celkový čas pod 2 minuty a podobně. Studenti mohou učinit **více pokusů** o dosažení co nejlepšího výsledku. Na internetu je vytvořena **webová stránka s hodnocením** studentů. Já z této webové stránky v určený den jeden nebo několik nejlepších výsledků zapíšu do svého hodnocení.

Na základě ankety mezi studenty jsem zjistil, že řada studentů (ne všichni pochopitelně) tento nástroj procvičování a hodnocení oceňuje.

V budoucnu chceme nabídnout trenažéry volně ke stažení, případně zájemcům po domluvě umožnit využívání databáze. Uvítám proto **náměty na konkrétní trenažéry** i libovolné obecnější poznámky. Pište prosím na moji e-mailovou adresu **pavel.bohm@mff.cuni.cz** i zdánlivé drobnosti, které vás napadnou.

### **Literatura**

- [1] <http://c2.com/cgi/wiki?WikiEngines>
- [2] <http://wikihosting.net>
- [3] <http://www.mojewiki.cz>
- [4] <http://www.dokuwiki.org>
- [5] <http://pavelbohm.cz/>
- [6] <http://www.adobe.com/cz/products/air/>

## Hrajme si i hlavou

JANA ČESÁKOVÁ, MICHAELA KRÍŽOVÁ  
Univerzita Hradec Králové



Cílem tohoto příspěvku je představit aktivity, které nejen pro fyzikální nadšence každoročně organizuje v Hradci Králové Katedra fyziky tamní univerzity. Především bychom chtěli tímto článkem rozšířit povědomí učitelů o akci Hrajme si i hlavou [1].

### Fyzika pro veřejnost v Hradci Králové

Akce Hrajme si i hlavou je inspirována současnou snahou o popularizaci přírodovědných disciplín, především pak fyziky. V mnoha městech již věda „vykročila“ do ulic, a tak se přidal i Hradec Králové. Akci pořádá KATEDRA FYZIKY, PdF, UHK ve spolupráci s Hvězdárnou a planetáriem Hradec Králové.

První ročník proběhl ve dnech 11.-13.9.2008 a byl původně určen pro vyšší ročníky ZŠ a nižší ročníky SŠ, ale také pro všechny kolemjdoucí z řad široké veřejnosti. Na akci ovšem chodily i třídy s mladšími nebo staršími žáky a studenty, maminky s dětmi školou ještě dlouho nepovinnými apod. A tak jsme se snažili, aby si při druhém ročníku, který se konal 18.-20.6.2009, přišel na své opravdu každý.

Akce je vždy složena z několika částí – 1. tematicky rozdělené stánky s desítkami rozličných experimentů, 2. přednášky s netradičními tématy a mnoha pokusy a 3. soutěže. Stánky s pokusy jsou při akci rozmístěny na krásném Tylově nábřeží a veškeré pokusy jsou pro kohokoli připraveny k vyzkoušení. Každému stánku je přidělen student či doktorand, který pokusy předvádí, pomáhá a radí u zkoušení pokusů či vysvětluje principy. Kromě toho je každý pokus doplněn o návod a vysvětlení. Návodů jsou samozřejmě také doplněny zdroji nápadů a směřováním na místa s dalšími informacemi. Druhý ročník měl už i mnoho nástěnek, na kterých byly další, mnohdy složitější a rozšiřující informace, obrázky a zajímavosti pro ty nejvíce nadšené.

Na akci jsme vybírali pokusy známé i ty méně známé, s jednoduchými pomůckami, ale i ty složitější... Hlavním kritériem bylo, aby si pokusy mohl každý návštěvník sám vyzkoušet. Mnoho námětů na tyto pokusy jsme čerpali z Veletrhů nápadů [2] nebo Heuréky [3], čímž děkujeme! Snažíme se ale samozřejmě hledat a vymýšlet další zajímavé pokusy.

Hrajme si i hlavou ale nejsou jen pokusy. Každou hodinu probíhají přednášky zaměřené na témata, se kterými se většinou člověk za svého studia ve škole nesetká. Cílem je předvést netradiční pokusy a vysvětlit je (pokud možno) co nejjednodušeji. V neposlední řadě probíhají vědomostní soutěže, které ovšem účastníkům protáhnou i tělo. Při akci bylo k dispozici i Informační centrum Obnovitelné zdroje na malé vodní elektrárně Hučák [4], která se rozkládá nedaleko, na druhém břehu Labe.

V dalším textu vám přiblížíme oba ročníky Hrajme si i hlavou, které zatím proběhly, i nápady na ročníky následující.

### **I. ročník akce Hrajme si i hlavou**

První ročník Hrajme si i hlavou, který proběhl ve dnech 11.-13.9.2008 shlédl cca 900 návštěvníků. Akce byla součástí doprovodného programu 16. konference českých a slovenských fyziků. A co si mohli návštěvníci vyzkoušet?

Stánky spojené s elektřinou nabízely například netradiční zdroje energie nebo elektrárnu na kliku, pro nejmenší i elektrické bludiště na procvičení šikovnosti.

Hrátky s vodou a olejem ukazovaly poutavé pokusy s hustotou, např. jak lze sebrat olej z hladiny vody, lávová lampa, rozkvétání papírových leknínů apod. Největší úspěch mělo tornádo v láhvi.

Mezi zábavné fyzikální hračky jsme zařadili vznášedla všech druhů a velikostí, bumerangy, letadýlka, předměty s pozměněným těžištěm atd. Z návodů na matematické skládačky se tvořily krásné hexaflexagony, kaleidocykly, malí i velcí zkoumali Möbiovy proužky a další.

Několik stánků bylo věnováno hlavolamům. Oblíbeným stanovištěm byl i bazének s roztokem na obří bubliny. Mnoho hraček a skládaček si mohli návštěvníci podle návodů na místě vyrobit a své výtvořiny si pak hrdě odnášeli domů. Na protažení těla i hlavy byly zaměřeny netradiční soutěže.



Přednášky z fyziky, chemie, matematiky a astronomie probíhaly částečně venku a částečně v budově Pedagogické fakulty a zaštitili je výborní a zkušení přednášející z UHK a Hvězdárny. Největší úspěchy slavily pokusy s kapalným dusíkem pana profesora B. Vybírala a pokusy s elektřinou pana docenta J. Hubeňáka. K dispozici byly také profesionální dalekohledy, kterými se mohlo Slunce a nakonec i Venuše, což dohromady spolu se zasvěceným a nadšeným výkladem kolegů z hvězdárny zaručovalo jedinečný zážitek.

## II. ročník akce Hrajme si i hlavou

Druhý ročník měl několik podstatných změn. Bylo mnohem více stánků, širší rozmanitost v náročnosti i tématech, dvakrát více přednášek, více informací a rozsáhlejší soutěž. Akce se konala 18. – 20. 6. 2009 a účastníků bylo cca 1700!

Pro velký úspěch jsme zopakovali bazének s bublinami a doplnili jej o další aktivity zkoumající povrchové napětí vody. Rozšířili jsme sbírku hlavolamů, k matematickým skládačkám, které měly velký úspěch, jsme přidali origami a další fyzikální i zábavné skládání pro malé i velké.

Velkým tématem bylo využívání přírody jako inspirace pro běžný život i nejmodernější vynálezy. V průhledném mraveništi bylo možné pozorovat mravence a zkoumat fyzikální zajímavosti jejich světa. Všichni si mohli vyzkoušet, jak pevné je vajíčko, a zjistit, kde všude jejich tvar využíváme. Návštěvníci se dozvěděli, jaké jsou fyzikální vlastnosti pavoučích vláken nebo mohli žasnout nad zvláštnostmi zraku chameleonů. Další pokusy byly inspirovány životem vodoučů nebo vodoměrek atd.

Návštěvníci mohli využít i náhled do nanosvěta díky ukázce pravých nanovláken a krásných zvětšených fotografií nanosvěta. Na vlastní oči potom zkoušeli různé optické klamy, vlastnosti polarizačních filtrů, odhalovali tajemství stereografů, obdivovali 3D obrázky a fotografie, zkoušeli rentgenové brýle a další optické hračky.

Pro ty nejmenší byly připraveny hračky z odpadu, kde si děti mohly hrát nebo vyrábět podle libosti. Výtvozem celých tří dnů byl krásný krokodýl z plechovek.

Kladkostroj umožňoval vlastními svaly zjistit, jak nám kladky usnadňují práci. Děti si hodně vyhrály i s feromagnetickou kapalinou. Hlavy se mohly motat i při zkoušení momentů setrvačnosti na točící židli a otáčivém kolečku, roztočená kola ukazovala neobvyklé polohy a trpělivost dětí procvičovalo domino, kterým děti překonávaly všelijaké překážky.

Nejoblíbenější stanoviště byla s funkčními parními modely – model parní elektrárny rozsvěcel žárovku a parní válec jezdil a rovnal povrch celé tři dny téměř bez zastavení. Soutěžil se dvěma typy „autíček na vodu“, které ukazovaly možný pohled na budoucí dopravu. Druhé nejoblíbenější stanoviště bylo u tekutých písků, kde směs kukuričného škrobu a vody ve vaně umožňoval skákat a běhat po hladině nebo se pomalu bořit ke dnu.

Zrcadlová bludiště,  
hlavolamy a hry



Kladkostroj





Přednášky probíhaly každou hodinu – jedna fyzikální a druhá astronomická. Pokusy ukazující výboje za sníženého tlaku střídaly historické fyzikální přístroje. Pro náročnější byla připravena pohádka o kvantové čarodějnici. Přednášky kolegů z hvězdárny shrnovaly dobývání Měsíce a vývoj poznávání vesmíru, vyráběl se galileoskop a pozorovalo Slunce. Atraktivní byla i přednáška s názvem Levitace, kde byly k vidění různé druhy levitací, včetně levitronu a Meissnerova jevu.

Hlavní soutěž měla následující průběh. Po vyřešení jednoduchého hlavolamu děti získaly kód, podle kterého byla očíslována mapa. Podle ní potom postupovaly od jednoho stanoviště ke druhému a odpovídaly na otázky, jejichž správné odpovědi byly k nalezení na informačních nástěnkách a návodech u stánků. Podle vybrané odpovědi děti na každém stanovišti vzali kousek skládanky, která nakonec po slepení vytvořila 3D obrázek z filmu Cesta na Měsíc. Ten si děti mohly prohlížet speciálními brýlemi. Pro ty nejrychlejší pak byly připraveny hodnotné ceny.

### **Další ročníky Hrajme si i hlavou aneb co připravujeme**

Z akce Hrajme si i hlavou bychom rádi udělali tradici. Příští ročník, který je plánován na konec června 2010, by měl být rozšířen o dlouhodobější soutěže škol, chybět samozřejmě nebudou ani pokusy a přednášky. Snažíme se akci rozšiřovat, a tak i webové stránky [1] budou postupně rozšiřovány o další aktivity.

#### **Cestou necestou s GPS i bez**

Jedním z projektů, kterým chceme portál Hrajme si i hlavou rozšířit, je akce Cestou necestou s GPS i bez. Inspirovala nás internetová hra geocaching. Je to taková moderní šipkovaná, která spočívá v uložení pokladu na určité místo. GPS souřadnice tohoto místa se potom zveřejní na internetu a hra začíná. Geocaching se těší populari-



tě na celém světě, proto je vytvořen kodex chování geocacherů a také mnoho různých variant této hry. U některých je potřeba vyřešit rébus nebo najít řešení složitého úkolu. Velkou atraktivitu této hry jsme se tedy rozhodly využít i pro fyziku.

Protože ne všechny školy mohou používat přenosnou GPSku, budeme tvořit trasy s GPS i trasy, které budou na podobném principu jako letošní velká soutěž na Hrajme si i hlavou. U těch si tedy učitel vystačí buď s údaji o souřadnicích na internetu nebo s vyrobenou mapkou a souřadnicemi vlastními. Fyzika v praxi spojená s výletem mimo školu by mohla sloužit jako dobrá motivace pro studium fyziky a dalších přírodovědných disciplín.

### Semináře pro učitele

Pro učitele fyziky připravujeme semináře s názvem Hrajme si s fyzikou aneb jednoduché pokusy pro malé i velké žáky. Zde s učiteli procházíme mnoho zajímavých pokusů, které najdete i na akcích Hrajme si i hlavou, řešíme různá vylepšení a varianty. Během tří seminářů jsme se zatím dotkli témat jako jsou vzlety a pády, voda a vzduch, fyzikální kouzla či zajímavé kapaliny. Hráli jsme si s kapalným dusíkem a newtonovskými kapalinami jako jsou např. inteligentní modelíny nebo směsi vody a škrobu. Zajímavostí byla i výroba instantního ledu.

Instantní led



Tyto semináře pořádáme pro Školské zařízení pro další vzdělávání pedagogických pracovníků Královéhradeckého kraje [5]. Semináře se konají 2x ročně přímo na fakultě a jsou pro přibližně 20 účastníků (zatím bylo vždy plně obsazeno ☺).

### Závěr

Ve výše zmíněných aktivitách bychom rádi pokračovali. Pozitivní zpětnou vazbou je vzrůstající počet účastníků i kladné ohlasy učitelů. Těšíme se na vás na Hrajme si i hlavou III, které se uskuteční v červnu 2010 nebo na některém z našich seminářů pro učitele fyziky!



### Literatura

- [1] <http://www.hrajme-si-i-hlavou.cz/>
- [2] <http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/>
- [3] <http://kdf.mff.cuni.cz/heureka/>
- [4] <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/obnovitelné-zdroje/informacni-centrum.html>
- [5] [www.cvhk.cz/](http://www.cvhk.cz/)

## **The Hands-on Science Network**

*MANUEL F. M. COSTA,*

*Universidade do Minho, Departamento de Física, Braga, Portugal*

*JOSEF TRNA*

*Pedagogická fakulta MU, Brno*

### **Abstrakt**

Prezentace aktivit "Hands-on Science Network", jako organizace pořádající konference, publikující časopis a materiály podporující přírodovědnou výuku, organizující kurzy pro přírodovědné učitele aj. Hlavní oblastí zájmu je přírodovědné vzdělávání s využitím hands-on experimentů.

### **1 Hands-on Science Network**

The Hands-on Science Network" was established in the sequence of the Comenius 3 project "Hands-on Science" supported by the European Commission in the frames of the Socrates Program in October 2003 [1].



The H-Sci network has a broad remit, aiming to promote and diffuse among school teachers, schools, and national and transnational educational boards, well established and newly investigated practices of hands-on experimental teaching of Science in all its disciplines. We will do this by fostering the development and use of hands-on experiments in the classroom so that students "do" science rather than merely being "exposed" to it.

### **2 Goal of Hands-on Science Network**

It is a non-profit organization legally registered in Portugal and with around 200 institutional members in the vast majority of EU country. The main goal of the Network is the development and improvement of scientific literacy in our societies and science education in EU schools by extended use of investigative hands-on experimental activities in the classroom and in non-formal or informal environments within and outside the school.

Since 2003 the Hands-on Science Network [1] is actively involved in the improvement of Science Education and scientific literacy promoting an enlarged use of hands-on experiments in the classroom under Aristotle's motto "*We learn how to do things by doing the things we are learning to do*". The improvement in the levels of quality and effectiveness in school science education can hardly be achieved without an effective change in the way science education is traditionally approached in our schools.

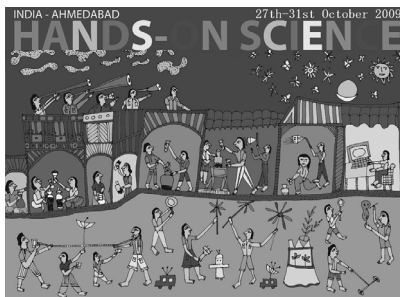
The *method* that drives the pursuit of scientific knowledge should be the starting driving and guiding basis of all process of in-school teaching/learning of science. Leading the students to an active volunteer commitment in hands-on experimental activities: observing, analyzing critically, deducing, reasoning, defining, discussing, experimenting... "*making*" (*learning*) *science as a scientist do*...

### 3 Členství a spolupráce

Možnosti členství a spolupráce s H-Sci networkem jsou bohaté. Významným komunikačním prostředkem je elektronický časopis IJHSCI (International Journal on Hands-on Science) [2]. Každoročně jsou pořádány světové konference H-Sci. V tomto roce se již šestá konference koná v indickém Ahmedabadu:

#### Hands-on Science

The 6th International Conference on Hands-on Science (HSCI 2009)  
October 27-31, 2009, Science City, Ahmedabad – 380360 (Gujarat) India  
[www.hsci2009.org](http://www.hsci2009.org)



Informace o Hands-on Science Network jsou dostupné také na stránkách katedry fyziky Pedagogické fakulty MU [3], aktivně zapojené do H-Sci networku .

#### Literatura

- [1] <http://www.hsci.info>
- [2] <http://www.hsci.info/hsci2008/hsci2008.html>
- [3] <http://www.ped.muni.cz/wphy/>

## **Školské experimenty s analyzátorom vysokofrekvenčného elektromagnetického poľa HF35C**

*JÁN DEGRO<sup>1</sup>, MIRIAM FERETOVÁ<sup>2</sup>, MONIKA LEŠŠOVÁ<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Prírodovedecká fakulta, Univerzita P. J. Šafárika v Košiciach*

*<sup>2</sup>Gymnázium a základná škola sv. Mikuláša, Duklianska 16, 08010 Prešov*

V príspevku budú prezentované námety, pracovné listy (šesť) na experimenty s prístrojom HF35C. Taktiež budú prezentované výsledky meraní elektromagnetických polí v exteriéri (v okolí školy a obytného domu), v interiéri (v okolí, mikrovlniek, bezšnúrových telefónov, mobilov, wifi), ktoré sme získali so žiakmi. Predstavíme taktiež projekt s názvom „Vysokofrekvenčné elektromagnetické polia v životnom prostredí žiaka“. Predstavíme dotazník, ktorým študenti, pred začiatkom experimentov, zmapovali používanie mobilov žiakmi školy.

### **Úvod**

Veľa ľudí dnes používa prístroje, ktoré pracujú na princípe vysokofrekvenčných (vf) elektromagnetických polí (EMP), napr. mikrovlnky, mobilné a bezšnúrové telefóny, wifi. Kvôli rôznym, často opačným, názorom na vplyv vf EMP na zdravie, prezentovaných v médiách (televízia, rádio, časopisy) a internet [1-6] sme sa rozhodli realizovať so žiakmi projekt, v rámci ktorého, by sme premerali veľkosť tohto poľa v exteriéri a interiéri s cieľom porovnať ich s platnými hygienickými normami. Projektu predchádzala príprava brožúrky s námetmi na experimenty.

Napriek tomu, že profesionálne merania vf EMP sú náročné a taktiež prístroje sú drahé, existuje možnosť, ako premerať vf EMP vo svojom okolí. Na tento účel je vhodný prístroj HF35C, ktorý vyrába firma Gigahertz Solutions (Nemecko). Táto firma vyrába okrem profesionálnych prístrojov, aj lacnejšie pre obyvateľov (laikov) zaujímajúcich sa o kvalitu životného prostredia.

Cieľom príspevku je *prezentovať námety na „jednoduché“ pilotné experimenty* s meračom HF35C, ktoré je možné realizovať v prostredí školy resp. doma. Cieľom je *taktiež prezentovať nami realizovaný projekt* na Gymnáziu sv. Mikuláša v Prešove s názvom „Vysokofrekvenčné EMP v životnom prostredí žiaka“.

### **Vysokofrekvenčný analyzátor HF35C**

Digitálny vysokofrekvenčný analyzátor elektromagnetických polí HF35C (high frequency analyzer), obr.1, umožňuje meranie EMP v intervale 800 MHz a 2,5 GHz. Tento frekvenčný rozsah je dôležitý, lebo pokrýva mobilné telefóny (GSM800, GSM1900, TDMA, CDMA, AMPS, iDEN), bezšnúrové telefóny (2,4 GHz), mikrovlnky (2,45 GHz), ako aj technológie generácii UMTS (3G) alebo Bluetooth, ktoré sa dnes intenzívne rozvíjajú. Všetky frekvencie, ktoré sú medzi tým, sú zahrnuté tiež [7].

Analyzátor HF35C pozostáva zo základného meracieho prístroja a sondy - senzora (obr.1.). Senzor vľ žiarenia je logaritmicko-periodická anténa. Má výbornú vlastnosť, tzv. „smerovosť“. To znamená, že je možné pomocou nej zamerať zdroj emisie žiarenia, teda zistiť, z ktorého smeru prichádza žiarenie [7]. Poznať smer skade prichádza žiarenie je dôležitý predpoklad pre efektívne tienenie.

Hodnoty zobrazené na displeji meracieho prístroja ukazujú hustotu energie elektromagnetického poľa  $S$  v  $\mu\text{W}/\text{m}^2$  v priestore antény (priestorový integrál tykadla antény zo smeru zdroja). Prepínač nastavenia rozsahov poskytuje dve možnosti  $199 \mu\text{W}/\text{m}^2$  a  $1999 \mu\text{W}/\text{m}^2$ . Prepínač módu merania umožňuje merať strednú hodnotu signálu (mittelwerte) a maximálnu hodnotu (peak werte; odporúčané nastavenie). V prístroji je možnosť zapnúť zvukovú analýzu hodnotenia signálu.



Obr.1 Analyzátor HF35C.

## Námety na experimenty s HF35C

Existuje veľa možností ako použiť analyzátor HF35C. My sme sa rozhodli pre „jednoduché“ pilotné experimenty s analyzátorom, v lokálnom životnom prostredí žiaka, ktoré by bolo možné realizovať v prostredí školy resp. doma. Návod na experimenty, na bezprostredné použitie, sú prezentované v brožúrke s názvom zhodným s názvom príspevku. Brožúrku možno nájsť na webovej adrese

<http://physedu.science.upjs.sk/degro/pokus/pokusy.html>

Experiment sme rozdelili na dve skupiny:

### *Experimenty v exteriéri:*

- Určenie hustoty energie  $S$  mimo obytného domu a školy.
- Určenie hustoty energie  $S$  vnútri bytu a školy.

### *Experimenty v interiéri:*

- Určenie hustoty energie  $S$  v okolí mikrovlnnej rúry.
- Určenie hustoty energie  $S$  v okolí bezšnúrového telefónu.
- Určenie hustoty energie  $S$  v okolí mobilného telefónu.
- Určenie hustoty energie  $S$  v okolí wifi vysielača.

Po realizácii experimentov a spracovaní výsledkov majú žiaci porovnať namerané hodnoty s platnými hygienickými normami.

*Poznámka:* Počas experimentov nesmieme zabudnúť upozorniť žiakov na bezpečnosť pri práci. Počas experimentov s jedným prístrojom, majú byť ostatné prístroje vypnuté.

## Projekt na gymnáziu

Projekt s názvom „Vysokofrekvenčné EMP v životnom prostredí žiaka“ sme realizovali na Gymnáziu sv. Mikuláša v Prešove. Projekt mal štyri etapy.

- V prvej etape žiaci študovali rôzne informačné zdroje o vplyve vľ EMP na zdravie. Výsledok materiál v tlačenej podobe. Formulácia hypotéz.
- V druhej etape žiaci zmapovali pomocou ankety používanie mobilov žiakmi gymnázia. Výsledok vlastný dotazník a stĺpcové grafy. Dotazník a grafy sú na adrese <http://physedu.science.upjs.sk/degro/dotaz/dotaz.html><http://physedu.science.upjs.sk/degro/pokus/pokusy.html> (1)
- V tretej experimentálnej etape študenti realizovali merania vľ EMP analyzátorom HF35C v exteriéri a interiéri. Výsledok tabuľky a grafy v tlačenej forme.
- V štvrtej etape študenti porovnali namerané hodnoty s hygienickými normami. Výsledok zhodnotenie nameraných hodnôt a formulácia záverov.
- Na záver projektu študenti prezentovali výsledky, formou prezentácie, v rámci študentskej odbornej činnosti SOČ.

## Prezentácia vybraných výsledkov

### Hygienické normy.

Pred analýzou experimentálnych výsledkov je potrebné zoznámiť sa s hygienickými normami pre vľ elektromagnetické pole. Slovenské národné normy v Zbierke zákonov č.325/2006, č. 329/2006 a č.534/2007 definujú požiadavky na zdravotné limity hustoty energie  $S$  vľ žiarenia vo  $W/m^2$  a hraničné zdravotné limity špecifického absorbovaného výkonu SAR (specific absorption rate) vo  $W/kg$  pre obyvateľov a zamestnancov [10, 11, 12]. Zdravotné limity sú referenčné hodnoty, ktoré by sa nemali prekročiť. Slovenské normy sú založené na podkladoch Medzinárodnej komisie pre ochranu pred neionizujúcim žiarením - International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) [13, 14].

Tabuľka 1 ukazuje referenčné hodnoty hustoty energie elektromagnetického poľa  $S$  pre obyvateľov a zamestnancov.

Tab.1. Referenčné hodnoty hustoty energie  $S$  pre rovinnú vlnu [10, 11, 12].

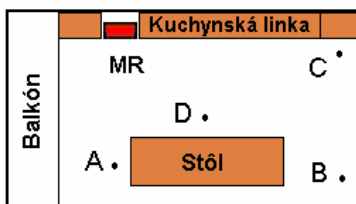
Frekvenčný rozsah	$S$ ( $W/m^2$ ) zamestnanci	$S$ ( $W/m^2$ ) obyvatelia
10 MHz < 400 MHz	10	2
400 MHz < 2000 MHz	$f/40$	$f/200$
2 GHz < 300 GHz	50	10

## Mikrovlna rúra v kuchyni

Kvalitatívne experimenty s detektormi mikrovĺn MW1AK a MT-128 [8, 9] (obr.2) ukázali, že mikrovlnná rúra (MR) je bezpečná - ich ručičky sa ani nepohli. Avšak experimenty s HC35C ukázali, že okolo MR je nehomogénne, nestacionárne EMP. Pred začiatkom kvantitatívnych meraní sme nakreslili pôdorys kuchyne s vyznačením meracích bodov a polohou MR (obr.3). Experiment a vyhodnotenie sme realizovali podľa pracovného listu v (1).

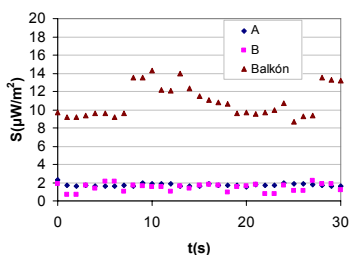


Obr. 2 Mikrovlnná rúra v kuchyni. MW1AK (vľavo) a MT-128 (vpravo).

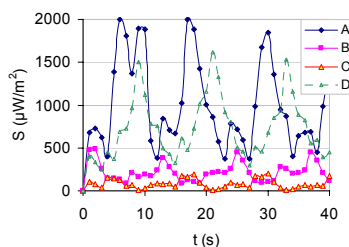


Obr. 3 Pôdorys kuchyne: 2,80 m x 4 m; A, B, C a D meracie body; MR – mikrovlnná rúra.

Obr. 4 ukazuje časové závislosti hustoty energie  $S$  v rôznych meracích bodoch, pri vypnutej MR, tzv. pozadie. Obr. 5 ukazuje rovnakú závislosť, avšak pri zapnutej MR.



Obr. 4 Časová závislosť hustoty energie  $S$  v rôznych miestach kuchyne, pozri obr.3. MR je vypnutá.



Obr. 5 Časová závislosť hustoty energie  $S$  v rôznych miestach kuchyne, pozri obr.3. MR je zapnutá.

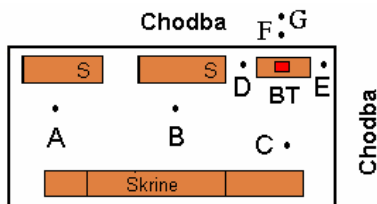
Z porovnania závislosti  $S(t)$  na obr. 4 a 5 vyplýva, že zapnutá MR je zdrojom vĺ EMP. Toto pole, v priestore celej kuchyne, je nestacionárne a nehomogénne. Hodnoty  $S$ , závisia na vzdialenosti od MR. V porovnaní so Slovenskými normami sú hodnoty  $S$  (v najnepriaznivejšom prípade) 1000 krát menšie, ako predpisuje norma ( $2 \text{ W/m}^2$ ), avšak, sú 100 až 1000 krát väčšie v porovnaní s pozadím. Podľa SBM2008 [15] sú v kuchyni silné až extrémne anomálie vĺ EMP. Experimenty ukázali, že MR najviac žiari cez dverka.

## Bezšnúrový telefón v pracovni

Merania vF EMP, ktorého zdrojom je bezšnúrový telefón (BT), sme realizovali v pracovni (obr.6). Nakreslili sme pôdorys miestnosti s vyznačením meracích bodov (Obr. 7). Experiment a vyhodnotenie sme realizovali podľa pracovného listu (1).

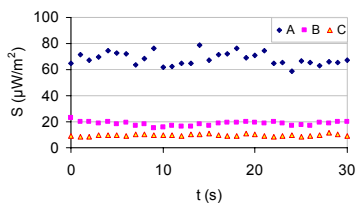


Obr. 6 Bezšnúrový telefón na stolíku v pracovni.

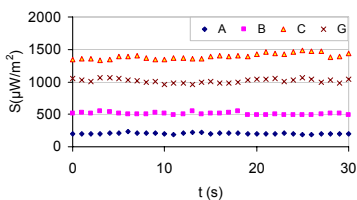


Obr. 7 Pôdorys pracovne (6,5 m x 2,5 m); A, B, C, D, E, F, a G meracie body; T – stôl, BT – bezšnúrový telefón.

Obr. 8 ukazuje časové závislosti hustoty energie  $S$  v rôznych meracích bodoch, pri vypnutom bezšnúrovom telefóne (stanica BT, nie je pripojená na napätie 220V) – pozadie. Obr. 9 ukazuje rovnakú závislosť, avšak BT je pripojený na 220 V, pričom netelefonujeme.



Obr. 8 Časová závislosť hustoty energie  $S$  v rôznych miestach pracovne, pozri obr.7. BT nie je zapnutý v sieti – pozadie.



Obr. 9 Časová závislosť hustoty energie  $S$  v rôznych miestach pracovne. BT je zapnutý, avšak netelefonujeme.

Z porovnania závislosti  $S(t)$  na obr. 8 a 9 vyplýva, že zapnutý BT je zdrojom vF EMP. Toto pole, v priestore celej pracovne, je stacionárne a nehomogénne. Hodnoty  $S$ , závisia na vzdialenosti od BT. V porovnaní so Slovenskými normami sú hodnoty  $S$  (v najnepriaznivejšom prípade) 1400 krát menšie, ako predpisuje norma ( $2 \text{ W/m}^2$ ), avšak, sú 20 až 150 krát väčšie v porovnaní s pozadím. Podľa SBM2008 [15] sú v pracovni silné až extrémne anomálie vF EMP. Experimenty ukázali, že v bodoch D a E boli hodnoty  $S$  väčšie ako  $2000 \text{ μW/m}^2$ . Žiarenie prešlo aj stenou na chodbu, bod G je vo vzdialenosti od steny.



**Vf EPM v exteriéri.** Na sídlisku v okolí blokov sme namerali hodnoty  $S$  v intervale cca 10 až 500  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ , v okolí školy 20 až 200  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ , v lese 0,0 až 3,0  $\mu\text{W}/\text{m}^2$ .

**Mobilný telefón (MT).** Merania ukázali, že MT žiari, iba ak telefonujeme. Opakované merania závislosti  $S(t)$  sa často líšili – pravdepodobne koliše siet', podľa aktuálne stavu (plánujeme študovať) . Všeobecne možno zhrnúť, že počas prvých cca 10-15 sekúnd je intenzita žiarenia veľká a potom klesne.

**Anketu (400 žiakov)** o používaní mobilných telefónov a jej vyhodnotenie nájdete na adrese <http://physedu.science.upjs.sk/degro/dotaz/dotaz.html> .

## Literatúra

- [1] Holger Konig and Peter Erlacher. Neviditeľná hrozba. Elektromagnetické pole kolem nás, Hell. (Translation from German language: Baubiologische Elektroinstallation, Verlag GmbH, Staufen bei Freiburg Breisgau, Germany) 2001.
- [2] Philip Chadwick and Zenon Sienkiewicz. Elektromagnetické polia, (Slovak version, translation from English language: Electromagnetic Fields) 2nd Edition WHO, Regional office for Europe, State Health Institute in Bratislava, 1999.
- [3] Henry LayMemory and Behavior, International seminar: “The Biological Effects, Health Consequences and Standards for Pulsed Radiofrequency Field”, at the Ettoll Majorare, Centre for Scientific Culture, Erice, Italy, November 21-25, 1999, s. 1-11.
- [4] Instruction manual of mobile phone, 2006.
- [5] [www.who.ch/emf](http://www.who.ch/emf)
- [6] [www.enviratest.com/home/](http://www.enviratest.com/home/)
- [7] HF35C Instruction manual 2005 GIGAHERTZ SOLUTIONS GmbH, D-90579 Langenzenn, Germany, [www.conrad.sk](http://www.conrad.sk) , [www.conrad.de](http://www.conrad.de)
- [8] MW1AK: Microwave detector Instruction manual 2007 Conrad electronic, GmbH, 8452 Hirschau, Germany.
- [9] MT-128: Microwave detector Instruction manual 2006 VOLTcraft 92242 Hirschau, Duitsland, Germany.
- [10] Statute book no.325/2006 part 113, p. 2026-2037: Government Resolution of Slovak Republic May 2006 about details, about requirements for exposure limits of electromagnetic fields of inhabitants.
- [11] Statute book no.329/2006 part 113, p. 2047-2061: Government Resolution of Slovak Republic May 2006 about details, about requirements for exposure limits of electromagnetic fields of employee.
- [12] Statute book no.534/2007 part 224, p. 3812-3816: Government Resolution of Slovak Republic August 2007 about details, about requirements for exposure limits of electromagnetic fields of inhabitants in environment.
- [13] ICNIRP, EMF guidelines, Health Physics 74, 1998, s. 494-522
- [14] [www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/print.html](http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/en/print.html)
- [15] BAUBIOLOGIE MAES / Institut für Baubiologie + Ökologie IBN Ergänzung zum Standard der baubiologischen Messtechnik SBM-2008. Schorlemerstr. 87, Holzham 25 83115 Neubuurn, Deutschland.

## **GPS ve výuce na ZŠ**

*LADISLAV DVOŘÁK*

*PdF MU, Brno; ZŠ Brno, Laštůvkova 77*

GPS navigace se na naší škole staly součástí výuky v rámci předmětu Informační a komunikační technologie. V tomto předmětu se ovšem řeší pouze jejich využití. Princip a funkce GPS probíráme částečně v hodinách fyziky, částečně v hodinách ICT. Článek představí některé z možností využití GPS přijímače při výuce na ZŠ.

### **1. Úvod**

V rámci lepšího pochopení jevů a souvislostí v přírodě jsme na základní škole, kde také vyučuji, vytvořili tým, který má za úkol vypracovat a s žáky provést environmentální výzkum ve vybraných lokalitách v okolí Brna formou jednodenního terénního cvičení s následným vyhodnocením a prezentací výsledků. Při tvorbě obsahu vycházíme z vypracovaného ŠVP, ve kterém je environmentální výchova integrovaná především do přírodovědných předmětů. Pro zvýšení motivace a pro získání praktických dovedností s prací s moderními pomůckami jsem rozhodli při terénním cvičení využívat nejen standardní pomůcky a měřicí přístroje, ale i nové moderní pomůcky. Mimo jiné jsme se rozhodli do terénního cvičení zařadit i činnosti, při kterých si žáci vyzkouší práci s GPS přijímači. K jejich zařazení nás také vedla zvýšená vlna zájmu o hledání uschovaných schránek (pokladů) nebo-li geocaching.

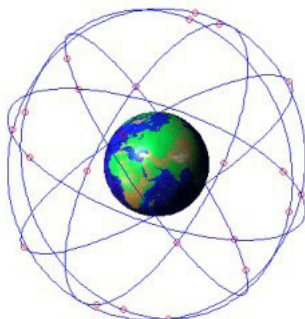
### **2. GPS (The global position system)**

Historie GPS (plným názvem NAVSTAR - *GPS Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System*) systému sahá do čtyřicátých let 20. století, kdy byly zkonstruovány první pozemní rádiové navigační systémy (LORAN) pracující na podobném principu. Dalším impulsem bylo vypuštění první umělé družice Sputnik 1 v roce 1957. Díky Dopplerově efektu, při kterém je frekvence přijímaných signálů závislá na rychlosti a směru pohybu objektu vysílajícího signál, a znalosti polohy na Zemi bylo možné určit polohu objektu, které signály vysílá. Po několika pokusných navigačních systémech (Transit, Timation, Omega) byla první experimentální GPS družice (Block-I) vypuštěna v roce 1978. Původní využití mělo být především pro vojenské účely. Teprve v roce 1983, po sestřelení korejského civilního letadla v sovětském zakázaném prostoru bylo rozhodnuto i o civilním využití GPS systému. Systém se stal plně funkčním až v roce 1994 s vynesením poslední z 24 družic pokrývajících svým signálem celý povrch Země.

Z důvodu bezpečnosti USA byla přesnost určení souřadnic pomocí GPS snížena pomocí umělé odchylky. Ta způsobovala znepráchnění u zeměpisné délky a šířky až 100 m, u nadmořské výšky v řádech 100 m. Tato odchylka byla odstraněna 2. 5. 2000 a místo dle zeměpisných souřadnic lze najít s přesností několika metrů.

Systém se skládá ze tří segmentů.

1. Kosmický – má na starosti správný pohyb 24 družic (obr. 1), které jsou v šesti rovinách potočených o  $60^\circ$  a sklon k rovníku mají  $55^\circ$ . Družice se pohybují ve výšce asi 20 000 km nad zemským povrchem, přičemž za 1 hvězdný den oběhovou 2krát Zemi.
2. Řídící – skládá se z monitorovacích stanic rozmístěných různě po Zemi. Jejich úkolem je sledovat funkce družic a aktualizovat data a synchronizovat čas atomových hodin, které se nacházejí na družicích.
3. Uživatelský – je tvořen GPS přijímači různých uživatelů. Jejich úkolem je zachycovat a vyhodnocovat signály přijaté z družic.



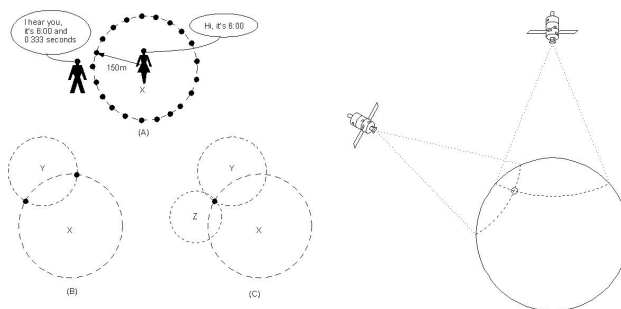
Obr. 1: Dráhy družic systému GPS

### 3. Princip určení polohy

Princip určení polohy lze velmi zjednodušeně vysvětlit pomocí znalostí množin bodů dané vlastnosti – kružnice (učivo matematiky 8. ročníku ZŠ a učivo fyziky 7. ročník ZŠ).

Základem jsou vysílače (družice) vysílající v pravidelných intervalech signály, které „nesou“ informaci o času vyslání a přijímač, který je schopen dané signály zachytit a dekodovat informaci o době, která uplynula od vyslání signálu z družice a přijetí signálu GPS přijímačem. Z příjmu a dekodování signálu z několika družic dokáže přijímač určit souřadnice místa, ve kterém se nachází – průsečík několika kulových ploch (obr. 2). Pro současné určení i nadmořské výšky jsou potřeba signály minimálně ze tří družic. S rostoucím počtem signálů se zvyšuje i přesnost určení polohy.

Základním požadavkem na správné určení doby, která uplyne mezi vysláním a přijetím signálu je co nejpresnější synchronizace času. K tomu slouží velmi přesné atomové hodiny umístěné na jednotlivých družicích, které se stále kontrolují a upravují pomocí pozemních monitorovacích stanic. Zakomponování atomových hodin do jednotlivých GPS přijímačů by bylo příliš nákladné, proto GPS přijímače se synchronizují tak, že po každém příjmu signálu se čas přijímače resetuje a znovu se určuje z dalšího přijatého signálu.



Obr. 2: Určení polohy

#### 4. GPS Stash Hunt – The Geocaching

Ve stejný den, kdy byla odstraněna umělá odchylka znepřesňující zaměření zeměpisných souřadnic, zveřejnil počítačový inženýr Dave Ulmer (obr. 3) ze státu Oregon v USA myšlenku o možné celosvětové hře na hledání pokladů, kterou nazval GPS Stash hunt.



Obr. 3: David Ulmer s plaketou první skryše

Následující den, 3. 5. 2000, založil a uschoval Dave Ulmer první schránku (Stash #1) a zveřejnil její souřadnice na diskusním fóru (obr. 4). Tímto textem byla založena hra GPS Stash Hunt a byla určena základní pravidla (najít, zapsat a možnost něco vyměnit). První nálezce Bob Perschau se přihlásil následující den a nazval ji Great GPS Stash Hunt. Během května 2000 došlo k diskusi o názvu nové hry, ze které vzešel návrh Geocaching. Historie Geocachingu se tedy datuje k 1. 6. 2000. Do ČR pronikla tato hra o rok později, kdy 1. 6. 2001 byla založena první česká cache – Tex Czech. Převážná většina cache se nachází na místech, která jsou něčím výjimečná (historická památka, přírodní zajímavost apod.). Po celém světě je uschováno téměř 750 000 schránek různých velikostí (v ČR téměř 12 000 schránek). V ČR je registrováno okolo 8 000 aktivních „hledáčů“.

Ukrytí schránek s popisem cesty nebo se zadáním úkolů můžeme pro zvýšení motivace použít i u žáků ZŠ nebo i vyšších typů škol. Je ovšem potřeba zvolit vhodnou velikost a tvar schránky, aby se předešlo tomu, že žáci většinu času budou muset věnovat hledání.

## 5. Využití při výuce

### 5.1 Teoretické vyučování

V běžné výuce ve třídách se využití GPS omezuje především na teoretické úlohy. Tyto úlohy lze z úspěchem používat např. v matematice a ve fyzice.

Ze znalosti vzdáleností družic od zemského povrchu (asi 20 000 km) a doby oběhu (11 h 58 min, což odpovídá polovině hvězdného dne) lze vytvářet úlohy vhodné k zařazení do výuky na ZŠ.

#### 5.1.1 Výpočet délky trajektorie družice

Př.: *Jestliže družice obíhá Zemi ve vzdálenosti 20 122 km nad povrchem, jak je dlouhá její trajektorie při jednom oběhu?*

#### 5.1.2 Výpočet rychlosti družice

Př.: *Jakou rychlostí se družice pohybuje okolo Země, když jeden oběh jí trvá 11 h a 58 min?*

#### 5.1.3 Výpočet doby letu signálu

Př.: *Za jakou asi dobu doletí signál z družice na povrch Země, když rychlost šíření signálu je asi 300 000 km za sekundu?*

### 5.2 Praktické vyučování

Využití GPS má ovšem daleko větší možnosti při využití přímo v terénu.

Pro žáky máme připravené dvě trasy v okolí Brna, které mají společnou cestu kolem potoku, výzkumné činnosti v okolí rybníku, práce v lese apod. Na obou trasách budou muset při plnění úkolů využívat svých znalostí především z přírodovědných předmětů.

GPS budou využívány především:

- k orientaci v terénu (mapový podklad),
- k určování souřadnic aktuálního místa,
- k určování světových stran,
- k měření vzdáleností od jistých bodů v terénu,
- k měření obsahu ploch,
- k měření času,
- k určování nadmořské výšky,
- ke znázornění výškového profilu trasy
- k určování atmosferického tlaku aj.



### 5.3 Přístrojové vybavení

Pro žáky máme k dispozici 4 momentálně nejmodernější turistické navigační přístroje Garmin Oregon 300 s dotykovým displejem, vybavené mapovým podkladem TOPO Czech 2 a TOPO Czech 3, které jsou majetkem školy. Vzhledem k finanční náročnosti máme dojednáno možnost zapůjčení několika dalších přístrojů typu Garmin eTrex Vista HCx a Garmin eTrex Venture Cx. Celkově bychom tedy měli mít k dispozici zhruba 10 navigačních přijímačů. Všechny typy přístrojů lze připojit k PC a prošlou trasu následně zpracovat pomocí přiloženého softwaru MapSource, případně pomocí jiného volně dostupného freewaru.

Prvotním úkolem je seznámit žáky se systémem GPS a s ovládáním GPS přijímače. Jedná se především o zadávání zeměpisných souřadnic vybraných bodů a navigaci k nim a současně se také žáci naučí zaznamenávat zeměpisné souřadnice zajímavých míst a objektů, kolem nichž budeme při cvičení procházet. Další možnosti využití GPS lze již přímo „za pochodu“.



### 5.4 Námetý pro tvorbu jednotlivých úkolů

Inspiraci k námětům jednotlivých úkolů jsem převážně čerpal ze zkušeností z ITC pořádaného PdF MU Brno, jako součást přípravy učitelů pro I. st. ZŠ, a z provozování tzv. geocachingu, což se stalo mým koníčkem.

V průběhu cvičení budou plnit různé geografické a fyzikální úkoly, z nichž následně vzejdou určité hodnoty, které dosadí do vzorců pomocí nichž určí zeměpisné souřadnice dalších stanovišť. Vzorce pro jednotlivá stanoviště mohou být známy již při začátku trasy nebo je mohou žáci dohledat na získaných souřadnicích z předchozích úkolů.

#### 5.4.1 Přímé zadání souřadnic

Při tomto úkolu se ověří, zda žáci dokáží ovládat své GPS přijímače a dokáží se dostat na určené místo.

Př.: Hledané místo je na souřadnicích

$N 49^{\circ}12,867'$ ,  $E 016^{\circ}29,561'$ .

#### 5.4.2 Určení místa pomocí vzorce

Žáci určí např. výšku stromu pomocí některé z metod a získanou hodnotu v metrech dosadí do vzorce např. za proměnnou A.

Př.: Hledané místo je na souřadnicích

$N 49^{\circ}12,8A7'$ ,  $E 016^{\circ}29,5A1'$ .

#### 5.4.3 Určení souřadnic pomocí složitějšího vzorce

Žáci určí např. výšku stromu (A), teplotu varu vody za běžných podmínek v kelvích (B) a dosadí je do předem známého vzorce.



Př.: Hledané místo je na souřadnicích

$$N \ 49^\circ(2*A), (8*B+6*A+7)', \quad E \ 016^\circ(A^2-A), (6*(B-A)-3)'.$$

#### 5.4.4 Určení souřadnic pomocí vzorce s využitím souřadnic předchozího stanoviště

Žáci určí opět některé údaje a opět je dosadí do předem známého vzorce, ve kterém ovšem figurují souřadnice předchozího zastavení. Tento způsob s sebou přináší riziko a současně i zpestření hry prostřednictvím možnosti drobné chyby v určení zeměpisných souřadnic předchozích stanovišť, která se tak přenáší stále dále a ke konci trasy již může odchylka činit od několika desítek metrů po několik kilometrů v závislosti na použitých vzorcích

Př.: Hledané místo je na souřadnicích

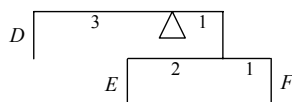
$$N_I = N_0 + (187*A)/1000',$$

$$E_I = E_0 - (2*B+A)/1000'.$$



#### 5.4.5. Určení souřadnic pomocí hodnoty proměnné získané splněním určitého úkolu

Je možné nechat splnit studenty určité úkoly jak praktické tak i teoretické.



Př.: Hledané místo je na souřadnicích

$$N \ 49^\circ 19, DEF', \quad E \ 016^\circ 4A, FED'.$$

Za písmena D, E a F dosad' hodnotu hmotnosti v kg tak, aby byla soustava pák v rovnovážné poloze.



#### 5.4.6 Určení souřadnice přiřazením hodnoty proměnné z výběru možností

Poté co žáci dorazí na určené souřadnice mohou mít nabídku možností, z nichž vyberou správnou možnost a do vzorce dosadí hodnotu, která určené možnosti odpovídá.

Př.: Hledané místo je na souřadnicích

$$N_I = N_0 + (187*A)/1000', \quad E_I = E_0 - (2*C+A)/1000',$$

Vyber jednu z nabízených možností:

*nacházíte se u toku s rychlostí proudění vody vyšší než  $5 \text{ ms}^{-1}$  ( $C = 5$ ),*

*nacházíte se u toku s rychlostí proudění vody max.  $5 \text{ ms}^{-1}$  ( $C = 10$ ),*

*nacházíte se u malé větrné elektrárny ( $C = 20$ ),*

*žádná z předchozích nabízených možností není správná ( $C = 50$ ).*

#### 5.4.7 Určení umístění dalšího stanoviště směru a vzdálenosti

Je možné zadat směr a vzdálenost dalšího stanoviště. Žáci na GPS zadají bod, nastaví navigaci a půjdou do „protisměru“ tak dlouho, než se dostanou do hledaného místa.

#### 5.4.8 Archimédův zákon

Další z možností, jak zpestřit exkurzi je např. pomocí duté trubky



a znalosti Archimédova zákona. Krabíčka ve vhodné velikosti a tvaru se vhodí do trubky a žáci by měli přijít na myšlenku nalít vody a tím vyzdvihnout krabíčku z trubky ven. V trubce je potřeba ve spodní části navrtat díрку, aby voda mohla vždy odtéci a současně trubku připevnit k něčemu pevnému, aby nešla např. otočit.

#### 5.4.9 Lupa

Využití znalostí z optiky je možné např. tak, že text souřadnic bude napsán velmi malým písmem, aby bylo třeba použít lupu nebo improvizovat lupu pomocí vodou naplněné PET lahve.

#### 5.4.10 Rozklad sil

Schránku se souřadnicemi je možné umístit tak, aby při jejím vyzvednutí museli žáci navzájem spolupracovat a využít znalostí např. z rozkladu sil. K tomu je třeba mít dostatečně dlouhá a pevná lana.

#### 5.4.11 Puzzle

Souřadnice je možné napsat na fotografii nějakého objektu či známého vědce a následně fotografii rozstříhat. Souřadnice žáci získají opětovným sestavením puzzle.

### 6. Závěr

V článku bylo představen několik možností, jak žákům a studentům zpestřit výuku za použití moderních přístrojů a pomůcek. Věřím, že i tento krůček povede k větší oblíbenosti přírodovědných předmětů.

### Literatura

- [1] *Global Positioning System*. <http://www.gps.gov>.
- [2] *USCG: Navigation Center*. <http://www.navcen.uscg.gov>.
- [3] *Geocaching - The Official Global GPS Cache Hunt Site*. <http://www.geocaching.com>.
- [4] *National Executive Committee for Space-Based Positioning, Navigation, and Timing*. <http://pnt.gov>.
- [5] *Americký družicový navigační systém NAVSTAR GPS*. <http://www.czechspace.cz/cs/galileo/aktuality-GPS-Glonass/GPS>.
- [6] *Diskusní fórum sci.geo.satellite-nav*. <http://groups.google.com/group/sci.geo.satellite-nav/topics>.
- [7] *Encyklopedie geocachingu*. [http://wiki.geocaching.cz/wiki/Hlavní\\_strana](http://wiki.geocaching.cz/wiki/Hlavní_strana).



## Nejsou látky jako látky

*LADISLAV DVOŘÁK, PETR NOVÁK, IVANA VACULOVÁ*

*Katedra fyziky PdF MU Brno*

**Abstrakt:** V příspěvku je představen jeden z výstupů projektu DIDACTEX, který se zaměřuje na propagaci technických oborů, a to zejména u žáků závěrečných ročníků základních škol, kteří se rozhodují o svém budoucím povolání. V článku je popsána tvorba výukového videopořadu zaměřeného na experimenty s textilem a jeho využívání během výuky fyziky.

### Úvod

V současné době se často setkáváme s nezájmem mladých lidí o studium technických a přírodovědných oborů. Tento nezájem představuje velký společenský problém, neboť může vyústit v nedostatek kvalifikovaných výzkumných pracovníků a techniků. K jeho řešení může přispět například propagace těchto oborů na základní škole, a to zejména v posledních ročnících, kdy žáci přemýšlejí o volbě budoucího povolání. Jako propagační materiál nám mohou sloužit různé didaktické prostředky, např. videopořady, pracovní listy k experimentálním pracím a experimentální soupravy. Tyto didaktické prostředky se sice na základních školách používají, ale jejich vazba na praktické aplikace stojí spíše v pozadí a bývá hodně obecná. Materiály, které by propagovaly konkrétní technické odvětví, téměř neexistují. Proto se v rámci národního programu výzkumu MŠMT NPV II – 41001 (projekt č. 2E08026) zaměřujeme na jejich tvorbu. Cílem projektu je vypracovat a ověřit komplexní metodiku, podle které by mohly základní školy zavádět do výuky vhodná témata motivující žáky ke studiu vědy a techniky. Metodika je demonstrována na modelovém příkladu textilního průmyslu.

### Výukové videopořady a jejich využití ve výuce fyziky

Výukové pořady zaujímají v činnosti učitelů i žáků během vyučování stále výraznější postavení a postupně se stávají významným modernizačním faktorem. Slouží k představení předmětů, procesů, činností a experimentů, usnadňují proces učení a napomáhají k hlubšímu osvojování vědomostí a dovedností žáků (Vališová, Kasíková a kol. 2008). Jejich účinnost je patrná především ze skutečnosti, že člověk získává 80% informací zrakem, 12% informací sluchem, 5% informací hmatem a 3% ostatními smysly. V tradiční škole však tyto skutečnosti často nejsou respektovány a zapojení smyslů je následující: 12% zrakem, 80% sluchem, 5% hmatem 3% ostatními smysly (Kalhoust, Obst 2001). Jestliže tedy chceme procentuální rozdělení využívání smyslů během učení změnit, je zapotřebí více využívat demonstraci, k čemuž nám mohou účinně posloužit právě výukové pořady.

Zařazování výukových videopořadů do výuky je výhodné zejména tehdy, nelze-li danou problematiku přiblížit lépe, než právě videozáznamem. V hodinách fyziky jsou

videopořady využívány zejména k ukázce složitějších experimentů, jejichž reálné provedení by bylo časově i finančně náročné, případně chceme-li žáky seznámit s různým využitím fyziky v běžném životě a s její aplikací v různých technických odvětvích.

Jak jsme uvedli již výše, cílem textilních výukových pořadů je především zatraktivnit toto odvětví žákům základní školy a motivovat je tak pro volbu povolání v technických, v našem případě textilních, oborech. Propagace textilního odvětví je tedy prvotním, ne však jediným cílem. Mezi další cíle řadíme především rozvoj fyzikálních vědomostí a dovedností žáků a aplikaci učiva fyziky na konkrétní praktické situace, se kterými se mohou žáci setkat v běžném životě. Těchto cílů bude dále dosahováno prostřednictvím práce navazující na výukový pořad, při které budou žáci využívat pracovní listy a speciální sady pomůcek. Při této práci si žáci budou moci nejenom ověřit a zopakovat čerstvě nabyté vědomosti, ale také budou provádět experimenty a měření, díky nimž dojde k rozvoji mnoha intelektuálních, senzomotorických i praktických dovedností (např. aplikovat získané vědomosti při řešení poznávacích a praktických úloh, dovednost experimentovat, dovednost sestavovat měřicí aparatury, používat měřicí přístroje, vyhodnocovat měření, dovednost pozorovat, popisovat a analyzovat jevy, nalézat jejich zákonitosti apod.).

Pracovní listy se skládají ze dvou částí. V úvodní části jsou žáci nuceni doplnit některé informace, jež budou následně potřebovat při měření, do předpřipraveného textu. Je na uvážení učitele, zda zadá žákům doplnění textu jako domácí přípravu, nebo jestli danou problematiku probere přímo v hodině. V případě, že žáci mají přístup k protokolu v elektronické podobě, stačí pouze vybrat správnou odpověď ze seznamu nabízených odpovědí. Druhou část tvoří pracovní protokol určený k záznamu a vyhodnocení měřených vlastností daného textilního materiálu. Obsahuje nejen použité pomůcky a postup měření, ale současně i tabulky a grafy, do kterých budou žáci zaznamenávat naměřené hodnoty a zjištěné údaje. Důvodem je především časová úspora v rámci vyučovací hodiny. Na tuto část navazují doplňující otázky pro žáky, které mají přispět k lepšímu pochopení zkoumaných vlastností a propojit měření s praktickým využitím.

### **Tvorba a popis videopořadů**

V současné době je vytvořen krátký motivační film pro žáky a dále také soubor natočených experimentů, využívajících textilní materiály. Hlavní postavou motivačního filmu je mladík, kterému v jeho okolí na jeden den zmizely všechny věci vyrobené z textilních vláken. Postupně se snaží ztracené textilie nahradit jinými materiály, ale na konci dne shledává textilní materiály jako nenahraditelné pro běžný život.

Soubor natočených experimentů bude sloužit jako didaktická pomůcka při vlastním experimentování žáků s textilními materiály. Experimenty jsou uvedeny krátkými vstupy obsahujícími záběry ze života mladíka, jež vystupuje i v motivačním filmu. Záměrem autorů je ukázat modelovou situaci z běžného života, kterou žáci mohou zažít, či případně již zažili, a upozornit na její souvislost s vlastnostmi textilních látek. Dále následuje samotné provedení experimentu doplněné popisem potřebných pomůcek a podrobným komentářem postupu, případně tabulkou výsledných hodnot.

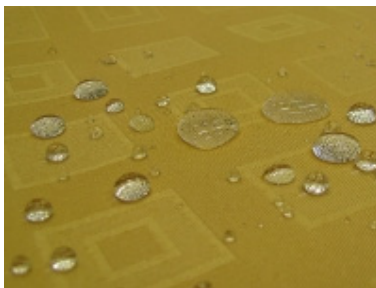
Následuje opět záběr na chlapce, který při řešení situace využije poznatky získané v experimentu.

Při výběru experimentů jsme spolupracovali s Textilním zkušebním ústavem (TZÚ) a s vyučujícími z brněnských základních škol. Protože experimenty mají sloužit především jako motivační prostředek, je třeba vybírat jen takové oblasti, které žáky zaujmou a u kterých budou vnímat jejich užitečnost pro život. Přitom bylo nutné pamatovat na několik aspektů, jež by měly experimenty splňovat. Zejména se jedná o:

- návaznost experimentů na učivo vzdělávacích předmětů, v nichž mají být aplikovány (fyzika, chemie, pracovní činnosti),
- atraktivnost pokusů pro žáky základních škol (možnost získání znalostí pro řešení různých situací, se kterými se žáci v běžném životě setkávají – např. z jakého materiálu má být vyrobena sportovní bunda, aby byla současně nepromokavá i prodyšná apod.),
- nenáročnost provádění pokusů (jelikož mají být experimenty využívány pouze jako doplněk k učivu, je vhodné, aby jejich používání nezabralo ve výuce příliš mnoho času),
- dostupnost pomůcek potřebných pro realizaci experimentů (je třeba volit zejména takové pomůcky, které budou pro učitele i pro žáky běžně dostupné, případně zajistit žákům experimentální sady, jež jsou k tomuto účelu připravovány na TZÚ),
- propojení školního a domácího prostředí (je vhodné volit experimenty, které je možné provádět i v domácím prostředí, čímž se jejich atraktivita zvýší).

Vybrány byly následující experimenty (Pospíšil a kol. 1981):

1. hra s textilem (vzorky různých textilních materiálů se přiřazují k cedulkám s jejich názvy),
2. stálobarevnost (bílý vzorek textilu se tře nejprve za sucha a poté za morka s jiným barevným textilním materiálem),
3. měření nasákavosti (vzorky textilu o určitém obsahu se váží za sucha a za mokra),
4. spalovací zkouška (vzorky stejné délky se spalují – hodnotí se průběh a zápach při hoření, následně vzhled),
5. jemnost nitě (u vzorku textilu se měří obsah a hmotnost),
6. oleofobita (schopnost materiálu udržet na svém povrchu kapky různých kapalin), aj.



### **Souprava a její testování ve výuce fyziky**

Koncem minulého školního roku byla zhotovena první „Sada aktivit s textilem pro výuku na prvním stupni základních škol“ s dvanácti textilními vzorky, přičemž každý druh je připraven ve třech různých geometrických tvarech, tj. celkem 36 textilních vzorků.



V krabici jsou současně přiloženy dvě sady kartiček (obr. 1). Jedna sada jsou obrázky s názvy výrobků, které se z daných materiálů vyrábí. Druhá sada kartiček obsahuje názvy vlastností různých textilních materiálů, které jsou z hlediska spotřebitele žádoucí.

Jedním z úkolů, které na žáky čekají, je právě správné přiřazení kartiček k jednotlivým vzorkům. Na pohled celkem jednoduché zadání, ale pro většinu žáků a studentů testujících soupravu to byl celkem složitý problém.



Obr. 1: Trojúhelníkové vzorky s kartičkami

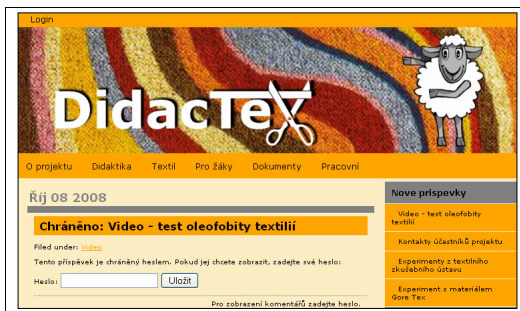
Testování proběhlo v průběhu června 2009 s žáky dvou tříd šestého ročníku Cyrilo-metodějské církevní základní školy (Lerchova 65, Brno) a studentkami PdF MU v Brně připravujícími se na pedagogickou dráhu na I. st. ZŠ.

U všech skupin jsme se setkali vesměs s kladným hodnocením. Nejvíce žáky a studentky zaujalo především propojení fyziky jako vědy o materiálech s praktickým využitím předvedených vzorků. Ne všem se podařilo správně přiřadit vzorky textilních materiálů k výrobkům, případně ke kartičkám vlastností. O to větší bylo překvapení po opravě. Přesto byli všichni spokojeni a se zájmem diskutovali o vlastnostech materiálů.



## Webová podpora

V současné době probíhá na adrese <http://ampem.ped.muni.cz/blog/> zkušební provoz webové podpory pro žáky i vyučující (obr. 2). Na webových stránkách budou prezentovány např.: experimenty, videa, pracovní listy, metodický materiál aj.



Obr. 2: Ukázka webové podpory

## Závěr

V příspěvku byly představeny výukové videopořady sloužící ke zvýšení zájmu žáků o textilní obory. Popsána byla nejen metodika jejich tvorby, ale také pracovní listy, které mají sloužit pro navazující práci žáků. Rovněž byla prezentována sada pro aktivity s textilem při výuce na prvním stupni základních škol. Tento dílčí výsledek projektu by měl posloužit jako návod pro vznik a využívání dalších didaktických prostředků, které budou propagovat i jiné technické a přírodovědné obory.

## Literatura

- [1] Kalhoust, Z., Obst, O. a kol. *Školní didaktika*. Praha: Portál, 2002.
- [2] Pospíšil, Z. a kol. *Příručka textilního odborníka, 1. část*. Praha: Alfa, 1981.
- [3] Vališová, A., Kasíková, H. a kol. *Pedagogika pro učitele*. Praha: Grada, 2008.
- [4] <http://ampem.ped.muni.cz/blog/>

## Netradiční měřicí přístroje 4

*LEOŠ DVOŘÁK*

*Katedra didaktiky fyziky MFF UK Praha*

Příspěvek popisuje jednoduchý měřič napětí s indikací pomocí sloupečku svítivých diod. Přístroj se hodí například pro demonstraci napětí indukovaného v cívce při pohybu magnetu, ale může najít využití i v řadě dalších pokusů.

Druhá část příspěvku popisuje, jak lze měřit velmi malé proudy pomocí běžného multimetru. Příkladem je měření proudu procházejícího špejlí a pokusy na toto měření navazující.

### **Měřič (resp. indikátor) napětí se sloupečkem LED**

#### **Proč chtít takový měřič**

Při demonstraci elektromagnetické indukce pohybem magnetu u cívky není běžný ručkový demonstrační voltmetr tím nejlepším přístrojem. Problémem je setrvačnost ručky. Při pomalých pohybech je vše bez problémů; výchylka ručky odpovídá indukovanému napětí. Ovšem pohybujeme-li magnetem hodně rychle, ručka „nestíhá“ a místo aby ukazovala velké výchylky, sotva se hne z rovnovážné polohy. Použití pro indikaci rychle se měnícího napětí digitální multimetr je už úplně bezpředmětné.

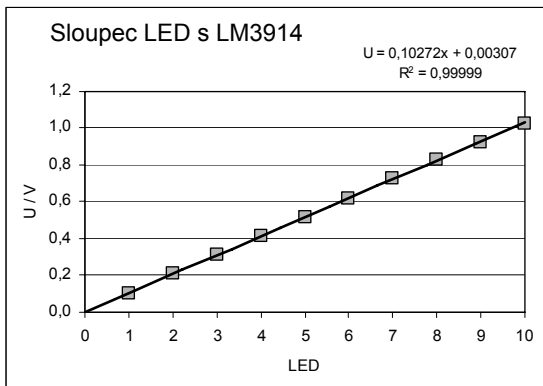
Jako přirozené řešení se jeví užít pro indikaci sloupeček svítivých diod (LED). S touto myšlenkou jsem zjevně nepřišel první – jak jsem byl před časem upozorněn, v USA se prodává „Meterstik“ s 50 svítivými diodami v řadě. Nádherná demonstrační pomůcka, alespoň podle prospektů na webu, kterou lze navíc doplnit řadou sond. „Malým“ problémem je zde cena, která se blíží tisíci dolarů. Nešlo by to třeba trochu skromněji, ale laciněji?

Z pouhého snění o podobném měřiči mě před časem vyvedl Jaroslav Reichl [1], když mi doporučil integrovaný obvod LM3914 (viz [2]) a předvedl jeho základní zapojení. Hned druhý den jsem si šel tento obvod koupit – a výsledkem dalších pokusů a vývoje je dále popsán prototyp „netradičního“ měřiče.

#### **Chvála integrovaného obvodu LM3914**

Slepě kopírovat zapojení z firemních materiálů není to pravé. Fyzik (či učitel fyziky) si navíc rád ověří, zda obvod, který chce použít, vyhoví jeho požadavkům. Není tedy divu, že jsem si nejdřív vyzkoušel, jak přesně dokáže daný obvod indikovat napětí.

Obvod LM3914 v závislosti na napětí přiváděném na jeho vstup rozsvěcuje postupně jednu, dvě nebo až deset svítivých diod. (Druhou možností je, že svítí jedna z deseti diod – ale pro účely demonstračního indikátoru napětí se svit sloupce diod jeví vhodnější.) Obrázek 1 ukazuje, že počet rozsvícených diod opravdu velmi přesně odpovídá přivedenému napětí. V případě, že rozsah vstupního napětí pro rozsvícení všech deseti diod byl asi 1 V, byly odchylky od lineárního průběhu v mezích jen asi  $\pm 2$  mV!

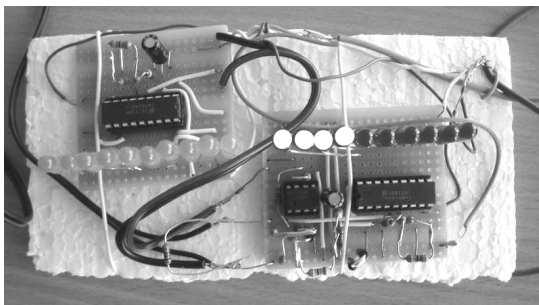


Obr. 1. Počet rozsvícených diod velmi přesně odpovídá vstupnímu napětí

### Prototyp měřiče a jeho vlastnosti

Další vývoj si vyžádal přepracovat zapojení, použít dva obvody LM3914 (chceme přece indikovat napětí obou polarit) a přidat další integrovaný obvod, tentokrát osvědčený operační zesilovač TLC272, a další součástky.

Výsledný prototyp, jak ho ukazuje obrázek 2, sice příliš neoplývá elegancí, ale funguje velmi rozumně.



Obr. 2. Prototyp měřiče napětí se sloupčkem LED

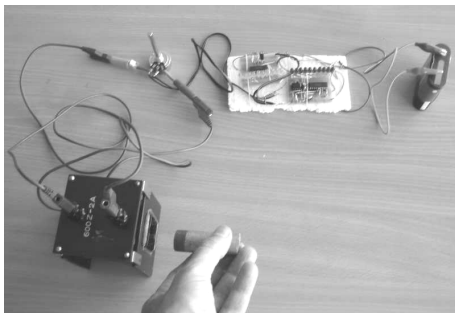
Jaké jsou jeho vlastnosti?

- Indikuje napětí obou polarit
- Má 2 x 10 svítivých diod, měří tedy s přesností 10% z celkového rozsahu
- Má citlivost 5 mV
- Je napájen z jedné ploché baterie 4,5 V

Zbývá snad poznamenat, že cena součástek (bez plošného spoje) nepřesáhne dvě stě korun.

### **Pokusy s měřičem**

Jak už bylo popsáno výše, motivací pro vývoj měřiče byla demonstrace elektromagnetické indukce v cívkě, když u ní pohybujeme magnetem. Díky tomu, že sloupeček LED opravdu nemá žádnou setrvačnost, lze lehce ukazovat změny i při hodně rychlých pohybech magnetu.

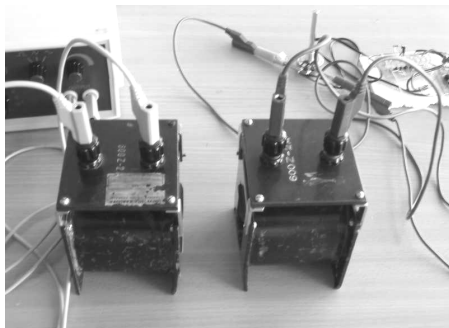


Obr. 3. Demonstrace elektromagnetické indukce pomocí měřiče

Jak ukazuje fotografie, je vhodné dát na vstup měřiče potenciometr, jímž můžeme upravovat citlivost. Poznamenejme, že při pokusech byl použit potenciometr o relativně nízkém odporu (konkrétně 5 k $\Omega$ ). Jinak se díky vysokému vstupnímu odporu na vstup dostávají kapacitní vazbou tak velká napětí, že diody svítí trvale.

Velká vstupní citlivost přístroje je na druhé straně výhodou. Umožňuje ukázat, že napětí se indukuje i v kusu vodiče, u něhož hýbeme neodymovým magnetem. Chceme-li ukázat, že v cívkě se indukuje vyšší napětí, stačí z vodiče stočit jeden, dva, či více závitů v ruce. Samozřejmě, že závislost indukovaného napětí na počtu závitů můžeme demonstrovat i u cívek z rozkladného transformátoru.

K dalším pokusům patří demonstrace střídavého napětí z generátoru pomalých kmitů, nebo transformace tohoto napětí například pomocí dvou cívek (třeba s 600 závitů), přičemž cívky nemusíme umísťovat na společné jádro, stačí je položit vedle sebe.



Obr. 4. Levá cívka je napájena z generátoru, napětí indukované v pravé cívkě ukáže měřič



Podle toho, jak hluboko chceme v příslušné fyzice jít, se nabízí řada dalších pokusů: demonstrovat, jak indukované napětí závisí na vzájemné poloze cívek, na jejich vzdálenosti, atd. A cívkami samozřejmě náměty na demonstrační pokusy s měřičem zdaloka nejsou vyčerpány.

### **Závěrečná „vize“**

Vizi a záměrem je přetvořit současný zkušební prototyp do alespoň několika kusů přístroje, již na zvlášť navržené desce s plošnými spoji. A to tak, aby délka sloupečku svítivých diod byla minimálně 20 cm. (Před tímto dotažením do definitivní podoby zde ještě raději neuvádím schéma zapojení. Přece jen bych rád ještě ověřil třeba odolnost přístroje a případně udělal v zapojení nějaké konečné úpravy) S konečnou verzí půjde ověřit, zda lze tento přístroj opravdu využít jako jednoduchý demonstrační přístroj pro výuku fyziky na školách. Třeba se pak podaří najít i výrobce, který by dokázal udržet cenu dostatečně nízko, a nabídnout přístroj zájemcům na školách.

## **Velmi malé proudy a obyčejný multimetr – aneb měříme odpor špejle**

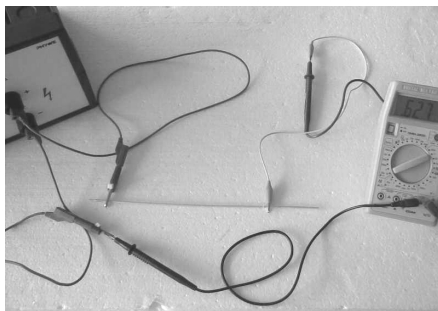
### **Úvodní motivace**

Při pokusech z elektrostatiky lze ukázat, že nabitou plechovku lze pomalu vybit, dotkneme-li se jí špejlí. (Náboj odchází přes špejli do našeho těla.) Je-li špejle hodně suchá, můžeme místo ní použít slanou tyčku, ta obvykle vede lépe.

Tento pokus nás může přivést k myšlence: Nedal by se změřit proud, který při tomto vybíjení teče špejlí? Resp. nedal by se změřit odpor špejle? A to pokud možno bez nějakého drahého měřicího přístroje? Kupodivu se ukazuje, že to jde, a to obyčejným multimetrem v ceně okolo tří až čtyř set korun.

### **Princip měření**

Máme-li (školní) zdroj vysokého napětí, můžeme měření provést tak, jak to ukazuje obr. 5.



Obr. 5. Měření proudu špejlí

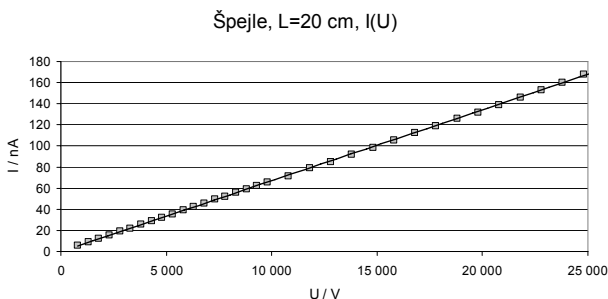
Princip měření odporu je jasný: při známém napětí zdroje  $U$  změříme proud  $I$  procházející špejlí. Jak ale změřit velmi malý proud multimetrem? Vždyť proudové rozsahy

multimetru začínají na desetinách miliampéru – a tak velké proudy špejlí určitě netečou! Řešení kupodivu existuje a je velmi jednoduché: multimetr přepneme do napěťových rozsahů. Prostě voltmetr zapojíme do série se špejlí, jako ampérmetr.

Na napěťových rozsazích má multimetr vnitřní odpor  $R_v = 10 \text{ M}\Omega$ . Napětí  $U_v = 1 \text{ mV}$ , které bez problémů změří, odpovídá proud voltmetrem  $I_v = U_v / R_v = 10^{-3} \text{ V} / 10^7 \Omega = 10^{-10} \text{ A} = 0,1 \text{ nA}$ . (Pozor, nejlevnější multimetry mívají vnitřní odpor jen  $1 \text{ M}\Omega$ , údaj  $1 \text{ mV}$  pak odpovídá proud  $1 \text{ nA}$ .)

### Co můžeme naměřit: Ohmův zákon při vedení proudu špejlí, atd.

Příklad naměřených výsledků ukazuje obr. 6. Vidíme, že proud roste s napětím opravdu lineárně. Pro danou délku špejle vycházel její odpor asi  $150 \text{ G}\Omega$ . Ovšem pozor – měření bylo prováděno v horkém vlhkém počasí. V jiných podmínkách může být odpor špejle zřejmě podstatně větší.



Obr. 6. Experimentálně lze demonstrovat, že i pro proud špejlí platí Ohmův zákon

Měření pro různé délky špejle, od 5 do 25 cm, ukázalo, že odpor špejle je – opět v souladu s teorií – úměrný její délce. Hezké výsledky dalo i měření proudu, který tek l špejlí při vybíjení nabitě plechovky. Ale na podrobnější prezentaci těchto výsledků už tady není místo – snad někdy jindy.

### Závěr

Domnívám se, že na uvedených příkladech je vidět, že s pomocí moderní techniky můžeme některým měřením elektrických veličin přidat novou kvalitu či otevřít nové možnosti i „za velmi levný peníz“. Věřím, že v budoucnu se podaří některá tato netradiční měření či tyto a podobné „netradiční měřicí přístroje“ dotáhnout do podoby, kdy nebudou pouhou novinkou či kuriozitou, ale budou moci dobře sloužit při výuce fyziky na školách.

### Literatura

- [1] Reichl J.: ústní sdělení (a demonstrace základního zapojení s LM3914)
- [2] National Semiconductor. *LM3914 Dot/Bar Display Driver*. February 2003.  
Online: <http://www.national.com/ds/LM/LM3914.pdf> [cit. 31. 8. 2009]

## Jednoduché experimenty známé - neznámé

RENATA HOLUBOVÁ

Přírodovědecká fakulta UP v Olomouci

### Abstrakt

Príspevok je venovaný niekoľkí úvahám a experimentům z fyziky vaření (kulinářská fyzika). V závěru je uvedena jedna inovace známého experimentu s provázkovým telefonem.

### Fyzika vaření

Příprava jídel nás doprovází každodenním životem. Vaříme, jak nás to naučili naši rodiče či prarodiče či moderní kuchařské knihy. Práci v kuchyni lze však pojmut také čistě vědecky. Stejně jako vědec ve fyzikální laboratoři, i my v kuchyni můžeme jako první vyslovit hypotézu (např. o délce pečení, použitém nádobí apod.), poté provést experiment (jídlo uvařit), experiment vyhodnotit, popř. opakovat (tj. jídlo připravit znovu). Závěr zkoumání shrnout do teoretického závěru – připravit a sepsat recept, popř. napsat vlastní poznámky k již známému receptu.

Proč vůbec vaříme? Suroviny v syrovém stavu mohou mít různou konzistenci - mohou být tvrdé a vláknité, po uvaření měknou (brambory), mohou být ale také měkké a gumovité (maso – je měkké, po uvaření tvrdne – řízek je tvrdý). Maso je tuhé, vařením měkne. Je to dáno obsahem kolagenu (strukturou svaloviny). Např. kuřecí maso obsahuje kolagenu málo, snadno měkne, rybí maso neobsahuje žádný kolagen, po uvaření se rozpadá. Hovězí maso je typickým příkladem vláknitého masa s velkým obsahem kolagenu. Před použitím by mělo nejméně 2 týdny „odležet“. Obsah kolagenu ve svalech se zvyšuje také při vyšší fyzické zátěži, tzn. že „líná kráva“ má z tohoto hlediska lepší maso. Problém odležení masa je realizován uchováváním masa v mrazničkách. Bylo by možné kolagenová vlákna rozbít také např. tlakovou vlnou – maso by bylo v tomto případě třeba pověsit do vody a pod vodou odpálit nějakou nálož.

Pro dochucování potravin používáme sůl, koření, cukr a nejrůznější chemické přípravky.

Nesmíme však zapomínat, že naše oči jedí také. Kápněte trochu potravinářské barvy do sklenice s vínem, poznáte sami, že např. o zelené víno zájem nebude.

### Vybrané experimenty z kulinářské fyziky

#### *Smaženice z vajec bez ohně*

Příprava smaženice z vajec je věc jednoduchá, lze ji připravit i na papírovém tácku. Musí být však splněn jeden základní předpoklad – musíme mít k dispozici zdroj tepla.

Co ale dělat, když nemáme vařič, nejde proud, nemáme ani svíčku. Pomoc je velice jednoduchá. Stačí použít vysokoprocentní alkohol (60-80%) a smaženici připravíme

za okamžik. Uvědomte si však jednu věc. To, co se stalo s bílkem, děje se i v našem těle po požití alkoholu. Také naše tělo obsahuje velké množství bílkovin a vlivem alkoholu začínají vznikat podobné shluky.

Uvedenou smaženici lze doplnit ovocem naloženým v rumu, posypat pistáciemi, přidat lžičku cukru a před konzumací flambovat.

#### *Tajemství vajíčka na hniličku*

Jak dlouho je třeba vařit vejce, aby nebylo příliš tvrdé? Existuje přibližný vzorec pro stanovení délky varu

$$t = 0,0016 \cdot d^2 \ln \left( \frac{2(T_v - T_p)}{T_v - T_h} \right),$$

kde  $d$  je průměr vejce v mm,  $T_v$  je teplota varu vody (100 °C),  $T_p$  je počáteční teplota vejce (je-li z ledničky, má teplotu asi 4 °C, leží-li v kuchyni, potom 20 °C),  $T_h$  je teplota hotového vejce (vejce na hniličku má vnitřní teplotu 61,5 °C, při této teplotě dochází k tuhnutí bílku, vejce „natvrdo“ má vnitřní teplotu 84,5 °C).

Délku varu ovlivňuje i to, zda vejce vložíme do studené či již vroucí vody, a jak velké množství studené vody použijeme. Daný problém lze samozřejmě diskutovat i s ohledem na další faktory.

Uvařit vejce můžete i v přístroji na přípravu překapávané kávy. Do držáku umístíme kávový filtr ( v případě, že vejce praskne, zůstane obsah v tomto filtru) a přístroj naplníme vodou. Přístroj zapneme a vaříme 6 – 8 šálků vody. V tomto případě je třeba experimentálně vyzkoušet, jakého dosáhneme výsledku pro ten který přístroj.

#### *Problém plovoucího knedlíku*

Vložíme-li knedlík do vroucí vody, aby se uvařil, nejprve klesne ke dnu a teprve později plove. Platí či neplatí Archimédův zákon? Ztrácí knedlík při vaření svou hmotnost? Hmotnost neztrácí, ale probíhá proces kynutí. Dbáme, aby byl správně vytvarován a pohyboval se uprostřed hrnce. Vaříme jej při teplotě asi 80 °C, toto platí zejména pro knedlíky plněné. Pokud je knedlík správně formován, vlivem konvekce se bude ve vodě otáčet.

#### *Pečeme husu*

Východisko experimentu – otázka první: Jaké zvíře si vybrat? Husu lze koupit v obchodě, či pořídit z domácího chovu. Je třeba však mít zase na paměti, že zvíře chované venku má více pohybu, jeho maso bude obsahovat více kolagenu a tedy bude potřebovat delší dobu k pečení. Každopádně bychom měli zvíře dva dny před pečením silně potřít solí a skladovat v ledničce. Před samotnou přípravou bychom měli husu opět prosolit. Další otázky, které si klademe z hlediska vědeckého zkoumání ve fyzice a chemii:

Jaká je doba pečení husy?

Jak získáme žádanou chuť pokrmu?

Doba pečení závisí na velikosti husy a na teplotě trouby. Teplo musí proudit dovnitř předmětu a to tak dlouho, až bude dosaženo potřebné teploty pro pečení, tj. 70 – 80 °C. Při této teplotě dochází ke změně struktury bílkovin a kolagen se začíná rozpouštět. Teplota uvnitř nesmí být příliš vysoká, jinak se kolagenová vlákna smrští a vytlačí tekutinu z masa. Pokrm by byl suchý.

Předpokládejme tedy, že husa je kulatá. Potom lze odvodit známý vztah mezi poloměrem koule a hmotností husy ( $V = \frac{4}{3}\pi r^3, V \propto m$ ), stačí změřit obvod husy. Délka pečení je úměrná  $r^2$ , tzn.  $t \propto \sqrt[3]{m^2}$ . Samozřejmě je třeba zohlednit teplotu trouby a vnitřní teplotu tělesa.

Využijeme-li termodynamiky, lze vypočítat přesnou délku procesu pečení, pro naše potřeby lze použít přibližný vztah

$$t = \left[ \frac{\sqrt[3]{m}}{\alpha(T_{tr} - T_u)} \right]^2, \text{ kde } \alpha = 0,0008526 \left[ \frac{\text{kg}^{\frac{1}{3}}}{\text{min}^{\frac{1}{2}} \text{ } ^\circ\text{C}} \right], \text{ kde } m \text{ je hmotnost v kg, } T_{tr} \text{ je teplota}$$

trouby,  $T_u$  je vnitřní teplota husy. Na základě vlastních zkušeností lze doporučit teplotu trouby 220 °C a vnitřní teplotu husy 75 °C. Po dosazení do výše uvedeného vztahu vypočítáme dobu pečení v minutách.

Byla odvozena následující tabulka, která nám může pomoci při přibližném odhadu doby pečení:

$$T_u = 75^\circ\text{C}$$

$$T_{tr} = 220^\circ \quad T_{tr} = 200^\circ \quad T_{tr} = 180^\circ$$

1.0 kg	65	88	125
2.0 kg	104	139	198
3.0 kg	136	183	259
3.2 kg	142	191	271
3.4 kg	148	199	282
3.6 kg	153	207	293
3.8 kg	159	214	304
4.0 kg	165	222	314

4.5 kg	178	240	340
5.0 kg	191	257	365
5.5 kg	204	274	389
6.0 kg	216	291	412
	[min]	[min]	[min]

Vzorec udává maximální dobu pečení. Není-li husa plněná, doba pečení se zkrátí asi o jednu třetinu.

Ochucení masa je možné docílit např. naložením masa do láku. Je ale třeba vzít v úvahu to, že vlivem osmózy pronikne nálev jen asi 10 mm do hloubky během 24 hodin. Maso by muselo být v nálevu několik dnů. Aroma lze však do masa vpravit pomocí injekce (např. ananasovou šťávu). Enzymy v ní obsažené pomáhají rozpouštět kolagen, ale vysokou teplotou se ničí.

Máme-li maso již připravené, husu potřeme máslem a vložíme do pekáče. Přidáme asi ½ litru horké vody, přikryjeme a vložíme do předehřáté trouby. Husu vodou nepoléváme, z hlediska fyzikálních zákonů je třeba si uvědomit, že v troubě je důležitá zejména pára, která přenáší teplo. Pokud nedáme do trouby vodu, maso samo pouští šťávu (vodu) a je potom suché. Asi po hodině pečení husu obrátíme. Krátce předtím, než je husa hotová (8 – 10 minut) potřeme husu roztokem, který obsahuje cukr (pomarančová šťáva, med, bílé víno). Cukr začne při vysoké teplotě karamelizovat (Maillardova reakce), vytvoří se hnědá kůrka. Dopečeme při nejvyšší teplotě trouby (asi 8 minut).

Poté by měla husa ještě 30 minut odpočívat. Kolagenová vlákna se uvolní a při rozkrajování vyteče méně šťávy.

### **Provázkový telefon**

Experimenty s provázkovým telefonem provádíme často a jsou velice dobře známé. Lze tento experiment ještě nějak změnit či upravit?

Navrhuji kombinaci experimentu s využitím vlastního těla. Jeden z kelímků ustříhneme, volný konec provázku ovážeme okolo hlavy, do zbývajícího kelímku mluvíme. Nezapomeneme si prsty ucpat uši. Jinou variantou je, že druhý konec stisknu mezi zuby.

Lze ustříhnout i druhý kalíšek. Z konce provázku uděláme smyčku, kterou uvážeme kolem krku. Druhý konec opět stiskneme mezi zuby, ucpecme uši a posloucháme.

## **Literatura**

- [1] Gruber, W.: *Die Genussformel. Kulinarische Physik*. 2008. Vorw. v. Johanna Maier. 304 Seiten mit Illustrationen v. Thomas Wizany, gebunden
- [2] Valadares, E. de Campos: *Physics, Fun, and Beyond*. Prentice Hall 2008.
- [3] <http://fyzweb.cuni.cz>

## Další rozvoj fyzikální Vzdálené internetové výukové laboratoře na UP v Olomouci

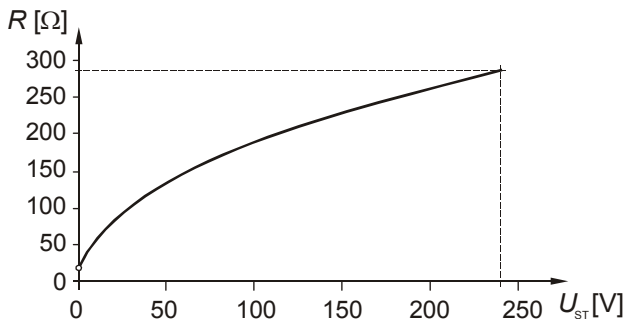
JAN HRDÝ

KEF PřF UP v Olomouci

Je dlouhodobým záměrem vybudovat na Přírodovědecké fakultě UP v Olomouci *Vzdálenou internetovou výukovou laboratoř* (VIVL), která by zpřístupnila po internetu jednoduchá i složitější **fyzikální měření** zájemcům z celé naší republiky i ze zahraničí [1]. Budovaná laboratoř je sice určena především studentům SŠ, ale také se počítá se zapojením širší veřejnosti. Kromě přímého předávání fyzikálních a technických poznatků bude VIVL také sloužit k propagaci a zvýšení zájmu o studium těchto oborů a v neposlední řadě i k propagaci záměrů EU v oblasti energetiky.

### První úloha

Jako první úloha vhodná pro realizaci pomocí VIVL bylo zvoleno měření voltampérové charakteristiky obyčejné síťové žárovky [2] střídavým proudem. Šlo o starší žárovku *NARVA 230V/200W* v provedení s baňkou z čírého skla. Jak plyne z grafu na obr. 1, měla za studena žárovka odpor vlákna jen  $20\ \Omega$ , při maximálním napájecím napětí 240 V a tedy při maximální trvale použitelné teplotě vlákna žárovky odpor  $290\ \Omega$ . Poměr obou odporů je  $290/20 = 14,5$  – tato hodnota se velmi dobře shoduje s údaji v technické literatuře [3].



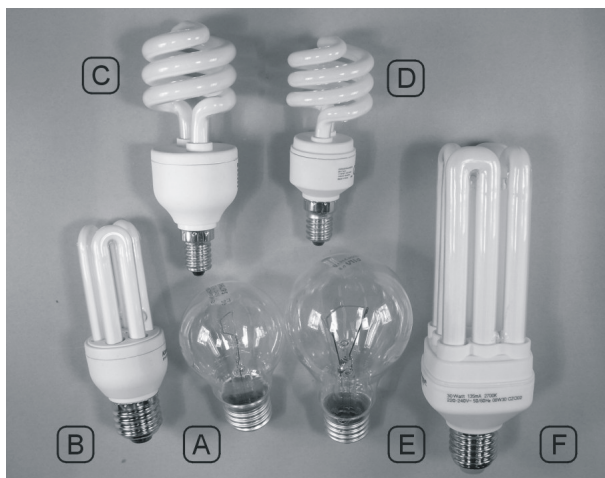
Obr. 1 Závislost odporu vlákna žárovky na připojeném střídavém napětí

Tato **základní úloha** sloužila k získání prvních zkušeností s provozem VIVL. Na základě těchto zkušeností byly navrženy další dvě úlohy, které i když vycházejí z této základní úlohy, přinášejí ještě něco navíc. Buďto se to týká naší každodenní praktické činnosti a zkušenosti (*druhá úloha*) nebo se jedná o podstatněji zpřesnění naměřených výsledků a zjednodušení jejich měření (*třetí úloha*).



## Druhá úloha

Zatím jsou **klasické** žárovky poměrně značně rozšířeny. Ale to se má v nedaleké budoucnosti zásadně změnit. **Evropská unie** však chystá během roku 2010 (přesněji od 1. září 2009) a v následujících letech postupné zastavení prodeje klasických žárovek. Zrušení prodeje těchto žárovek se bude realizovat postupně celkem v šesti krocích až do roku 2016 [10]. Bude se postupovat podle toho, jak je ten který druh žárovky energeticky neúsporný (nejdříve např. budou z prodeje vyřazeny matně žárovky a číré žárovky s příkonem nad 80 W). Klasické žárovky jsou totiž energeticky velmi náročné (tab. 1) a proto budou nahrazovány úspornými žárovkami (obr. 2) na bázi zářivky (úspora energie až 80 %) a nebo nově i svítidly na bázi LED (úspora až 90 %).

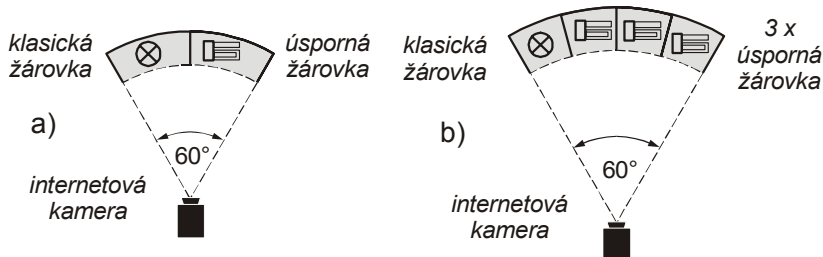


Obr. 2 Ukázka různých typů klasických i úsporných žárovek

Tab. 1 Srovnání vlastností některých typů klasických a úsporných žárovek

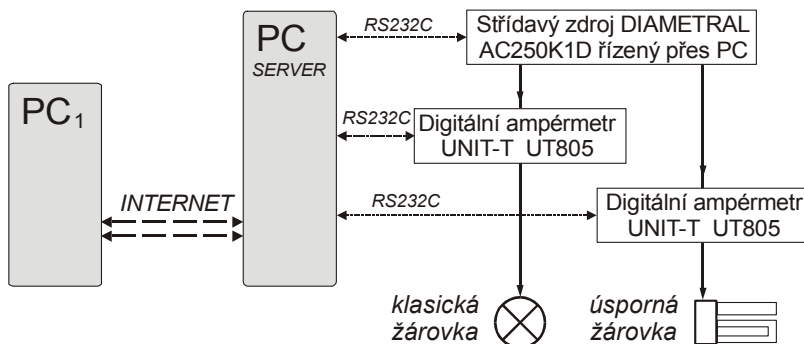
Pozice (obr. 2)	Typ žárovky	Příkon žárovky	Patice žárovky	Ekvivalentní				Cena s DPH (květen 2009) vč. recykl.: *
				příkon klas. žárovky	Výrobce žárovky	Výrobní typ	Předpokl. životnost	
A	<b>klasická</b>	60 W	E27		Philips		<b>1 000 hod.</b>	7 Kč
B	úsporná	11 W	E27	55 W	Kanlux	ETU-M	10 000 hod.	132 Kč *
C	úsporná	11 W	E14	60 W	Pleomax	DZ	8 000 hod.	111 Kč *
D	úsporná	11 W	E14	60 W	Osram	DZ Twist	6 000 hod.	173 Kč *
E	<b>klasická</b>	150 W	E27		Píla		<b>1 000 hod.</b>	16 Kč
F	úsporná	30 W	E27	150 W	Megaman	WL 130	10 000 hod.	235 Kč *

Vzhledem k **aktuálnosti** této problematiky nahrazování klasických žárovek úspornějšími typy, v současné době zejména tzv. *úspornými žárovkami* se zářivkovými trubicemi, a to ať již typy s jednou tenkou spirálovitě stočenou zářivkovou trubicí (obr. 2c,d) nebo třemi či čtyřmi (obr. 2b,f) silnějšími trubicemi tvaru „U“ (podle výkonu), byla proto vybrána jako aktuální měřicí úloha do VIVL úloha spočívající v porovnávání pozorování světelného toku srovnatelných dvojic **klasická-úsporná žárovka**. Srovnávat by tak bylo možné subjektivně (pomocí internetové kamery) např. dvojice A-B nebo E-F (obr. 3a) nebo i celou čtveřici A-B-C-D (obr. 3b).



Obr. 3 Subjektivní srovnávání světelného toku různých typů žárovek

Je zřejmé, že jednoduché srovnání svítivosti klasické žárovky s jednou nebo s více výkonově ekvivalentními úspornými žárovkami při momentální velikosti síťového napětí by nepřineslo v zásadě nic nového, protože podobné předváděcí úlohy je možné shlédnout již nyní v mnohých elektro-obchodech či supermarketech. VIVL však přináší něco kvalitativně úplně nového: Srovnávání klasických a úsporných žárovek **při různých volitelných hodnotách** napájecího napětí, obvykle v pracovním rozmezí úsporných žárovek (220-240 V). Je možno pozorováním snadno zjistit, že kolísání velikosti napájecího napětí má daleko větší vliv na svítivost klasické žárovky (vyšší napájecí napětí má za následek vyšší teplotu vlákna žárovky a vyšší svítivost, následně ale i menší životnost klasické žárovky), než na svítivost žárovky úsporné, což je další velká výhoda úsporných žárovek (obr 4).



Obr. 4 Srovnávání svítivosti klasických a úsporných žárovek

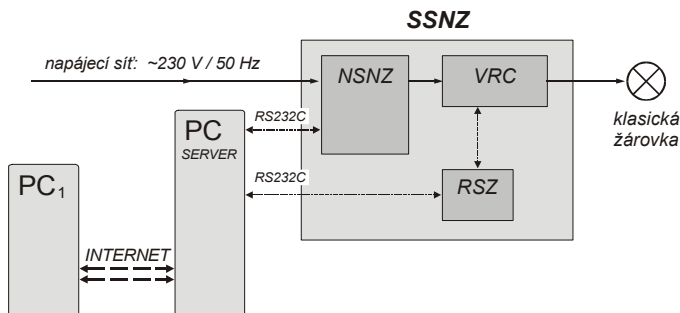
Regulovatelný střídavý zdroj *DIAMETRAL AC250K1D* i oba digitální ampérmetry *UT805* komunikují s PC přes rozhraní *RS232C*. Více informací lze nalézt ve [2,4,5].

I když vlastní porovnávání svítivosti žárovek se provádí subjektivně, jsou současně k dispozici také některé objektivně změřené údaje, jako nastavená velikost napájecího napětí nebo odpovídající velikost odebíraného proudu, či údaje vypočítané, jako je **okamžitý příkon** každé žárovky. Jinou variantou popsané úlohy je srovnávání barvy (tzv. barevné teploty) světla emitovaného různými úspornými žárovkami.

### Třetí úloha

Třetí úloha spočívá v tom, že se voltampérová charakteristika klasické žárovky měří **stejnoseměrným proudem**. Má to výhodu v tom, že měření je rychlejší a přesnější, poněvadž je možné rychleji a přesněji nastavit požadované stejnosměrné napětí. V první úloze byl použit střídavý zdroj *Diametral AC250K1D*, který samostatně (s využitím vlastního mikroprocesoru) výstupní střídavé napětí neustále optimalizoval a tím prováděl v procesu měření nevypočitatelné zásahy, což někdy značně prodlužovalo a komplikovalo měření. Navíc bylo napětí možné regulovat pouze po skocích o velikosti minimálně 1 Voltu. Navíc také oba multimetry *UT805* mají na stejnosměrných rozsazích zaručenu daleko vyšší relativní přesnost, než na rozsazích střídavých.

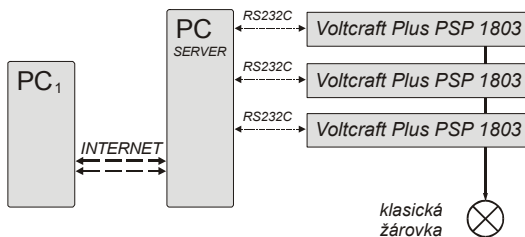
**Třetí úloha** byla navržena ve dvou variantách. *První varianta* počítala s vlastní konstrukcí počítačem řízeného stejnosměrného stabilizovaného napájecího zdroje (*SSNZ*) 0...240V pro napájení měřených síťových žárovek. Protože použitá aparatura měla být využívána také pro předváděcí akce většího rozsahu, počítalo se s příkonem žárovky (žárovek) až do 1500 W. Pro omezení ztrátového výkonu byl proto stejnosměrný zdroj *SSNZ* (obr. 5) navržen s PC řízeným nestabilizovaným stejnosměrným zdrojem s přepínatelnými odbočkami síťového transformátoru (*NSNZ*) [6], dále s PC řízeným referenčním stejnosměrným zdrojem (*RSZ*) [7,8] a se samostatným výkonovým vzduchem chlazeným regulačním členem (*VRC*) [9]. Počítalo se s rozlišením 256 (8 bitů) až 1024 napěťových hladin (10 bitů).



Obr. 5 Struktura stejnosměrného stabilizovaného zdroje pro napájení žárovek

*Druhá varianta* počítá s využitím tří komerčních stejnosměrných počítačem řízených zdrojů *Voltcraft Plus PSP 1803* (0...80 V/2,5 A) [11], které budou pro získání po-

třebné velikosti napájecího napětí (0...240 V) pro síťovou žárovku zapojeny do série (obr. 6). Maximální příkon síťové žárovky bude v tomto případě omezen na 600 W, což je pro použití v rámci VIVL zcela dostačující.



Obr 6. Použití komerčních stejnosměrných zdrojů

## Závěr

Praktickou realizaci popsaných úloh provádí v rámci svého doktorského studijního programu Mgr. František Látal ve spolupráci s externím systémovým programátorem Kamilem Samiecem ze specializované firmy SYBAS Control, s.r.o. [12].

## Literatura

- [1] Hrdý J.: *Návrh a konstrukce fyzikální vzdálené internetové výukové laboratoře*. In.: Sborník konf. Pedagogický software 2008. Ed. Řehout V. a kol. Scient. Pedagog. Publish., České Budějovice 2008, 143-145.
- [2] Hrdý J.: *První fyzikální VIVL na UPOL*. In: Sborník konf. „Veletrh nápadů učitelů fyziky 13, Plzeň 2008“. Nakl. ZČU Plzeň, 2008, 235-239.
- [3] Arendáš M.: *Nabíječ s omezením nabíjecího proudu žárovkou*. Radiový konstruktér **13** č. 3 (1975), 38-41.
- [4] Vlach J., Vlachová V.: *Počítačová rozhraní - přenos dat a řídicí systémy*. BEN, Praha 1995.
- [5] Minasi M.: *IBM PC - velký průvodce hardware*. Grada, Praha 1992.
- [6] Niemcewicz L.: *Vzorce, definice a příklady z radiotechniky*. ALFA, Bratislava 1970.
- [7] Petřík J.: *Měření elektrických veličin na počítači PC*. Amatérské radio (řada B - pro konstruktéry) **41** č.2 (1992), 43-70.
- [8] Stříž V.: *Integrované převodníky D/A*. Amatérské radio (řada B - pro konstruktéry) **42** č.1 (1993), 3-40.
- [9] Dodek P., Trajtel J.: *Polovodičové usměrňovače a stabilizátory napětí*. ALFA, Bratislava 1970.
- [10] <http://www.elektro-osvetleni.cz>
- [11] <http://www.conrad.cz>
- [12] <http://www.sybas.cz>

## Olomoucké přírodovědné jarmarky a Jarmarky vědy a umění v Uherském Hradišti

JAN HRDÝ

KEF PŘF UP v Olomouci

Uvedené akce slouží jednak k přímému předávání fyzikálních a technických poznatků studentům SŠ, žákům ZŠ i nejširší veřejnosti a tím přispívají k popularizaci a propagaci těchto věd a jednak slouží současně k zvýšení **zájmu o studium** těchto fyzikálních a technických oborů. Tento příspěvek je přímým pokračováním příspěvku [1] z loňského *Veletrhu nápadů učitelů fyziky 2008*. Protože problematika obou těchto akcí je značně rozsáhlá a složitá (účastní se jí několik pracovišť, mnoho učitelů i studentů), je pozornost z praktických důvodů zaměřena opět především na vystoupení studentů učitelské fyziky – absolventů Praktika školních pokusů.

### Další čtyři ročníky

První *Jarmark chemie, fyziky a matematiky* se konal v Olomouci na výstavišti Flora v pavilonu A v pátek 8.6. a v sobotu 9.6.2001 [1]. Na stejném místě se konaly všechny další tři ročníky. Pátý až sedmý ročník *Jarmarku* se konal již na Horním náměstí (u orloje), osmý ročník opět na výstavišti Flora a devátý ročník v areálu **nově otevřené** budovy Přírodovědecké fakulty UP. Od šestého ročníku jsou *Jarmarky* již pouze jednodenní a od osmého ročníku se *Jarmark chemie, fyziky a matematiky* koná pod novým sjednocujícím názvem *Přírodovědný jarmark*. V roce 2008 se konal první ročník *Jarmarku vědy a umění* v Uherském Hradišti, který byl organizován na závěr celoročních oslav významného výročí „750 let od založení města“ (1257-2007).

- **6. Jarmark chemie, fyziky a matematiky**, Olomouc, Horní náměstí (u orloje), pátek 23.6.2006
- **7. Jarmark chemie, fyziky a matematiky**, Olomouc, Horní náměstí (u orloje), pátek 15.6.2007
- **První Jarmark vědy a umění**, Uherské Hradiště, Masarykovo náměstí, pátek 23.5.2008
- **8. Přírodovědný jarmark**, Olomouc, výstaviště Flora – pavilon A, pátek 20.6.2008
- **Druhý Jarmark vědy a umění**, Uherské Hradiště, Masarykovo náměstí, pátek 29.5.2009
- **9. Přírodovědný jarmark**, Olomouc, **nová budova** Přírodovědecké fakulty UP, středa 24.6.2009

Na všech ročnících *Jarmarku* se vystřídalo velké množství různých pokusů, pomůcek i vystupujících studentů a je proto velmi těžké vybrat jen několik málo **ilustračních fotografií**, které by alespoň částečně přiblížily atmosféru, rozsah i dosah této akce:



Obr. 1 *Jarmark* v plném proudu před olomouckou radnicí (2006)



Obr. 2 „Náročná“ zkouška Seebeckovy sirény (Olomouc 2007)



Obr. 3 První *Jarmark vědy a umění* v Uherském Hradišti (2008)



Obr. 4 Návštěvníky neodradila ani nepřízeň počasí (Uherské Hradiště 2009)

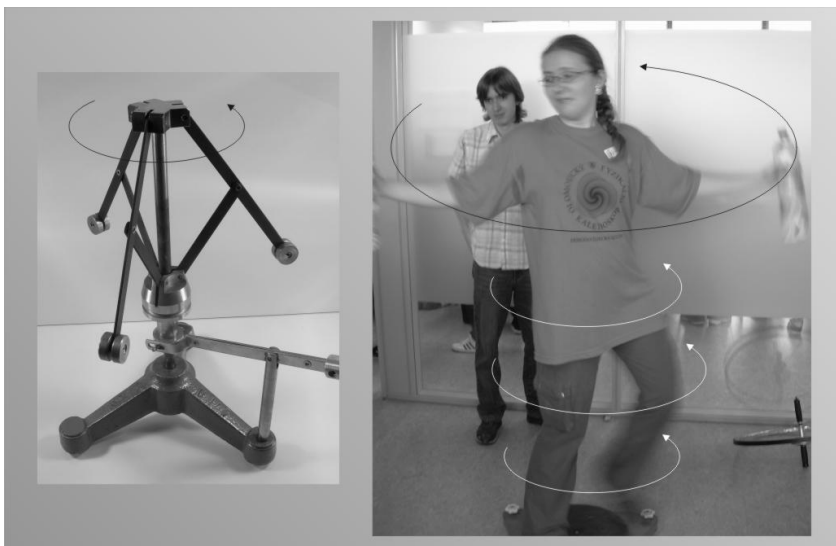


Obr. 5 Dva dny před **letošním Olomouckým přírodovědným jarmarkem** byla slavnostně otevřena novostavba Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého





Obr. 6 Novostavba Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci v den svého slavnostního otevření – v pondělí **22. června 2009**



Obr. 7 *Olomoucký přírodovědný jarmark* letos poprvé v nové budově dne 24.6.2009. „Nesmrtelná točna“ opět **ve středu zájmu** návštěvníků. Jarmarku se tentokráte podle kvalifikovaných odhadů zúčastnilo 6-7 tisíc osob!

## **Literatura**

- [1] Hrdý J.: *Olomoucké fyzikální jarmarky*. In: Sborník konf. „Veletrh nápadů učitelů fyziky 13, Plzeň 2008“. Nakl. ZČU Plzeň, 2008, 245-249.

## Sedmnáctý příspěvek aneb čtyřkanálové akustické rázy nejen pomocí *MAPLE*

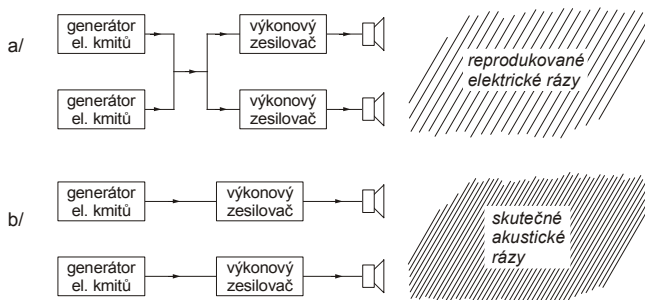
JAN HRDÝ

KEF PŘF UP v Olomouci

Těžko bych zapíral, že *Veletrh nápadů učitelů fyziky* mě okouznil a zcela si mě získal hned ve svém **prvním ročníku** v roce 1996 v Praze. Přesto mě nyní docela překvapilo, že když jsem spočítal všechny své dosavadní příspěvky na předcházejících ročnících veletrhu a přičetl tři letošní příspěvky, došel jsem až k číslu sedmnáct – tolik k první části názvu tohoto příspěvku (tab. 1). Druhá část názvu příspěvku se týká přímo jeho obsahu, tedy praktické realizaci **čtyřkanálových akustických rázů** a jejich matematickému modelu získanému pomocí software *Maple*.

### Elektrické a akustické rázy

Je třeba si hned na počátku uvědomit, že *není totéž*, jestli vytvoříme elektrické rázy (sloučením dvou nebo více elektrických harmonických kmitů blízkých kmitočtů) a po patřičném zesílení je společně přivedeme na (jednu) vhodnou reproduktorovou soustavu (obr. 1a) nebo když každé dílčí elektrické kmito zesílíme samostatně a přivedeme do samostatné reproduktorové soustavy a rázy potom vznikají až v prostoru mezi reproduktorovými soustavami (obr. 1b), kde se mohou volně pohybovat posluchači. I subjektivně lze oba případy snadno rozlišit, poněvadž ve druhém případě **se rázy jeví** při zachování jinak stejných parametrů jako daleko mohutnější a dynamičtější. Důležitou součástí experimentu prováděného podle druhé popsané verze, tedy s použitím oddělených reprodukčních kanálů (takové akustické rázy budeme v rámci tohoto příspěvku nazývat *skutečné akustické rázy*) je *možnost kontroly ze strany posluchačů*, že všechny použité reproduktorové soustavy vyzařují trvale tóny o konstantní amplitudě, ale rozdílné frekvenci. Vzhledem k tomu, že během experimentu se posluchači volně pohybují v celém aktivním akustickém prostoru, snadno se mohou těsně u reproduktorových soustav o této skutečnosti na vlastní uši přesvědčit (obr. 2).



Obr. 1 Elektrické a akustické dvoukanálové rázy

## Dvoukanálové akustické a elektrické rázy

Problematika dvoukanálových akustických a elektrických rázů je teoreticky podrobně rozebrána v příspěvku [1]. Pomocí vzorců pro součet dvou harmonických funkcí je analyzován jednak jednodušší případ, kdy oba kmity mají stejnou amplitudu, a jednak i složitější případ, kdy amplituda obou kmitů je různá (potřebné matematické vzorečky se běžně v tabulkách nevyskytují a proto jsou v příspěvku také odvozeny). V tomto druhém případě vlastně vznikají dvojce rázy, které jsou však vzájemně fázově posunuty a proto se jejichž účinky navzájem zeslabují (v hraničním případě ruší). Všechny tyto výsledky jsou doloženy modely v *Maple* [2].

## Skutečné čtyřkanálové akustické rázy

Skutečné čtyřkanálové akustické rázy byly nejdříve vyzkoušeny v různých variantách experimentálně v laboratoři a postupně se nyní stávají součástí didaktických výstupů pro studenty i nejširší veřejnost. Poprvé byly předvedeny pro veřejnost 2.4.2009, kdy se jednalo o návštěvu studentů (obr. 2) z Reálného gymnázia a ZŠ města Prostějova vedenou zástupcem ředitele RNDr. Ing. Rostislavem Halašem.



Obr. 2 Studenti a studentky z Reálného gymnázia a ZŠ MP sledují vznik rázů

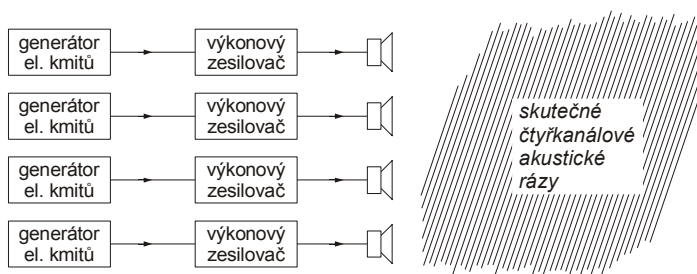
Z předcházejícího obrázku je dobře patrné experimentální uspořádání pokusu. Vhodnost použití čtyř reproboxů *Raveland X 1838 L-II* (18-20000 Hz, 200/500 W, 96 dB) a dvou výkonových zesilovačů *Mc CRYPT PA-8000 MK-II* (2 x 300/500 W) je často diskutovanou otázkou, na kterou není asi ani možné jednoznačně odpovědět. Proto alespoň několik stručných poznámek.:

- Použité reproboxy mají nízkou dolní mezní frekvenci (18 Hz), která je dána především použitím kvalitního basového reproduktoru o velkém průměru

membrány (18 inch = 45,72 cm) a promyšleným systémem dvou bassreflexových rezonátorů. Navíc mají reproboxy dostatečnou rezervu výkonu, takže ani při použití na volném prostranství, kdy je podle *základní poučky praktické elektroakustiky* potřeba k dosažení stejného účinku jako v uzavřeném prostoru zhruba asi **desetkrát většího** akustického výkonu [3], nepracují stejně jako použité zesilovače na plný výkon. Použitá aparatura má tedy dostatečně velkou výkonovou rezervu a nehrozí v běžných podmínkách přehřívání nebo přetížení.

- Použité reproboxy jsou vyráběny v USA, kde jsou velmi oblíbeny a bylo jich již vyrobeno několik set tisíc kusů. Používají se především na domácí párty. Jsou tedy větší než reproboxy používané k domácí reprodukci, nedosahují ale vzhledem k nevhodnému zapojení kvality HiFi a nejsou určeny pro hudební skupiny, kde se dlouhodobě pracuje s velkými průměrnými akustickými výkony. Celkové provedení reproboxů je jednoduché (nemají např. vůbec elektrické výhybky mezi basovým, středotónovým a výškovým systémem, což do značné míry zhoršuje výsledný dojem z reprodukce hudby a je to řešení, které se u našich (evropských) výrobců [4] prakticky nepoužívá). Na druhé straně vzhledem k jednoduché konstrukci a velkým vyráběným počtům je jejich cena velmi příznivá [5] a jsou proto vhodné vzhledem ke své relativní robustnosti a vyhovující kvalitě k využití jako **učební pomůcka**.
- Jednoduchou úpravou můžeme rozpojit jednotlivé systémy reproboxu a každý systém používat pro pokusy z akustiky a elektroakustiky samostatně, podle požadovaného frekvenčního pásma. Pak teprve vynikne kvalita použitých reproduktorů. Prakticky bylo realizováno technicky jednodušší řešení, kdy se odpojuje pouze středotónový a výškový systém, basový reproduktor je připojen trvale. Na pokusy s rázy je nejlépe použít jen basového systému reproboxů a tomu odpovídající nízké frekvence použitých skládaných kmitů, sniží se tím nároky na relativní přesnost použitých generátorů a experimenty jsou navíc pro lidské ucho daleko příjemnější.
- Rovněž bylo vyzkoušeno zamontování jednoduché *třípásmové výhybky* (6 dB/okt.) do jednoho reproboxu, dosažená zkušební kvalita reprodukce hudby byla potom (subjektivně) překvapivě výborná.
- Použité dvojité zesilovače jsou osvědčené koncepce a přibližně stejné cenové kategorie jako použité reproboxy (vyrábějí se rovněž ve velkých sériích) a mají velkou výhodu v možnosti oddělené regulace zisku každého kanálu.
- Použití aparatury většího výkonu je ze strany přihlížejících studentů vesměs hodnoceno kladně a často se stává jazýčkem na vahách, který určuje jejich pozitivní motivaci ke všem předváděným fyzikálním pokusům.

Jak je patrné z obr. 2, jako čtveřice generátorů bylo využito čtyř **funkčních generátorů** ze soupravy *RC Didactic*, které umožňují číslcové nastavení požadované frekvence a mají velkou relativní přesnost. Výhodou jsou také jejich malé rozměry. Blokové schéma zapojení demonstrační aparatury je na obr. 3.

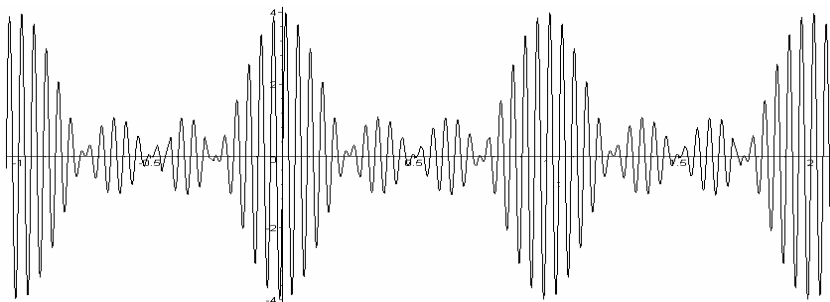


Obr. 3 Blokové schéma zapojení pro skutečné čtyřkanálové akustické rázy

### Modelování čtyřkanálových rázů pomocí MAPLE

Jednoduchým programkem v *MAPLE* můžeme získat průběh výsledné amplitudy generovaných rázů při skládání např. čtyř akustických (nebo i jiných) kmitů o stejné amplitudě a o poměru relativních frekvencí 20 : 21 : 22 : 23. Tento poměr frekvencí a samozřejmě také poměr amplitud lze v programu libovolně měnit.

```
> f1:=20: f2:=21: f3:=22: f4:=23: A1:=1: A2:=1: A3:=1: A4:=1:
om1:=2*Pi*f1: om2:=2*Pi*f2: om3:=2*Pi*f3: om4:=2*Pi*f4:
y1:=A1*sin(om1*t): y2:=A2*sin(om2*t):
y3:=A3*sin(om3*t): y4:=A4*sin(om4*t):
y:=y1+y2+y3+y4: plot(y,t=-Pi/3..2*Pi/3,colour=black);
```



Program lze snadno rozšířit i na více skládaných kmitů, např. na šest nebo osm.

Tab 1. Přehled všech příspěvků přednesených autorem tohoto článku doposud na jednotlivých ročnících *Veletrhu nápadů učitelů fyziky*

Čís.	Název příspěvku	Roč.	Místo konání	Rok
1.	Tři školské pokusy	1.	MFF UK Praha	1996
2.	Klopné obvody s výkonovými tranzistory	2.	PeF ZČU Plzeň	1997

3.	Školní stroboskop se svítivými diodami	5.	PeF ZČU Plzeň	2000
4.	Tajemství varné konvice	6.	PfF UP Olomouc	2001
5.	Nestandardní experimenty s rozkladným transformátorem	10.	MFF UK Praha	2005
6.	Rozkladný transformátor – podruhé	11.	PfF UP Olomouc	2006
7.	Rozkladný transformátor – potřetí	11.	PfF UP Olomouc	2006
8.	Seebeckova sířena – tradičně i netradičně	11.	PfF UP Olomouc	2006
9.	Savartova sířena – tradičně i netradičně.	11.	PfF UP Olomouc	2006
10.	Lissajousovy obrazce – snadno a rychle bez PC	12.	MFF UK Praha	2007
11.	Lissajousovy obrazce – snadno a rychle na PC	12.	MFF UK Praha	2007
12.	První fyzikální VIVL na UPOL	13.	PeF ZČU Plzeň	2008
13.	Fyzikální animace na PC	13.	PeF ZČU Plzeň	2008
14.	Olomoucké fyzikální jarmarky	13.	PeF ZČU Plzeň	2008
15.	Další rozvoj fyzikální Vzdálené internetové výukové laboratoře na UP v Olomouci	14.	PfF MU Brno	2009
16.	Olomoucké přírodovědné jarmarky a Jarmarky vědy a umění v Uherském Hradišti	14.	PfF MU Brno	2009
17.	<b>Sedmnáctý příspěvek aneb čtyřkanálové akustické rázy nejen pomocí MAPLE</b>	14.	PfF MU Brno	2009

## Literatura

- [1] Hrdý J.: *Modelování dvoukanálových rázů pomocí software MAPLE*. In: „Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 4, Srní 2009“ (v tisku).
- [2] Hrdý J.: *Využití software MAPLE při výuce fyziky*. Mat. fyz. inf. **19**, č. 2-4, (2009/2010), (v tisku).
- [3] Smetana C.: *Praktická elektroakustika*. SNTL Praha, 1981.
- [4] Svoboda L., Štefan M.: *Reproduktory a reproduktorové soustavy*. SNTL Praha, 1983.
- [5] <http://www.conrad.de>

## Fyzikální nabídka modelářských obchodů – RC vznášedlo jako fyzikální pomůcka („Co se děje pod sukní“)

ZDENĚK HUBÁČEK

Gymnázium Uherské Hradiště

Fyzikální nabídka modelářských obchodů je opravdu velmi široká a využívám ji při výuce hojně. Letadla, auta, lodě, vrtulníky, to vše skýtá nepřeberné množství zajímavých funkčních mechanismů, které vedou v modelovém provedení k snadnému pochopení jejich principů. To vše je ještě umocněno, když člověk jejich konstrukci promýšlí a realizuje.

Z výše uvedeného výčtu modelů využívám, s výjimkou lodí vše (nemáme školní bazén). Před nedávnem mě však svou neobvyklostí zaujalo vznášedlo. Modely vznášedel byly stavěny již ve druhé polovině minulého století (dvacátého), viz časopis Modelář. Současnou miniaturizací řídicích mechanismů a elektropohonů je vše mnohem jednodušší a model nevyžaduje přílišnou robustnost.

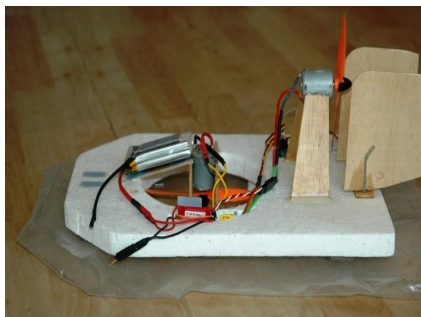
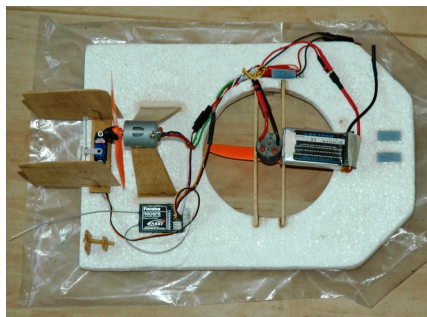
Možnost předvést řízený pohyb bez tření mimo jakékoli vodící koleje je zajímavým způsobem jak ukázat, **za co vděčíme tření**. Změna směru, zrychlení a zpomalení vznášedla se totiž musí dít jinými než třecími mechanismy.

### Jak na to?

Především je třeba si rozmyslet kdo bude model stavět. Pokud nemáte modelářské ambice je nutné sehnat pomocníka z řad studentů. Důvodem není ani zdaleka technická náročnost provedení, jako spíše dostupnost ovládací a pohonné elektroniky. Pokud již nějaký elektromodel vlastníte, bude vystrojení vznášedla otázkou několika set korun, ale v opačném případě se nákupem ovládací elektroniky posouváme s financemi o řád výše.

### Co budeme potřebovat?

2 motory řady 280	PS deska 250 x 450 x 20
2 vrtule GWS 5030	balsa tloušťky 3mm
2 regulátory	špice z kola
1 mikroservo	tuhý PE sáček
2 akumulátory LiPo 800 mAh	izolepa



*Přehledové foto vznášedla*



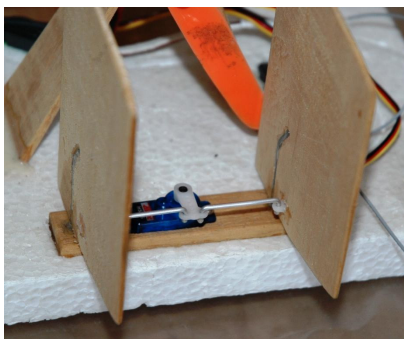
*Výřez v sukni a PS distanční podložky*



*Třmeny z izolopy brání nadzvednutí sukňe.*

Po vyříznutí základové desky z polystyrenu a instalaci řídicích komponentů je třeba zhotovit takzvanou „sukni“. V našem případě je zhotovena z PE sáčku s vhodnými výřezy a izolopou přichycena k základové desce.

Osazení ovládací elektroniky je dobré ponechat až na konec. Je to z důvodu vyvážení vznášedla. Základová deska by při jízdě měla být přibližně vodorovná.



*Detail ovládání směrových kormidel*



### **Co s ním?**

Vznášedlo jezdí po dlažbě, betonu, parketách, vodě a zvládá i překážky. Pro jízdu na vodě je dobré doplnit spodní část sukňe korkovými proužky, které imitují „nabírání“ sukni u skutečných vznášedel, jinak má sukňe tendenci po obvodu přilnout, což po překročení potřebného tlaku v sukni vede k periodickému poskakování.

### **Demonstrační náměty:**

Princip vznášedla

Pohyb na vzduchovém polštáři, který vzniká přetlakem pod sukni vznášela. Co musí být splněno aby přetlak vznikl? (sání musí být větší, než odtok vzduchu pod sukni – jízda po trávě při této miniaturizaci nefunguje!).

Účinky síly

Rozjezd – tlačná vrtule, Změna směru – vektorováním tahu tlačné vrtule, Zastavení – zrušení tlaku pod sukni – tření. Variantou je obousměrný regulátor na tlačném motoru a brzdění s jeho pomocí.

Reakční moment vrtule

Vyvážené vznášedlo v klidu se otáčí. Proč? Na tomto místě je možné odbočit k vrtulníkům s jedním i dvěma rotory. (Pozor roztáčení se týká jen tohoto typu lehkých vznášedel, neprojevuje se obecně.)

## **Hezká optika s LCD a LED**

*JOSEF HUBEŇÁK*

*Univerzita Hradec Králové*

Jednou z posledních částí fyziky, kterou se na střední škole pokoušíme zaujmout naše studenty, je optika. Velmi propracovaná učebnice [1] je určena pro gymnázia a zahrnuje jak klasické, tak novější poznatky z optiky.. Současná hodinová dotace na většině gymnázií vede k omezenému výběru povinného učiva a celá řada témat končí sportovně řečeno v outu jako doporučené rozšiřující učivo. Převážně jde o aplikace a pokud se s nimi student zabývá jen letmo nebo vůbec ne, zaniká i důvod ke studiu fyziky. Jen stručný výčet témat „za čarou“ z této učebnice:

*Odrazný hranol, optická vlákna, vláknová optika*

*Hranolový spektroskop*

*Barva světla, míšení barev*

*Použití rovinných zrcadel*

*Zvětšení optického zobrazení, zobrazovací rovnice kulového zrcadla*

*Optické vady zobrazení čočkou*

*Podmínky dobrého vidění, setrvačnost zrakového vjemu*

*Mikroskop, dalekohledy, snímací a projekční přístroje, dataprojektor*

*Michelsonův interferometr, interference na tenké vrstvě, Newtonova skla*

*Rozdělení ohybových jevů, omezení rozlišovací schopnosti optických přístrojů*

*Ohyb na optické mřížce*

*Holografie*

*Praktické využití polarizovaného světla*

*Přenos energie zářením*

*Luminiscence*

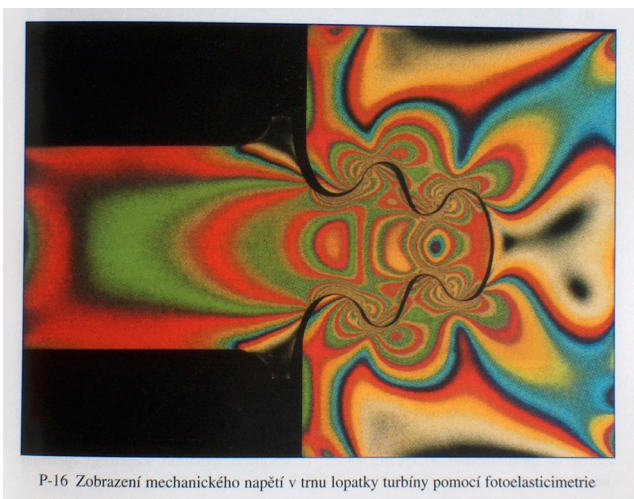
*Záření černého tělesa, kvantum záření a Planckův zákon*

*Historie objevu rentgenového záření a laueogram, rentgenová diagnostika*

*Rentgenová strukturní analýza, Braggova rovnice*

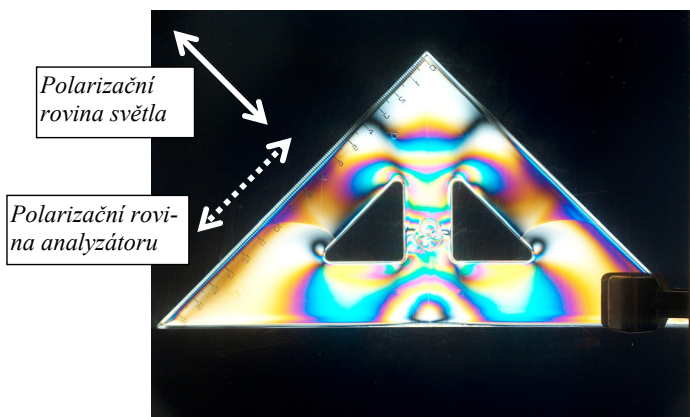
Základní vztahy a poznatky zůstávají ve hře, tvoří ale jen nezbytnou kostru optiky. I když je student zvládne, řadu zajímavých a každodenních setkání s optikou nespojí s fyzikou. Jako by navštívil krásnou zemi a projel ji po dálnici, nezastavil, než u čerpací stanice a MAC DONALDA.

V této situaci můžeme alespoň nabídnout pohled na technické využití optiky – v učebnici [1] mají tuto roli barevné přílohy. Jednu z nich si připomeňme:



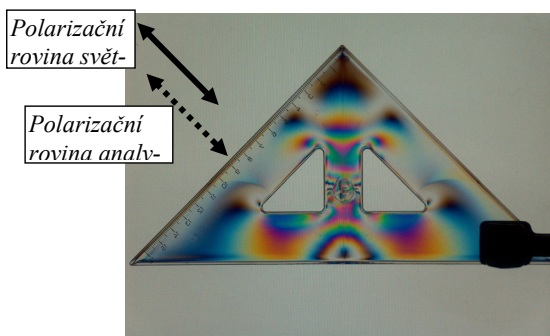
Obr.1 (Převzato z učebnice [1])

Pro fyzika je takový obraz potěšením, ale pro studenta může být jen jedním z mnoha zrakových vjemů, které denně zachytí a pak zapomene. Dnes ale máme skvělou možnost pozorovat podobné světelné „zázraky“ přímo. Zdrojem polarizovaného světla je LCD monitor počítače, pak potřebujeme jen vhodný polaroid jako analyzátor nebo digitální fotoaparát s polarizačním filtrem. Obrázek 3 ukazuje trojúhelník mezi monitorem a analyzátozem, přičemž polarizační rovina polaroidu je kolmá k polarizační rovině světla:



Obr.3 Trojúhelník v tmavém poli

Pohled na trojúhelník v případě rovnoběžných polarizačních rovin světla a analyzátoru je na obr. 4:



Obr.4 Trojúhelník ve světlém poli

Barevná pole se objeví i na víčku od krabice s cédéčky nebo na obalu od CD.

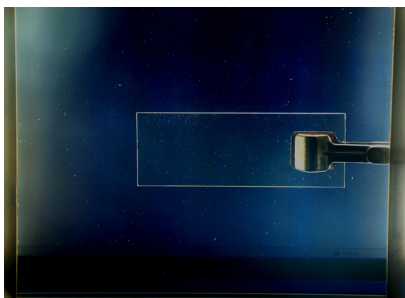


Obr.5 Víčko od krabice s CD

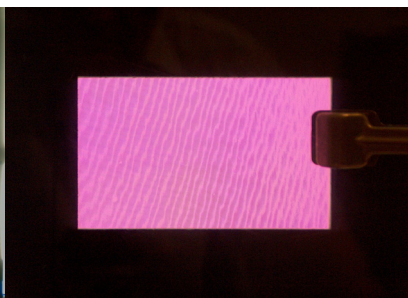


Obr.6 Pouzdro od CD

Vysvětlit podstatu takových jevů není tak snadné a máme-li možnost a čas v hodinách fyzikálního semináře, můžeme nejprve sledovat průchod lineárně polarizovaného světla planparalelní skleněnou deskou a deskou z organického skla (polymethylmetakrylátu):

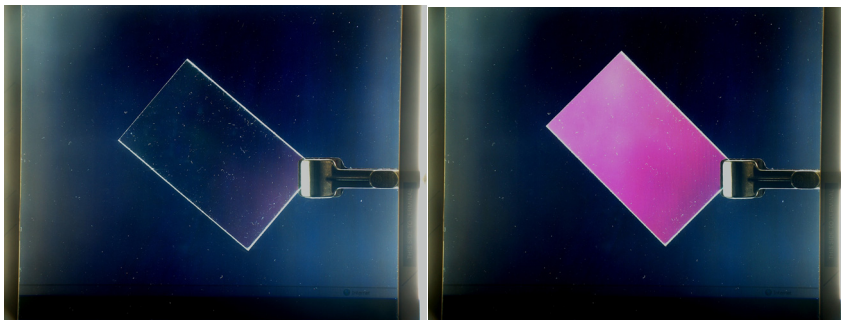


Obr.7 Sklo v tmavém poli



Obr. 8 Organické sklo v tmavém poli

Skleněná deska může být natočena libovolně a světlo neprojde. Organické sklo v uvedené poloze (obr.8) se chová jinak a výsledkem je purpurové zbarvení. I pro organické sklo najdeme polohu, kdy pole zůstane tmavé:


Obr. 9 Organické sklo skloněné o  $\pi/4$ 

Obr.10 Organické sklo skloněné o  $\pi/4 + \alpha$ 

Na obrázku 10 je ale vzorek otočen o něco více než  $45^\circ$  a opět se objeví zbarvení. LCD monitor skládá své lineárně polarizované světlo ze tří složek – červené, zelené a modré. Purpurová barva je dokladem absence zelené složky. Jak k tomu došlo?

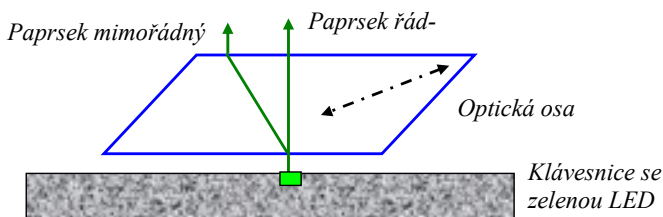
Na úrovni střední školy nemůžeme použít teorii, kterou zájemce najde v učebnicích optiky pro vysoké školy [2], [3]. Experimentem ale můžeme dokázat, že existují opticky anizotropní látky a v nich se paprsek světla rozdělí na paprsek řádný, splňující zákon lomu a paprsek mimořádný, který směřuje jinak, dokonce i při kolmém dopadu na rozhraní. Snímek 11 ukazuje pohled na klávesnici přes krystal islandského vápence :



Obr.11 Dvojlom

Tlačítko s hvězdičkou umožní rozhodnout, který obraz vznikl díky řádnému paprsku – hvězdička v úrovni znaménka mínus je řádná. Všechny obrazy posunuté vlevo dolů

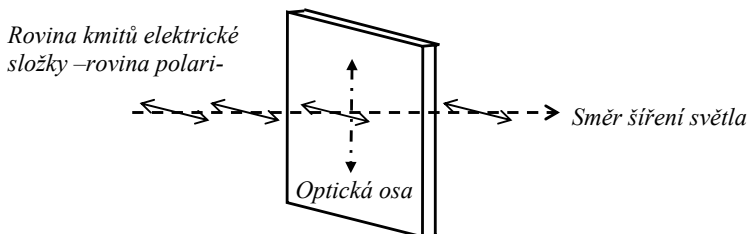
pod úhlem asi  $45^\circ$  vznikly ve světle mimořádného paprsku. Polaroidem snadno zjistíme, že v „řádém obraze“ má světlo polarizační rovinu kolmou k rovině určené optickou osou a směrem šíření světla (rovinu hlavního řezu). Otočením polaroidu o  $90^\circ$  řádný obraz mizí a zůstane obraz tvořený mimořádným paprskem. Mimořádný paprsek má ještě jednu pozoruhodnou vlastnost: ačkoliv na spodní stěnu krystalu dopadl kolmo, zlomil se od kolmice, prošel krystalem šikmo a na výstupu se „srovnal“ do kolmice a pokračuje rovnoběžně s paprskem řádným. Pokud bychom paprsky mohli pozorovat z boku, bude šíření světla vypadat takto:



Obr. 12 Řádný a mimořádný paprsek

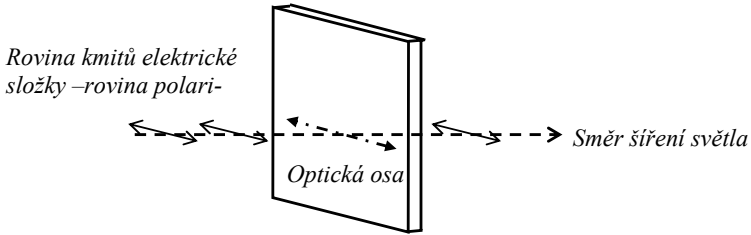
Podstatné pro vysvětlení našich experimentů je to, že v anizotropním prostředí se lineárně polarizované světlo šíří jako dvě lineárně polarizovaná světla. Paprsek řádný (ordinární) je polarizován v rovině kolmé k rovině hlavního řezu a paprsek mimořádný (extraordinární) v rovině rovnoběžné s rovinou hlavního řezu. Další důležitou skutečností je, že paprsek procházející kolmo planparalelní deskou nemění svůj směr, pokud je optická osa vzorku rovnoběžná s povrchem desky. Ještě jednu vlastnost extraordinárního paprsku potřebujeme pro pochopení našich experimentů: extraordinární paprsek se šíří v anizotropním materiálu jinou rychlostí a má tedy jiný index lomu, než paprsek ordinární.

Deska z organického skla je také anizotropní materiál a její optická osa je rovnoběžná s povrchem desky. Světlo z displeje je lineárně polarizované a předpokládejme, že jeho polarizační rovina je kolmá na optickou osu:

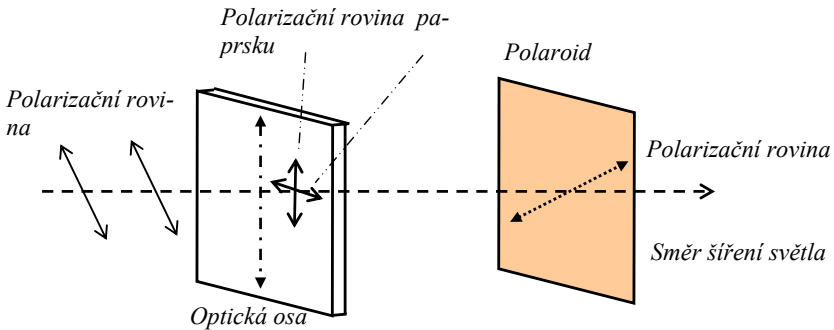


Obr. 13 Lineárně polarizované světlo prochází jen jako řádný paprsek

Obrázek 13 a 14 ukazují případy, kdy po průchodu zůstane polarizační rovina beze změny. To je případ pozorování v tmavém poli, kdy organické sklo obraz neovlivní.



Obr.14 Lineárně polarizované světlo prochází jen jako mimořádný paprsek



Obr.15 Průchod tenkou anizotropní fólií

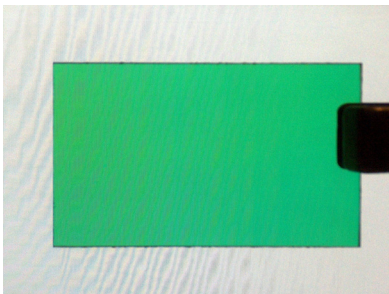
Z obrázku 15 je zřejmé, proč tenká fólie „rozsvítí“ jinak temné zorné pole. Elektrické složky řádného a mimořádného paprsku mají nenulové průměty do polarizační roviny polaroidu. Tyto průměty již spolu interferují a dávají nenulový výsledek.

Barevné efekty souvisí s různými rychlostmi šíření a tedy s rozdílnými indexy lomu paprsku řádného a mimořádného. Oba absolvují v anizotropním vzorku jiné optické dráhy a na výstupu ze vzorku o tloušťce  $d$  mají fázový rozdíl

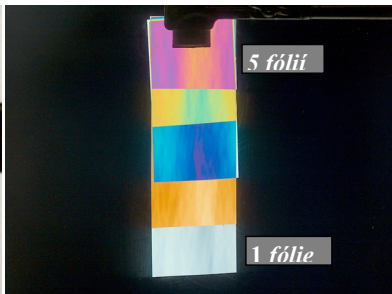
$$\varphi = 2\pi \frac{(n_o - n_e) \cdot d}{\lambda}.$$

Jestliže je rozdíl fází násobek  $2\pi$ , jsou na výstupu vzorku stejné složky ve svislé i vodorovné rovině a jejich složením dostaneme opět lineárně polarizované světlo v téže polarizační rovině, jako před vzorkem. Světlo s takovou vlnovou délkou polaroidem neprojde. Ostatní vlnové délky „rozsvítí“ obraz, ovšem tentokrát barevně. To ukazuje obr. 8 a 10. Je patrné, že v původně bílém světle chybí zelená barva. Ve světlem poli zelená projde a ostatní jsou naopak potlačeny:



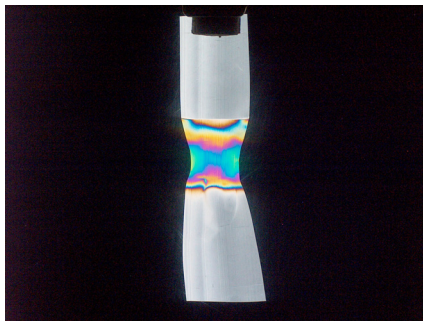


Obr.16 Plexi ve světlém poli

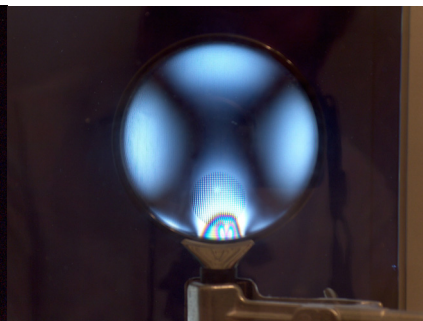


Obr.17 Vrstvení tenké fólie v tmavém poli

Rozdíl indexů lomu ordinárního a extraordinárního paprsku je možné měnit mechanicky tlakem nebo tahem a v lisovaném trojúhelníku z plastu zůstanou místa s vnitřním pnutím. Trojúhelník má dostatečnou tloušťku pro vznik fázového posuvu a vytvoření barevných polí. Fólii z PVC lze vytáhnout po překročení meze pružnosti a dlouhé molekuly se přesouvají do jiného uspořádání – okamžitě vidíme barevné efekty. Optické sklo je obvykle amorfní, ale při výrobě mohou zůstat v materiálu vnitřní pnutí, která lze zviditelnit.



Obr.18 Vytažená fólie PVC



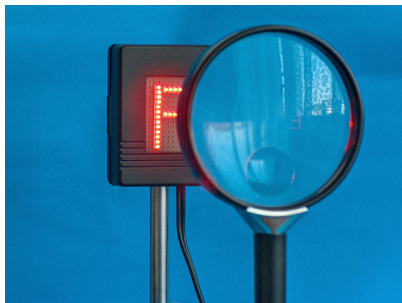
Obr.19 Lupa v tmavém poli

Na obr. 19 se objevuje tmavý obrazec, který vzniká díky sbíhavosti svazku paprsků po průchodu lupou. Studenti by mohli najít vysvětlení – stačí si uvědomit, že tmavá místa jsou tam, kde vektor elektrické intenzity lineárně polarizovaného světla má nulový průmět do polarizační roviny polaroidu.

Polarizační filtr je jedinou problematickou potřebou k popsaným experimentům. Lze jej získat prakticky zdarma z vyřazených mobilních telefonů: po demontáži z displeje pouze odstraníme zadní neprůhlednou vrstvu.

Snadno dostupné LED mohou usnadnit i měření ohniskové vzdálenosti spojky. Na optické lavici se obvykle používá svítící předmět určený výřezem v plechu a osvětlený žárovkovým zdrojem.





Obr.20 Svítící předmět pro zobrazování – 24 x LED

Svítící objekt ve tvaru písmene F (obr. 20) je sestaven ze 24 diod typu L-2060SRC. Jsou seskupeny do čtyř sériových skupin, takže napájení 12 V plně vyhovuje. Univerzální tištěný spoj má rozteč 2,5 mm a svislá část písmene je vysoká právě 30 mm. Diody mají poměrně malý vyzařovací úhel, takže při měření není nutné zatemnění a obraz lze promítnout i na stěnu místnosti.

Měřením byly získány pro danou lupu údaje:

- předmětová vzdálenost  $a = 21$  cm
- velikost předmětu  $y = 3$  cm
- velikost obrazu  $y' = -33$  cm
- obrazová vzdálenost  $a' = 233$  cm

Pro výpočet ohniskové vzdálenosti lupy považované za tenkou spojku lze použít vzorec pro zvětšení

$$Z = \frac{y'}{y} = -\frac{f}{a - f} \quad \text{a z toho dostaneme } f = 19,25 \text{ cm.}$$

Další možnost je ve vzorci

$$Z = \frac{y'}{y} = -\frac{a' - f}{f} \quad \text{a dostaneme blízkou hodnotu } f = 19,4 \text{ cm.}$$

Výhodou je měření poměrně velkých vzdáleností, kdy i rozměrnou lupu můžeme považovat za tenkou čočku. Konečně i rozsvícené velké písmeno **F** bude žákům připomínat, že poznávají fyziku.

## Literatura

1. Lepil, O.: *Fyzika pro gymnázia Optika* Prométheus Praha, 3. přepracované vydání 2002, ISBN 80-7196-237-4
2. Malý, P.: *Optika* Karolinum, Praha 2008, ISBN 978-80-246-1342-0
3. Štrba, A.: *Všeobecná fyzika 3 – Optika* ALFA B

## **Demonstrační elektrotechnické stavebnice ve výuce (s akcentem na pevné mechanické spoje a kvalitní elektrické spoje) a demonstrační akustické zkoušečky fáze (bez vnitřního zdroje napětí)**

*OTTO JANDA*

*Radioklub lázeňského města Karlovy Vary*

### **1. Úvodní informace a upozornění**

Demonstrační pokusy s napětím 230 V NESMÍ provádět žáci. Je nutné důsledně rozlišovat pojmy a situace [1]:

Demonstrační pokusy elektrotechnicky kvalifikovaného učitele a žákovské pokusy (modelování) elektrotechnicky nekvalifikovaných žáků ([3], s. 54 - 59, s. 64 - 69, s. 75), obsluha elektrického zařízení a práce na elektrickém zařízení, práce bez napětí a práce pod napětím, malé napětí mn (do 50V) a nízké napětí nn (nad 50 V do 600V).

Demonstrováné pokusy byly sestavovány BEZ napětí, teprve po sestavení obvodů byly tyto připojeny ke zdroji napětí ([1], odst. 9.- Práce bez napětí). Většina pokusů na ZŠ i SS je prováděna se zdroji malého napětí.

### **2. Zkoušečky fáze**

Pro ověřování beznapětového (či napětového) stavu elektrických zařízení se v praxi používají např. doutnavkové nebo akustické (se zdrojem mn) zkoušečky fáze. Přezkoušení přítomnosti napětí (v zásuvce, v objímce žárovky ...) odborně zhotovenou zkoušečkou, jako je např. doutnavková tužková zkoušečka (nebo jiná obdobná zkoušečka), je obsluhou elektrického zařízení ([2], s. 112). Zkoušečky musí vyhovovat normám ([3], s. 79) a technickým požadavkům na elektrická zařízení a podléhají před použitím kvalifikovanému přezkoušení. Garance výrobce a prodejce zkoušečky je vyjádřena v tzv. prohlášení o shodě (důležitý právní pojem), které musí na požádání vydat každý prodejce. Kupující elektrotechnických výrobků by měl prohlášení o shodě od prodávajícího vyžadovat.

### **3. Akustické zkoušečky fáze (bez vnitřního zdroje napětí)**

Autor tohoto příspěvku byl inspirován akustickou fázovkou s diakem ([4], s. 75, obr. 3.19). Avšak po zapojení tato zkoušečka fungovala JEN po připojení vývodů L a N do zásuvky. Nefungovala však jako tužková zkoušečka fáze při zasunutí vývodu L do levé dutinky zásuvky a dotyku prstem na vývod N zkoušečky. V uvedeném obvodu je zapojena jen jedna dioda, která neumožňuje průtok nepatrnému kapacitnímu proudu ([3], s. 79, obr. 115). Po nahrazení diody usměrňovacím můstkem (RB 157/B 250, 1000 V, 1 A) nebo usměrňovačem se čtyřmi diodami (1N 4007, 1000 V, 1 A) funguje uvedená zapojení jako akustická tužková zkoušečka fáze- oscilátor- i s nepatrným

kapacitním proudem protékajícím lidským tělem. Lidské tělo MUSÍ být zařazeno ve střídavé části elektrického obvodu akustické zkoušečky. Funkce oscilátoru je v lit. ([4], s. 75) popsána, schéma viz. obr. 3 tohoto příspěvku. Tato zkoušečka byla na konferenci DIDFYZ 2008 [1] nově prezentována jako demonstrační akustická zkoušečka fáze v průhledné PET lahvi od mléka. Novost je v použití můstkového usměrňovače. Nově je dále předkládáno (viz. obr. 4) zapojení akustické zkoušečky na principu zdvojovače napětí se dvěma kondenzátory ([7], s. 120), ve vodorovné stejnosměrné části můstku jsou paralelně (jako dvojpól) zapojeny piezoměnič a diak. (Potřebné součástky: piezoměnič, diak ER 900, 2x R M27, 2x D 1N 4007, 2x C 3n3).

Rezistory omezují proudy na bezpečné hodnoty i při současném dotyku druhou rukou na ochranný kolík zásuvky. Umístění zkoušečky do průhledné PET lahve snižuje hlasitost, avšak zvyšuje bezpečnost zkoušečky.

Izolované lidské tělo a okolní země představují dvě elektrody kondenzátoru o kapacitě asi 63 pF ([5], s. 7).

Podle výšky tónu při zapojování různých kondenzátorů známé kapacity místo lidského těla ([3], s. 79) odhadují kapacitu sestavy (lidské tělo - země) na asi 100 pF. Je to kapacita malá, při daném napětí 230 V bude proto kapacitní proud procházející lidským tělem nepatrný a bezpečný. Uvážíme-li, že piezoměnič je rozezníván střídavým proudem menším než 10  $\mu$ A, jsou popsané akustické zkoušečky fáze (bez vnitřního zdroje napětí) fascinující. Tato technická zařízení (bez vnitřního zdroje napětí) s tak malým proudem mohou i fungovat!!

#### 4. Elektrotechnické stavebnice obecně

Elektrotechnické stavebnice jsou v didaktice elektrotechniky neopomenutelným materiálním didaktickým prostředkem (MDP). V učebnici ([3], s. 51) jsou uvedeny stavebnice s volnými součástkami i stavebnice s pevně uchycenými součástkami. Tyto stavebnice lze doplnit zejména o univerzální pružinové kontaktní desky ([6], s. 44- 49), které se používají jako univerzální nepájivá kontaktní pole (NKP), ale i o další typy stavebnic (viz. následující text).

Elektrické obvody (jako soustavy) mají obecně tyto části: součástky, vodiče a uzly (uzly jsou realizované např. pomocí svorkovnic, pružin...). Podle toho, které tyto části obvodu primárně mechanicky uchytíme (či neuchytíme) na základní desku stavebnice, lze stavebnicové základní desky rozřadit do čtyř skupin:

- Prázdné desky bez uchycení částí elektrických obvodů, např. elektrotechnická stavebnice Z3/III., Polytronik (z bývalé NDR)...
- Desky se součástkami, např. stavebnice typu Logitronik, MEZ Elektronik ...
- Desky s vodiči (i s plošnými spoji), např. jednoúčelové stavebnice s hotovými deskami s plošnými spoji (DPS), štitkové soupravy [7] ...
- Desky s uzly (např. šroubové svorkovnice, pružiny různého provedení ...), např. nepájivá kontaktní pole [8], nepájivá kontaktní pole s elektrickými uzly s předpruženými ležícími pružinami ([6], s. 48, obr. 9) ...

Základní desky bývají zpravidla neprůhledné (obr. 1), ale mohou být i průhledné (z plexiskla, rámy se sítí ze silonových vlasců – viz. obr. 2, 3, 4). Jako neprůhledné i jako průhledné mohou být používány desky pro stavebnice žákovské i stavebnice demonstrační.

## **5. Didaktické převody mezi schématy**

Obdobně jako u stavebnic s volnými součástkami ([3], s. 51), umožňují pružinová nepájivá kontaktní pole (NKP- desky s elektrickými uzly) - viz. dále uváděné fotografie- provádět jednoduché didaktické převody mezi obvodovými a situačními schématy ([3], s. 22, 52). Většina obvodových schémat v učebnici [3] je koncipována jako soustava děličů napětí ([6], s. 44- 45). Takové obvody jsou jednoduché a názorné. Situační schémata jsou z didaktického hlediska pro žáky obtížnější, ale vychází z technické praxe.

## **6. Kvalitní elektrické spoje**

S ohledem na kvalitu (přechodové odpory) a rychlost realizovaných spojů vyhovují pro předkládané stavebnice jako elektrické spoje ležící předpružené pružiny- nově publikováno viz. ([6], s. 48, obr. 9). Vývod součástky má spolehlivý kontakt, je sevřený mezi závitů pružiny ve 4 bodech (tedy 4 kontakty paralelně). Toto spojení vyhovuje pro vývodové součástky i pro SMD součástky (připájené k hlavičce špendlíku na straně jedné a ke kablíku na straně druhé).

## **7. Pevné mechanické spoje**

U demonstračních stavebnic ve svislé rovině je nutné součástky o velké hmotnosti (např. transformátory, reproduktory, velké svorkovnice, pojistky E27, jističe, nulový můstek ...) pevně uchytit k rámu (viz. obr 2, 3) nebo k základní desce. Pro toto upevnění vyhovují jako nově navrhované řešení odřezaná hrdla a víčka od PET lahví od mléka. Závitové spojení je velmi pevné a rychlé. Další průhledné závitů (neomezují viditelnost podkladových schémat) jsou umístěny v uzlech sítí realizovaných ze silonových vlasců (uvnitř rámu viz. obr. 2, 3, 4) nebo na plexiskle. Na závitů lze velmi rychle a pevně umístit víčka se součástkami, s pružinovými uzly ...

Průhlednost neosazených závitů je patrná z obr. 4 (viz. pruhovaná košile demonstující osoby za rámem a za závitů). Průhledné neosazené závitů neruší vizuálně ostatní části obvodu s osazenými závitů (viz. též obr. 2, 3 - schéma ve velkém rámu).

## **8. Krycí karty, krycí štítky se schématy, podkladová schémata, průhledné základní desky**

Elektrotechnické stavebnice bývají často doplňovány o krycí karty se situačními nebo obvodovými schématy ([3], s. 86- 90, 96- 99, 104). Místo pojmu karty se užívá též pojem štítky [7]. Nevýhodou krycích karet (štítků) je jejich výrobní náročnost, protože je nutné je přesně děrovat a přesně umísťovat na základní desku stavebnice.

Nově jsou navrhovány PRŮHLEDNÉ základní desky z plexiskla nebo rámy se síti silonových vlasců (a mechanickými uzly s průhlednými závity od PET lahví a s elektrickými pružinovými uzly na víčkách od PET lahví) - viz. obr. 2, 3, 4 - které umožňují umístit schémata místo nad základní desku POD ZÁKLADNÍ DESKU. Podkládací papírové karty (štítky) se schémata už není nutné děrovat a NOVĚ lze velká množství schémat promítnout i pomocí obrazovky počítače, kterou umístíme ZA (nebo POD) průhlednou základní desku stavebnice. Průhlednost základních desek (těž rámu) nově umožňuje spojení tzv. virtuálních stavebnic (simulace elektrických obvodů na obrazovce počítače) s reálnými součástkami a s reálnými stavebnicemi. Počet kombinací spojení virtuálních schémat s reálnými součástkami je prakticky neomezený. Spojení (virtuální a reálná) lze realizovat pomocí obrazovky počítače (nebo pomocí interaktivní tabule) a pomocí předkládaných stavebnic demonstračních i stavebnic pro žákovské pokusy. Tok informací vizuálních i akustických je tak doplnění i o haptické (hmatové) informace ([9], s. 30-31) nejen o virtuálních modelech, ale zejména o reálných objektech (skutečné součástky a el. obvody, které si lze opravdu osahat v reálném 3D prostoru). To má pozitivní vliv na rozvíjení senzomotorických dovedností žáků a i na získání jejich zájmu o elektrotechniku.

## **Závěr**

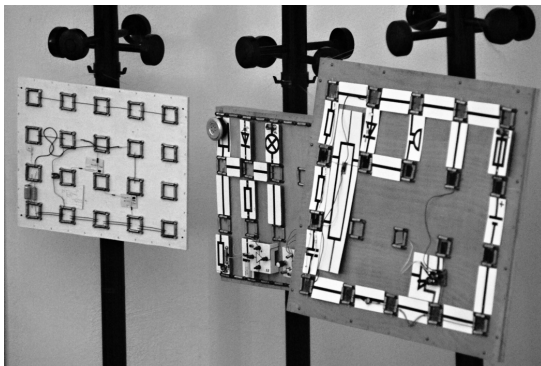
Uvedené MDP umožňují prakticky realizovat jednoduše, názorně, rychle a levně většinu elektrických obvodů zařazených do výuky na základní i na střední škole a tím napomoci při výuce fyziky a znovunavrácení technické výchovy do učebních plánů ([10], s. 77- 83). Zapojení více smyslů žáků při pokusech ve výuce je jednoznačně žádoucí. Praktické experimenty jsou motivující. Ve 2D rovině na obrazovce počítače nelze haptické vnímání informací realizovat, u 3D součástek a u 3D elektrických obvodů je haptické vnímání informací snadné.

Praktické ověření vlastností součástek a elektrických obvodů, modelování činnosti elektrických zařízení a následný přechod od stavebnic k 3D výrobkům (tvořivosti) jsou už dalšími logickými didaktickými kroky.

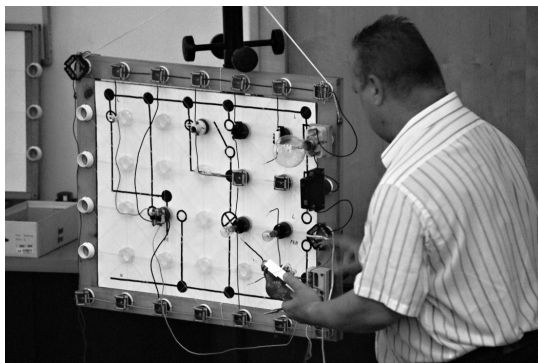
Přehled nápadů popsanych v tomto příspěvku:

1. zapojení akustické zkoušečky fáze s můstkovým usměrňovačem
2. zapojení akustické zkoušečky fáze s kondenzátory (na principu zdvojovače napětí)
3. realizace akustických zkoušeček fáze v demonstrační formě
4. didaktické a technické rozřídění základních desek elektrotechnických stavebnic
5. doplnění stávajících stavebnic o univerzální pružinové kontaktní desky jako nepřájivá kontaktní pole (NKP)
6. použití NKP pro didaktické převody mezi schémata
7. použití ležících předpružených pružin jako kvalitních a rychlých elektrických spojů stavebnic

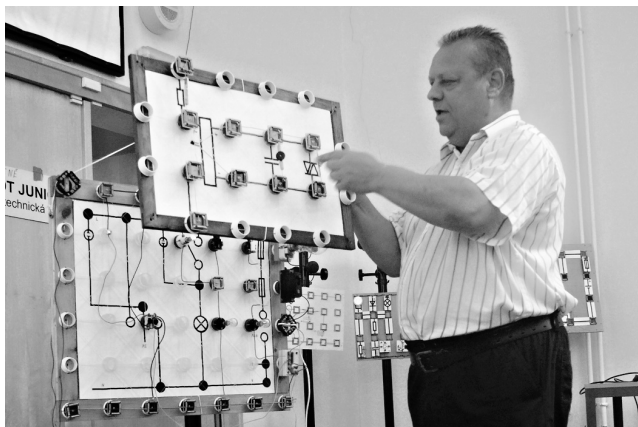
8. použití závitových hrdel a víček od PET lahví jako rychlých a pevných mechanických spojů stavebnic
9. využití průhledných PET závitových hrdel pro možnost umístění schémat na krycích kartách jako výrobně jednoduchá podkladová schémata (která už není nutné děrovat)
10. spojení virtuálních stavebnic (na obrazovce počítače nebo interaktivní tabule) s reálnými stavebnicemi s průhlednými NKP
11. možnost rozvoje senzomotorických dovedností žáků při zapojení maximálního množství smyslů ve výuce umožněných integrací informací vizuálních, akustických i haptických



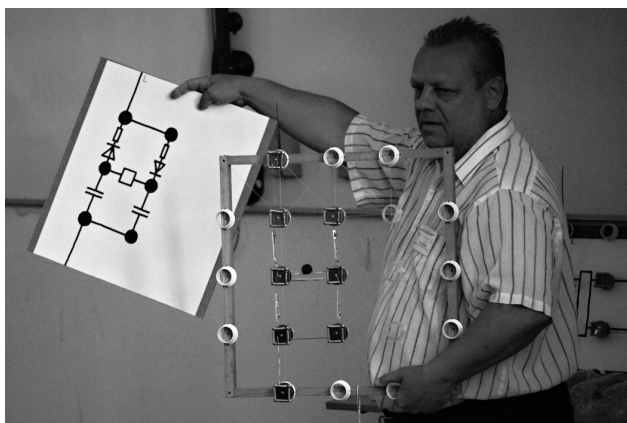
obr. č. 1: Neprůhledné desky stavebnic (vlevo pro žákovské pokusy, vpravo pro demonstrační pokusy).



obr. č. 2: Velká demonstrační stavebnice (rám se sítí a průhlednými PET uzávěry, schéma na podkladové kartě), ověřování beznapěťového či napěťového stavu elektrického zařízení.



obr. č. 3: Demostrační akustická zkoušečka fáze s můstkovým usměrňovačem (příklad použití demostrační stavebnice).



obr. č. 4: Demostrační akustická zkoušečka fáze s kondenzátory (příklad použití demostrační stavebnice), oddělené schéma (na podkladové kartě) od rámu a sítě se součástkami .....

## **Literatura**

- [1] Janda, O.: Bezpečné nebo nebezpečné elektrotechnické pokusy se zdroji napětí mn nebo nn, ověřovací figurky. In.: Zborník z konferencie DIDFYZ 2008, 14.-18. october 2008, Univerzita Konštantina Filozofa v Nitre, Nitra 2009. ISBN 978-80-8094-496-4.
- [2] Soukup, F.: Základní kurz elektrotechniky. Praha, SNTL 1962.
- [3] Janda, O.: Elektrotechnika kolem nás. Praktické činnosti., Učebnice pro 6.- 9. ročník ZŠ. Praha, Fortuna 2008. ISBN 978-80-7373-031-4

- [4] Šedý, V.: Rozeberte si PC. Praha, BEN 2003. ISBN 80-7300-016-4.
- [5] Autor neuveden: Měřič elektrického náboje. In.: Časopis Praktická elektronika, A Radio, č. 8/2009, str. 7. Praha, AMARO, 2009.
- [6] Janda, O.: Pružinové elektronické stavebnice nově. In.: Veletrh nápadů učitelů fyziky IX. Sborník z konference, svazek druhý. Brno, Pedagogická fakulta MU, srpen 2004.
- [7] Baník, R.: Metodický sprievodca k štítkovej súprave pre elektrinu. Banská Bystrica, Učebné pomôcky, 1974.
- [8] Prause, P.: Experimentální deska. In.: Časopis Praktická elektronika, A Radio, č. 11/2008, str. 7. Praha, AMARO, 2008
- [9] Jesenský, J.: Hmatové vnímání informací s pomocí tyflografiky. Praha, SPN, 1988.
- [10] Janda, O.: Absence techniky a technické výchovy v učebních plánech pro základní vzdělávání. In.: Trendy ve vzdělávání 2009. Sborník mezinárodní konference. Olomouc. Pedagogická fakulta UP, 2009. ISBN 978-80-7220-316-1.



## Sada „Fyzikální experimenty pro střední školy - měření teplot“ - příspěvek fy SENSIT s.r.o. k rozvoji vzdělanosti v ČR

JAN JANÍČEK

*Sensit, Rožnov pod Radhoštěm*

Teplota je po délce a váze jednou z nejčastěji měřených fyzikálních veličin. Měříme teplotu lidského těla, abychom zjistili, zda nejsme choří, sledujeme teplotu při zavařování, při destilaci zkvašeného ovoce, při pečení cukroví, při tavení železa, při výrobě léků, zajímáme se o teplotu venkovního vzduchu každý den a většinou jsme nespokojeni, že je na náš vkus buď vysoká a nebo nízká.

Teplota je u mnohých (troufl bych si říci, že u většiny) technologických procesů charakterizovaná jako kritický parametr – tzn., že dosažená teplota je ten parametr, který rozhoduje o kvalitě a nebo nekvalitě výsledného produktu. Je to teplota v průběžné peci, kde se peče chléb, je to teplota spilkly, kde zraje pivo, je to teplota umělé líhně, kde se líhnou kuřata, kachny a nebo bažanti, je to teplota tekutého sodíku v primárním stupni jaderné elektrárny, je to teplota v mrazicím boxu, ve kterém se uchovávají potraviny po určitou dobu, je to teplota inkubátoru, kde „dozrávají“ nedonošené děti. Podívejte se kolem sebe, každý z Vás je mi schopen říci alespoň tři procesy a nebo příklady, kde se musí měřit a „hlídat“ hodnota teploty, aby

.....

Měřit teplotu lze několika způsoby využívajících různých fyzikálních principů. Žádný z těchto principů a metod není universální, při každém měření se můžou vyskytnout nestandardní situace, které výsledek měření teploty znehodnotí a nebo dokonce zhatí. Rožnovská firma SENSIT s.r.o., vyrábějící snímače teplot, má jako součást své politiky jakosti podporujeme vzdělanost, což znamená, že

- dotujeme školy
- dotujeme celostátní kola matematické a fyzikální olympiády
- formou stipendií podporujeme nadané studenty
- vytváříme podmínky pro studentské praxe.

Jedním z programů prvního bodu je vytvoření setu vzorově zpracovaných úloh z fyzikálního praktika na téma měření teplot, který by byl nabízen středním odborným školám, které mají ve svých výukových programech laboratorní cvičení z fyziky a katedrám fyziky všech vysokých škol za cenu materiálu – tedy za hodnotu do 800 Kč.

Příprava experimentální sady byla započata v rámci diplomové práce na PřF MU, nebyla však dotažena do úplného konce. Naším cílem je dokončit návrh a realizaci tak, aby sada mohla být nabídnuta středním školám již na Veletrhu nápadů 2010 v Praze. Počítáme se spoluprací s některou českých vysokých škol, které vzdělávají středoškolské učitele fyziky, případně i se středními školami.

## **FyzWeb ve školním roce 2008/2009**

*JAKUB JERMÁŘ*

*KDF MFF UK Praha*

Souhrn změn a vylepšení fyzikálního portálu FyzWeb u plynulém školním roce.

### **Co je to FyzWeb**

FyzWeb [1] je webový server provozovaný KDF MFF UK v Praze, jehož cílem je především sloužit k popularizaci fyziky. Snažíme se toho dosáhnout upozorňováním na fyzikálně zajímavé akce, odpovídáním na záladné otázky týkající se fyzikální tematiky a zveřejňováním všelijakých studijních či inspirativních materiálů. Kromě široké veřejnosti se snažíme sloužit zejména učitelům fyziky – mnoho materiálů je určeno právě jim jako inspirace do výuky.

### **Rozvoj starých sekcí**

V uplynulém roce se FyzWeb rozvíjel a tak přibýlo:

- 35 novinek
- 197 odběratelů novinek přes email
- 156 akcí v kalendáři (od loňského Veletrhu)
- 13 nových článků
- 41 nových odpovědí v odpovědně
- 528 katalogizovaných odkazů
- 1 nový studijní materiál „Fyzika Země“

### **A co je nového?**

Na FyzWebu přibyla sekce Exkurze [2], která se dělí na 2 v podstatě nezávislé podseky: Fyzikální procházky Prahou [3] a Exkurze po celé České republice [4].

#### **Fyzikální procházky Prahou**

V současnosti jsou zde k dispozici zatím 2 procházky – jedna provede zájemce Starým Městem [5], druhá pak Starým i Novým Městem [6]. Obě procházky jsou připraveny k vytisknutí ve formátu PDF.

#### **Fyzikální exkurze po České republice**

Smyslem této podseky je pomáhat učitelům při plánování exkurzí, školních výletů, a škol v přírodě. Na úvodní stránce se nachází mapa ČR, po kliknutí na mapu se následně zobrazí seznam fyzikálně zajímavých míst v okolí daného místa. Zatím bylo

zveřejněno 140 položek z celé ČR, dalších zhruba 160 položek je rozpracováno a rádi bychom je zveřejnili v následujícím roce.

### **Výročí**

V budoucnu asi další sekce, zatím jen součást novinek – v záhlaví zobrazujeme výročí vážící se k danému dni a několika dnům následujícím. V současné době evidujeme 365 fyzikálně významných dat v historii, a pracujeme na dalším rozšíření této databáze.

### **Pracovní příležitosti**

Další plánovaná sekce FyzWebu, která je v současnosti „poloveřejně“ dostupná na [7]. Uveřejňujeme zde nabídky práce pro učitele fyziky od různých škol.

### **Novinky emailem**

Registrovaným zájemcům zasíláme dvakrát do měsíce souhrn novinek z FyzWebu na jejich emailovou adresu. V současnosti máme již 200 uživatelů, přičemž nikdo zatím nevyužil možnosti se odhlásit. Zaregistrovat se k odběru novinek lze na [8].

### **A co plánujeme?**

Rádi bychom doplnili databázi exkurzí a rozjeli ostrý provoz databáze pracovních příležitostí. Uvažujeme rovněž o tvorbě netradičních fyzikálních tabulek, jejichž obsahem by byly typické hodnoty fyzikálních veličin obvyklých objektů (tedy například hmotnost automobilu, objem lidských plic, ...), neboť se domníváme, že takové tabulky by byly mocným pomocníkem učitelů při tvorbě zadání fyzikálních úloh.

### **Odkazy**

- [1] <http://fyzweb.cz>
- [2] <http://fyzweb.cz/exkurze>
- [3] <http://fyzweb.cz/exkurze/praha/>
- [4] [http://fyzweb.cz/exkurze/ceska\\_republika/](http://fyzweb.cz/exkurze/ceska_republika/)
- [5] <http://fyzweb.cz/exkurze/praha/prochazka1.pdf>
- [6] <http://fyzweb.cz/exkurze/praha/prochazka2.pdf>
- [7] <http://fyzweb.cz/zamestnani>
- [8] <http://fyzweb.cz/novinky/maillist.php>

## **Několik experimentů ze semináře „Elektřina a magnetismus krok za krokem“**

*VĚRA KOUDELKOVÁ, LEOŠ DVOŘÁK, IRENA DVOŘÁKOVÁ  
KDF MFF UK Praha*

### **Abstrakt**

Príspevok popisuje čtyři experimenty (tři z elektrostatiky a jeden z elektromagnetismu) ze semináře pro posluchače prvního ročníku učitelství fyziky. Experiment s názvem „Kutálení plechovky“ popisuje měření přitažlivé síly mezi plechovkou a brčkem, jeho variantou je experiment „Přitahování padesátníku“. Třetí experiment z elektrostatiky ukazuje netradiční možnost nabíjení plechovky. Příspěvek je doplněn experimentem ukazujícím možnost využití indikátoru napětí vyrobeného z LED diod.

### **Úvod**

Seminář „*Elektřina a magnetismus krok za krokem*“ vznikl pro posluchače učitelství fyziky na MFF UK před několika lety po zkušenosti, že studenti sice mají vysokoškolské znalosti z elektřiny a magnetismu, ale z nižších stupňů škol často nemají upevněné základní představy.

Cílem semináře je:

- Na základě jednoduchých experimentů upevnit základní představy z elektrostatiky, elektrických obvodů a elektromagnetismu.
- Propojit základní představy s vysokoškolskými znalostmi

Metodika semináře vychází z metodiky projektu Heuréka [1].

Následující text popisuje některé experimenty používané v tomto semináři.

### **Kutálení plechovky**

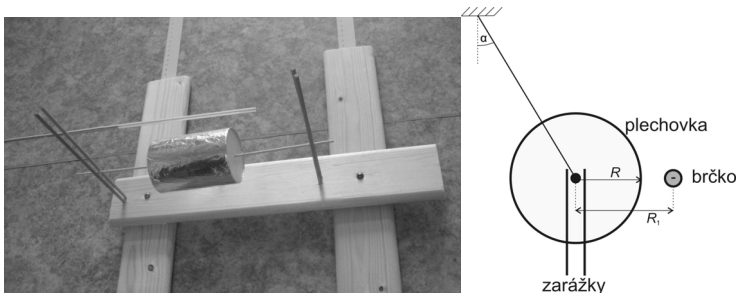
Motivací pro následující pokus bylo video na Youtube ([2], přibližně od druhé minuty), ukazující, jak je plechovka od nápoje přitahována k nabitě tyčce a kutálena tak po stole.

Pro vysokoškolské i pro středoškolské studenty může být zajímavým úkolem odhadnout a případně změřit, jak velká síla mezi brčkem a plechovkou působí.

### **Způsob měření**

Uspořádání experimentu je vidět z obrázku 1. Plechovku jsme z důvodu co nejmenší hmotnosti nahradili papírovou trubičkou olepenou alobalem. Tato „plechovka“ je pověšena na dvou tenkých vláčkách délky přibližně 2 m. Plechovku vychýlíme ze svislého směru, její pohyb přitom vymezují zárážky ze špejlí, takže plechovka se nemůže ani vrátit do nejnižší polohy ani zcela přiskočit k tyčce (brčce), která ji přitahu-

je. Pokud k plechovce přiblížíme nabitě brčko, plechovka se přitáhne a pro jistou vzdálenost brčka nastane rovnováha sil – elektrostatické síly mezi brčkem a plechovkou a průmětu tíhové síly.



Obr. 1: Fotografie a schéma měřící aparatury

### Teoretický odhad

Pro nekonečně dlouhou plechovku a brčko lze pro sílu na jednotku délky odvodit vztah:

$$\frac{F}{L} = \frac{\tau^2}{4\pi\epsilon_0(R_1 - R)} \cdot \frac{2}{\left(\frac{R_1}{R}\right)\left(1 + \frac{R_1}{R}\right)}, \quad (1)$$

kde  $F$  je elektrostatická síla působící na délce  $L$ ,  $\tau$  je délková hustota náboje,  $R_1$  je vzdálenost osy plechovky od brčka a  $R$  je poloměr plechovky (viz obr. 1).

### Výsledky

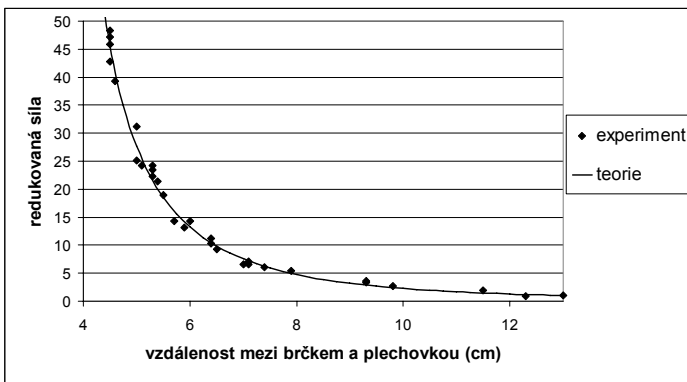
V grafu na obr. 2 je na svislé ose vynesena „redukováná síla“, tedy  $\frac{F}{L} \cdot \frac{4\pi\epsilon_0}{\tau^2}$ , v závislosti na vzdálenosti mezi brčkem a plechovkou.

Čára v grafu značí teoretickou křivku vypočtenou podle vztahu (1), body jsou naměřené hodnoty.

### Závěr

Experiment je vhodný jak pro malé děti (děti prvního stupně ZŠ na fyzikálním kroužku kutálí plechovky po stole či závodí, či plechovka bude dřív na druhém konci třídy) tak pro vysokoškoláky, případně jako projekt na středoškolský fyzikální seminář.

Poznámka: Teoretické odvození vztahu (1) a detailní popis experimentu budou publikovány jinde.



Obr. 2: Naměřené výsledky v porovnání s teorií

### Přitahování padesátníku

Jedná se o variantu předchozího experimentu, vhodnou i jako úkol na seminář na střední škole. Jde o pokus jednodušší, spíš „polokvantitativní“. Z jaké vzdálenosti se ještě pověšený padesátník přitáhne k brčku?

#### Provedení pokusu

Padesátník je pověšený na bifilárním závěsu, poblíž něj je umístěno brčko. Jak daleko ještě brčko může být, aby se padesátník přitáhl?

#### Výsledky a poznámky k pokusu

V našem případě byl padesátník na závěsu délky 25 cm. Nabité brčko mohlo být ještě ve vzdálenosti okolo 3 cm, aby se padesátník přitáhl. K nabitě tyči se padesátník přitáhl maximálně ze vzdálenosti okolo 5 cm.

Pro největší přiblížení padesátníku je dobře patrné sršení náboje z brčka.

Padesátník je vhodné pověsit na bifilární nevodivý závěs, nit' není příliš vhodná. V našem případě byl zřejmě pokus ovlivněn i polarizováním izolepy, kterou byl padesátník k závěsu přilepen.

### Nabíjení plechovky vodou

Jedná se o starší pokus, publikovaný například v [3], přesto nepříliš známý a popírající obecné tvrzení, že voda a elektrostatický náboj se nemají rády.

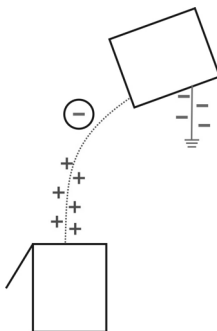


Obr. 3: Nabíjení plechovky vodou

Provedení pokusu je vidět z obrázku 3. Plechovka s lístkem alobalu jako indikátorem náboje stojí na izolační podložce, do ní se z jiné plechovky lije voda. Poblíž pramínku vody je umístěna nabitá tyč.

Lístek na plechovce se zvedá, což indikuje nabíjení plechovky.

Vysvětlení experimentu je vidět z obrázku 4. V praménku vody se k záporně nabitě tyči přitahují kladné náboje. U tyče se pramínek rozstříkuje na drobné kapičky. Ty nesou kladný náboj, padají do spodní plechovky a nabíjejí ji kladně. Záporné náboje se od tyče odpuzují, jsou přes pramínek vody odvedeny do horní plechovky a pak rukou do Země. (Poznámka: Máme-li boty, jejichž podrážky nás od země izolují, náboje až do Země neodejdou. Ale kapacita lidského těla je tak velká že náboje nás ne-nabijí na příliš velké napětí.) Skutečnost, že spodní plechovka se nabíjí kladně, lze ověřit přiblížením záporně nabitě tyče.



Obr. 4: K vysvětlení experimentu nabíjení plechovky vodou

### **Poznámky k pokusu**

Je třeba, aby voda z horní plechovky tekla jen velmi malým pramínkem, který se pod nabitou tyčí rozstříkuje na jednotlivé kapičky.

Voda musí téct z vodivé nádoby, která je uzemněná – v běžném provedení z plechovky držené v ruce.

Pramínek vody má tendenci se k tyči přitahovat, nepadá rovně do plechovky.

Při předvádění experimentu na semináři byli studenti hodně překvapeni, ozývala se slova jako „Cože?“ „To se fakt nabíjí vodou?“ apod. Věřím, že i u vašich studentů bude mít experiment úspěch.

### **Sloupeček LED**

Jedním z velmi užitečných experimentů se ukázala demonstrace elektromagnetické indukce s použitím sloupečku LED diod. Na rozdíl od voltmetru jsou LED rychlejší, je na nich vidět změna polarity indukovaného napětí i závislost na rychlosti.

Studenty na semináři „*Elektřina a magnetismus krok za krokem*“ sloupeček zaujal jako jednoduchá, rychlá a názorná metoda znázornění rychlých změn napětí.

Podrobnosti ke sloupečku diod jsou popsány v příspěvku L. Dvořáka ([4]).

### **Závěr**

Výše uvedené pokusy jsou vhodné jako kvalitativní experimenty pro žáky základních škol i jako polokvantitativní či kvantitativní experimenty pro středoškoláky a vysokoškoláky. Pokud některý pokus vyzkoušíte či budete mít nějaké otázky nebo komentáře, budu ráda, pokud se mi ozvete na adresu [vera.koudelkova@mff.cuni.cz](mailto:vera.koudelkova@mff.cuni.cz).

### **Literatura**

- [1] <http://kdf.mff.cuni.cz/heureka>. [online]. [cit. 3. 9. 2009]
- [2] <http://www.youtube.com/watch?v=QxZ6AWLpnUw&feature=related>. [online]. [cit. 3. 9. 2009]
- [3] Koudelková, I.: *Problémové úlohy a experimenty*. Matematika-Fyzika-Informatika 1/2008, s. 36-41, ISSN – 1210-1761 (reprint příspěvku ze semináře Projektová výuka fyziky ve ŠVP, Vlachovice 17. – 20.10.2007, publikován dříve ve sborníku této konference)
- [4] Dvořák, L.: *Netradiční měřící přístroje 4*. Příspěvek v tomto sborníku



## Cvičení z fyziky pro sekundu

JAN KOUPIL, PAVEL KYCL A KOL.  
Gymnázium Pardubice, Dašická

### Abstrakt

V textu je krátce popsán nově vzniklý předmět na Gymnáziu Dašická „Cvičení z fyziky“ pro třídy nižšího gymnázia. Náplň tvoří především seznam nápadů na cvičení – jakési laboratorní práce z proběhlého prvního ročníku.

### Co jsou cvičení z fyziky

Nově zaváděné „Vzdělávací programy pro základní vzdělávání“ přinesly školám povinnost vyrovnat se s řadou vzdělávacích oblastí včetně oblasti Člověk a svět práce zahrnující mimo jiné i kapitolu Práce s laboratorní technikou. Abychom tuto kapitolu dokázali naplnit i ve třídách nižšího gymnázia, vytvořili jsme nové předměty *cvičení z fyziky*, *cvičení z biologie*, *cvičení z chemie* a *cvičení ze zeměpisu*. Tato „cvičení“ jsou volitelnými předměty, přičemž v sekundě (sedmé třídě) si žáci volí pouze mezi fyzikou a biologii, další předměty pak přichází ve vyšších ročnících, aniž by předměty z minulých ročníků z nabídky mizely.

To, že je předmět volitelný, znamená, že jím řada žáků ze třídy projde, zdaleka ne ale všichni, proto není možné tímto předmětem suplovat laboratorní práce nebo se na poznatky z něj odkazovat na hodinách fyziky. Tento fakt také výrazně ovlivňoval tvorbu náplně cvičení. Co jsme tedy od cvičení chtěli:

- Aby náplň žáky bavila (aby si pořád ještě mohli ve škole hrát)
- Aby si všimli, že fyzika může být hravá
- Aby se něco naučili
- Aby rozšiřovala obzory, motivovala, podporovala zájem o „jak to funguje“
- Aby žáci už měli z hodin nějaký základ pro jevy, děje atd., které na cvičení testují (alespoň většinou)

Formátem cvičení jsou dvě spojené vyučovací hodiny, tedy 90 minut, strávených ve školní fyzikální laboratoři. Cvičení se v sekundě účastní zhruba 15 žáků (druhá polovina třídy si zvolila biologii a někteří z nich možná ještě fyzikou projdou v některém z vyšších ročníků). Na tvorbě témat a zadání jednotlivých cvičení se podíleli všichni učitelé fyziky našeho gymnázia, hodiny pak vedli dva učitelé ve dvou paralelních třídách.

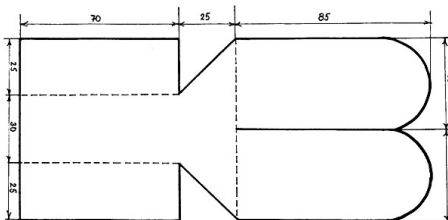
Realita ukázala, že často si místo fyzikálního poznávání žáci odnáší z hodin spíš zážitky a manuální dovednosti, což ale rozhodně není na škodu.

## Témata jednotlivých cvičení

Následující odstavce jsou míněny jako krátká anotace či popis náplně jednotlivých cvičení, ne kompletní návody. Ty najdete na webových stránkách Gymnázia Dašická, Pardubice [1].

### Vzduch

- Fixírka: konstrukce nejjednodušší fixírky ze skleničky a dvou špejlí,
- Helikoptéra: papírovou konstrukci dle obrázku žáci překreslí na čtvrtku a vystříhnou. Obdélníkové části přeloží na sebe a slepí, listy „vrtule“ přeloží každý na jinou stranu. Po sestrojení se helikoptérka snáší k zemi a přitom se její vrtule relativně rychle otáčí.



### Pérové váhy

Dva možné mechanismy vážení

- Vážení za pomoci **prodloužení gumového vlákna** (pozor, zdaleka ne vždy platí Hookův zákon)
- **Váhy pro kosmonauty**: Vážení kamene pomocí doby kmitu kyvadla, které si nejprve žáci ocejchovali se závažími laboratorních vah.

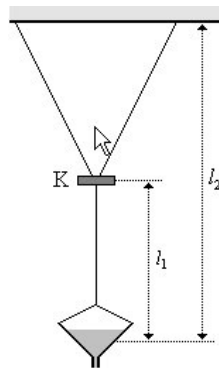
### Pohyblivé obrázky

Kinesiskop a další optické hračky dle příspěvku Věry Bdinkové z Veletrhu nápadů 13 [2].

### Skládání pohybů (Lissajousovy obrazce)

Žáci si vyrobí tzv. Blackburnovo kyvadlo – kyvadlo, jehož závěs je do určité výšky bifilární, od místa spojení pak už jen jednoduchý. Spojení zajišťuje kousek brčka s izolepou (ta je třeba, aby brčko nesjíždělo). Na závěsu je zavěšeno papírový kornout, do kterého žáci nasypou krupici. Aby bylo kyvadlo stabilnější, je těsně nad kornout zavěšeno také závaží z laboratorních vah.

Kyvadlo se díky speciálnímu závěsu kýve ve dvou kolmých směrech s různými frekvencemi a sypaná krupice zanechává stopu jeho pohybu – Lissajousovy obrazce. Při vhodném nastavení délek je možné dosáhnout i uzavřených křivek.



### **Měření obsahu**

Cílem cvičení je ukázat, že i plochu je možné změřit a to dvěma různými způsoby – pokrytím čtvercovou sítí a vážením. Žáci si vystříhnou z kartonu čtverec  $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ , který zváží. Pak na další kus stejného kartonu narysují čtvercovou síť o rozměrech čtverečků  $3\text{ mm}$  a vystříhnou z něj nepravidelný obrazec. Tento nepravidelný obrazec zváží, spočítají čtverečky, kterými je pokryt, a výsledky porovnají.

### **Smykové tření**

Žáci si navléknou na nit řetízek korálků, který položí na desku s podkladovým materiálem (dřevo, látka, filc, smírek, ...) tak, aby jeho část visela přes hranu. Pak prodlužují převislou část tak dlouho, až se řetízek na desce neudrží.

Ve druhém měření postupují podobně, ale pracují jen s jedním podkladovým materiálem, který si vybrali. Desku naklánějí od vodorovné roviny a opět měří, kdy dojde k „utržení“ řetízku.

### **Magnetická a gravitační síla**

Na hodinu si žáci přinesou větší krabici nebo dvě. Z jedné (nebo z víka) si vezmou stavební materiál, ze kterého vyrobí v druhé krabici bludiště. Od učitele dostanou sponku, magnetku a kuličku a mají za úkol bludiště sponkou projet, nejprve bez víka, poté (když se podaří) i s víkem. Následně zkouší projet bludiště s kuličkou, nakláněním krabice, a zapsat své pozorování – rozdíl mezi působením obou sil na předmět v krabici.

### **Proudění I (Vánoční hodina)**

K vánoční atmosféře patří svíčky. Proto si děti vyrobí větrník – „andělské zvonění“, ovšem bez zvonečků, které pak čtyřmi svíčkami pohání. A když už máme svíčky a sirky, vyzkoušíme ještě pár dalších věcí, například, zda lze sfouknout svíčku skrz papírový kornout nebo jak svíčka umístěná na talířek s vodou dokáže po přikrytí sklenicí zvednout kolem sebe hladinu vody.

Pozor na svíčky, ukázalo se, že k pohánění větrníku jsou nevhodné levné čajové svíčky s tenkým knotem. Mnohem lépe se osvědčily klasické vánoční nebo dortové svíčky, které jsme žákům nakrájeli na menší dílky.

### **Proudění II**

- Anemometr: z tužšího papíru žáci udělají dvě ramena (uprostřed nastříhnutá), která do sebe zasadí do kříže. Na jejich konce pak připevní kelímky od menších jogurtů. Do středu kříže zasadí špendlík, který z druhé stranu umístí do zavrtaného otvoru ve dřevěné tyčce (ty jsme jim připravili). Pak zkoumají chování svého anemometru v proudě vzduchu fukaru a zkouší i měřit/počítat jeho otáčky.
- Létající kelímky (Magnusův jev): Žáci slepí izolepou dva kelímky od jogurtu (dny k sobě) a po obvodu kelímků v místě spleení navinou stuhu. Pak hází ke-

límelek dvěma způsoby: tak, aby se stuha odvínovala ze spodní nebo horní části obvodu kelímku, a pozorují rozdíl v letu. Při hodu je třeba druhý konec stuhy držet, tím se kelímku udělí rotace, která je viníkem jeho nezvyklého chování.

### **Vážení na páce**

V tomto cvičení žáci skutečně měří a počítají. Nejprve přivážou na špejli nit tak, aby visela vodorovně. Tak vytvoří své nerovnoramenné váhy. Pak zavěšují na jedno rameno závaží od laboratorních vah a na druhé předmět neznámé hmotnosti (propisku, křídu, přívěsek, ...) a posouvají pozice obou tak, aby našli několik pozic, kdy budou závaží v rovnováze. Z naměřených délek ramen vypočtou hmotnost svého tělesa.

### **Kladky**

Protože je naše škola vybavena soupravami pro žákovské fyzikální pokusy, mohli jsme zařadit cvičení, ve kterém žáci zkouší sestavit pevnou kladku, volnou kladku a jednoduchý kladkostroj. Siloměrem pak ověřují, zda je opravdu síla nutná ke zvedání tělesa u složitějších konstrukcí nižší než u přímého zvedání nebo jednoduché pevné kladky.

### **Elektrické obvody**

Jednoduché elektrické obvody (zdroj, žárovky, vypínač, tlačítko) žáci zapojují s elektrotechnickou stavebnicí. Někteří poprvé v životě zažijí to, že se jim v ruce rozsvítí žárovka. Nejprve chceme, aby všichni sestavili několik obvodů dle schématu, a když zapojování zvládnou, předložíme jim pár problémových úloh typu: „Zapojte dvě žárovky a vypínač tak, aby jedna žárovka svítila pořád a druhá poslouchala vypínač.“

### **Tělesa uvnitř a na hladině kapaliny**

- Do seříznuté PET lahve s vodou žáci vloží zkumavku s několika broky a změří její ponor. Pak začnou přihazovat další broky a měřit, jak se ponor mění v závislosti na počtu broků.
- Mýdlová lodička aneb povrchové napětí: Žáci si vystříhnou z papíru lodičku s výřezem na zádi a pak za ni kápnou trochu Jaru nebo tekutého mýdla. Pozorují, co se děje.

### **Horkovzdušný balón**

Efektivní aktivita, jejíž jedinou nevýhodou je, že je pro nás až příliš rychlá. Zakrývací folii  $4 \times 5$  m z nejtenčího mikrotenu si žáci do skupin rozpůlí, pak přeloží a po dvou stranách přelepí izolepou. Po přesunu do školní tělocvičny (to kvůli vysokému stropu) začnou nafukovat své balony fénem (je třeba, aby v každé skupině alespoň jeden žák přinesl do školy fén). To, jak dlouho se pak balon vznáší a jak vypadá jeho klesání, obvykle všechny překvapí.

### Valení míče

Je-li pěkné počasí, půjčíme si se žáky z tělocviku několik starších basketbalových míčů, vezmeme stopky a vydáme se do blízkého parku. Děti si najdou tři trasy s různým povrchem a klesáním a vyznačí na nich křídou délkové značky. Pak po trasách pouští míč a měří jeho mezičasy na jednotlivých úsecích. Výstupem ze cvičení jsou tři grafy závislosti na čase a snad i intuitivní náhled na to, že ne každý pohyb je rovnoměrný a na nerovnoměrném není nic tak komplikovaného.

### Kompas

Nejjednodušší kompas sestaví děti tak, že na kousek polystyrenu namalují směrovou růžici, zmagnetují jehlu a správně ji do růžice vloží. Při položení na vodní hladinu v misce pak kompas ukazuje severním směrem. S vlastnoručním kompasem se pak žáci vydají na školní hřiště, změří si délku svého kroku a mapují místní terén. Když nám vyjde čas, místo mapování zařadíme hru, ve které děti hledají ukryté zprávy a orientují se přitom podle zadaných směrů a svého kompasu.

### Literatura

- [1] <http://www.gypce.cz/fyzwiki/>
- [2] Bđinková V.: *Některé zkušenosti z činnostního učení fyziky*. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 13. Ed.: Rauner K. Západočeská Univerzita v Plzni, Plzeň 2008., s. 184–189. ISBN 978–80–7043–728–5

## **Elektronická sbírka řešených úloh z fyziky**

*ZDEŇKA KOUPILOVÁ, DANA MANDÍKOVÁ*

*Katedra didaktiky fyziky MFF UK Praha*

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

### **Proč sbírka vzniká**

Na internetu i v jiných dostupných zdrojích existuje celá řada sbírek úloh. Většinou ale obsahují pouze zadání, případně výsledek nebo náznak řešení. Těžko jsme ale hledali rozsáhlejší sbírku úloh, kde by byla řešení úloh podrobně a srozumitelně rozebrána a vysvětlena. Z tohoto důvodu jsme se rozhodli vytvořit vlastní sbírku s podrobně řešenými a komentovanými úlohami.

Vznikající elektronická sbírka nyní slouží hlavně studentům 1. ročníku VŠ k opakování a prohloubení učiva probraného na střední škole, a tím zmenšuje jejich počáteční obtíže při řešení úloh v základním kurzu fyziky. Vhodná je také pro středoškolské studenty se zájmem o fyziku k dalšímu samostudiu či k přípravě k maturitě a na přijímací zkoušky na VŠ. Nově do sbírky začínáme zařazovat i jednodušší úlohy vhodné pro žáky základních škol a nižších gymnázií.

### **Jak sbírka vypadá**

Sbíрку jsme se snažili navrhnout tak, aby svoji přehledností a jednoduchou obsluhou vyhovovala převážně většině uživatelů. Druhým hlediskem při návrhu struktury byla dostatečně velká univerzálnost a flexibilita celé struktury. Kromě velkého důrazu na kvalitu uživatelského rozhraní jsme také kladli důraz na to, aby zadávání úloh do sbírky bylo pohodlné a časově a technicky co nejméně náročné.

Stránka s úlohou, tak jak ji vidí uživatel, je rozdělena na několik částí. V levé části se nachází rozbalovací menu se seznamem úloh (tvoří obsah a zároveň rozcestník sbírky). Samotná úloha se zobrazuje v pravé části stránky. Pod zadáním úlohy jsou pod sebou umístěny „rozklikávací“ lišty s názvy jednotlivých oddílů, ze kterých se skládá řešení úlohy (oddíly jsou podrobněji rozebrány dále). Požadovaný oddíl se zobrazí vždy přímo pod příslušnou lištu a poklepáním na lištu jej lze opět skrýt. Úlohy jsou označeny podle obtížnosti, pokud se úloha řeší nějakým méně obvyklým způsobem,

může být zařazena do speciální kategorie. Obojí je vyznačeno pomocí ikon vpravo od zadání úlohy.

Každá úloha má svůj slovní název výstižně popisující, čeho se úloha týká. Zadání úloh je přehledné, jasné formulované a snažíme se, aby zadané hodnoty veličin byly realistické. Jednotlivé kapitoly jsou ještě tématicky členěny do podkapitol, v nich jsou pak úlohy řazeny podle stoupající obtížnosti.

**Sbírka řešených úloh z fyziky**

Mechanika

Elektrina a magnetismus

Kvantová mechanika

**O sbírce**

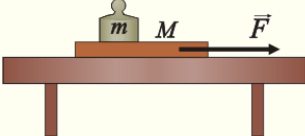
---




**Příklady**




- Kinematika hmotných bodů (15)
- Dynamika hmotných bodů (18)
  - Auto a konstantní brzdná síla (VŠ)
  - Kostka ledu a časově proměnlivá síla (VŠ)
  - Auto a brzdná síla přímo úměrná rychlosti (VŠ)
  - Kulička v medu (VŠ)
  - Brzdící automobil (SŠ+)
  - Dívka táhne sáňky po zasněženém chodníku (SŠ)
  - Sáňky na zasněženém svahu (SŠ+)
  - Bedna na nakloněné rovině s kladkou (SŠ)
  - Nakloněná rovina - tři tělesa (SŠ)
  - Bedna na nakloněné rovině (SŠ)
  - Dva kvádry na nakloněné rovině (SŠ+)
  - Čtyři kostky se třemi pružinami (SŠ+)
  - Závaží na desce (SŠ+)
  - Pevná kladka (SŠ)
  - Kladkostroj (SŠ)
  - Chlapec na kladce (SŠ+)
  - Vozík na vzduchové dráze (SŠ)
  - Kostky sputané vlákny (SŠ+)
- Hybnost, práce, energie a výkon (23)
- Mechanika tuhého tělesa (0)
- Mechanika kontinua (0)
- Gravitační pole (0)

### Závaží na desce

Na stole leží deska hmotnosti  $M = 1 \text{ kg}$  a na desce závaží o hmotnosti  $m = 2 \text{ kg}$ . Jakou minimální konstantní silou musíme vyškubnout desku, aby vyklouzla zpod závaží? Koefficient smykového tření mezi deskou a stolem je  $f_1 = 0,35$  a koefficient klidového tření mezi závažím a deskou je  $f_2 = 0,5$ .



**Rozbor**

- Rozmyslíme si, jaká je kritická podmínka pro to, aby deska vyklouzla zpod závaží. Nejprve zatahneme za desku malou silou  $F$ . Závaží se rozjede spolu s deskou. Jaká síla udělá závaží zrychlení při rozjezdu? Závaží se rozjede díky působení klidového třecí síly mezi ním a deskou. Velikost této třecí síly je rovna:
 
$$F_{t2} = ma$$
- Zvětšíme-li sílu, kterou zatahneme za desku, bude zrychlení, se kterým se rozjede, větší. Aby se s deskou rozjelo i závaží, musí zapůsobit větší třecí síla. Maximální hodnota, které může klidová třecí síla dosáhnout, je:
 
$$F_{t2max} = mgf_2$$

Zatáhneme-li za desku takovou silou  $F$ , že zrychlení, se kterým se deska začne rozjíždět, je větší, než zrychlení, jaké může udělit závaží maximální klidová třecí síla, desku vyškubneme. Pro maximální zrychlení, které můžeme desce se závažím udělit, aby na ni závaží zůstalo, tedy platí:

$$ma_{max} = mgf_2$$
- Maximální zrychlení, které lze desce udělit, známe. Hledanou sílu pak můžeme vyjádřit, když si rozepišeme pohybovou rovnici pro desku.

**Nápověda 1 - síly působící na desku a závaží**

Nakreslete si obrázek a v něm vyznačte všechny síly působící na desku a na závaží.

Jak bylo napsáno výše, vlastní řešení úlohy je členěno na jednotlivé oddíly. První oddíly obsahují obvykle *nápovědy*, jež jsou psány tak, aby pomohly řešitelům v začátcích a zároveň je motivovaly k samostatnému vyřešení úlohy. Další důležitou součástí úlohy je *rozbor*, ve kterém je slovně shrnutý celý postup řešení (strategie řešení). Každá úloha obsahuje podrobné komentované *řešení*, ve kterém je postup popsán „krok po kroku“. Snahou je nevynechávat žádnou logickou operaci a podrob-

něji rozepisovat i složitější matematické úpravy, aby i čtenář s horší matematickou průpravou porozuměl jednotlivým krokům. Řešení jsou uváděna včetně zápisu veličin, převodu jednotek, číselného dosazení a výpočtu. Pro přehlednost je u všech úloh uveden oddíl *odpověď* umožňující uživatelům rychlou kontrolu při samostatném počítání. Pokud je to vhodné, je v *komentáři* úlohy uveden alternativní postup či poznámky k realističnosti zadání úlohy, jednodušší nebo složitější varianty zadání, různé zajímavosti apod. Související úlohy jsou mezi sebou provázány pomocí *odkazů*. Pořadí jednotlivých oddílů v řešení úlohy není pevně dáno a záleží na tvůrci a povaze úlohy, jak budou oddíly seřazeny.

Texty a ostatní součásti úloh se ukládají do databáze ve speciálním formátu, který vychází z jazyka XHTML. Vlastní zadávání je uskutečněno pomocí webového rozhraní, které umožňuje editovat nejenom vlastní texty úloh a výše popsané doprovodné informace o úloze (obojí je ukládáno do databáze MySQL), ale také obrázky a další doprovodné soubory (jako zdrojové soubory obrázků ve vektorovém formátu, podklady pro tvorbu grafů apod.).

## **Současný stav sbírek**

### **Elektřina a magnetismus**

V současné době sbírka obsahuje přibližně 90 úloh z elektřiny a magnetismu rozdělených do kapitol Elektrostatika, Stejnoseměrný elektrický proud, Magnetické pole a Obvody střídavého proudu. Tyto úlohy vznikly nebo vznikají v rámci bakalářských a diplomových prací studentů Lenky Matějíčkové, Marie Snětinové, Markéty Popové, Michaly Pfeřčkové a Petra Pošty. I nadále studenti pracují na dalších úlohách, které budou postupně zveřejňovány.

### **Mechanika**

V této tématické oblasti je nyní zveřejněno asi 60 úloh z tematických celků Kinematika hmotného bodu, Dynamika hmotného bodu a Hybnost, práce, energie a výkon. Úlohy vznikly nebo vznikají v rámci bakalářských a diplomových prací studentek Karoliny Slavíkové, Jany Šimkové, Jany Moltašové a Barbory Kaufmanové. I tyto studentky vytvářejí další úlohy, které budou postupně zveřejňovány. V nejbližší době také plánujeme začít s vytvářením úloh do zbývajících kapitol tohoto tematického celku.

### **Další tematické oblasti**

Sbírka je připravena pro zadávání úloh z dalších oblastí fyziky. Její součástí je 25 řešených úloh z kvantové mechaniky, které vznikly v rámci bakalářské práce Kateřiny Fišerové. Vzhledem k tomu, že nároky na zobrazení úloh jsou u kvantově-mechanických úloh velmi odlišné, struktura této části sbírky se mírně liší a většina součástí úloh je k dispozici pouze ve formátu pdf.

*Poznámka: Všichni uvedení posluchači studovali nebo studují obor Fyzika zaměřená na vzdělávání na MFF UK v Praze a jejich bakalářské či diplomové práce jsou řeše-*



*ny na Katedře didaktiky fyziky MFF UK, vedoucími těchto prací jsou autorky příspěvku.*

### **Novinky na webovém rozhraní**

Sbírka má v současnosti již i svou anglickou verzi a je připravena ve své uživatelské části na rozšíření i pro případné další jazyky. Důležité je, že do angličtiny bylo převedeno celé administrátorské rozhraní. Využívat sbírku a zadávat do ní úlohy mohou tedy i kolegové z jiných zemí. Pro účely prezentace sbírky v zahraničí bylo přeloženo do angličtiny 10 vybraných úloh.

Během tohoto roku došlo k velkému vylepšení funkčnosti obou rozhraní sbírky. Novinkou je stále se rozšiřující členění úloh do podkapitol v rámci stávajících kapitol. Uživatelé si také mohou nastavit zobrazení úloh pouze požadované obtížnosti a vybraného typu. Další novinkou je zařazení některých oddílů jako součástí oddílů nadřazených – čtenář si tedy nemůže zobrazit např. řešení nápovědy dříve, než si zobrazí samotnou nápovědu.

Největší změny ale prodělala vnitřní implementace sbírky, kdy došlo k restrukturalizaci databáze tak, aby vyhovovala nárokům, které na ni kladé stále se zvyšující počet úloh. Zároveň také došlo ke zvýšení bezpečnosti celé sbírky. Se změnou databáze byla spojena také kompletní změna administrátorského rozhraní sbírky.

### **Názory uživatelů sbírky**

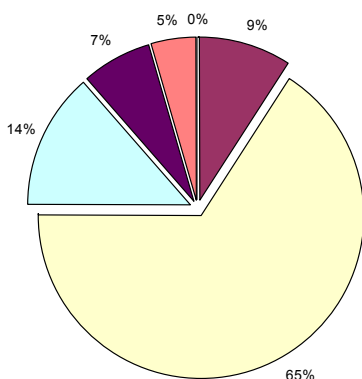
Průběžně také monitorujeme, jak je sbírka využívána. Kromě sledování přístupů na web sbírky vytvořila Marie Snětinová v rámci své diplomové práce dotazník zjišťující způsob, jakým návštěvníci sbírku používají i jejich náměty na její vylepšení.

Dotazník vyplnilo 44 uživatelů sbírky, převážně studentů prvního ročníku bakalářského studia MFF UK ve studijním programu Fyzika, protože těmto studentům byla sbírka cíleně představena jako pomocný studijní materiál k základnímu kurzu fyziky. Následující grafy ukazují, že převážně uživatelé sbírku považují za přehlednou a užitečnou. I když podle očekávání většina uživatelů sbírku využívala příležitostně, považujeme za velmi optimistické, že v dotazníku uvádějí, že se ke sbírce vraceli. Více než pětina respondentů se dokonce přiklonilo k tvrzení, že sbírku využívali ke studiu pravidelně.

### **Budoucnost sbírky**

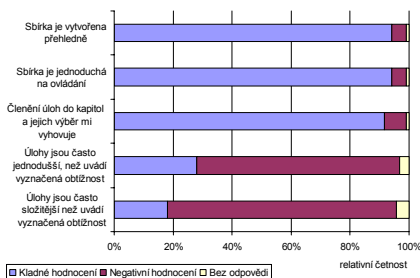
#### **Obsah**

V nejbližší době chceme do sbírky zařadit úlohy z tématické oblasti Molekulová fyzika a termodynamika, která je také součástí základního kurzu fyziky v prvním ročníku VŠ. Úlohy jsou v současné době vybrány, připraveny a zrecenzovány. U některých úloh je třeba doplnit nápovědy a vše převést do formátu sbírky.

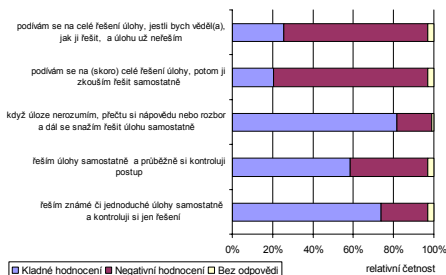


- Do sbírky jsem se ani nepodíval(a).
- Do sbírky jsem nahléd(a) jen jednou, když jsem se o ní dozvěděla.
- Sbírku jsem několikrát navštívil(a) a přečetl(a) si několik úloh.
- Sbírku jsem využíval(a) či využívám pravidelněji ke studiu úloh.
- Sbírku jsem využíval(a) či využívám pravidelněji, úlohy se snažím řešit samostatně.
- Sbírku jsem využívala či využívám jinak.

Graf 1: Čas strávený nad sbírkou



Graf 2: Názory na sbírku



Graf 3: Doplnění věty: Díky tomu, že mohu „rozklínkat“ jednotlivé části řešení...

Sbírku je možné rozšířit i o úlohy z dalších tématických oblastí, pokud se najdou jejich autoři.

### Spolupráce a výzkum

Rádi bychom navázali užší spolupráci se středoškolskými pedagogy, kteří v rámci používání sbírky ve výuce mohou získat cenné náměty na uzpůsobení sbírky praxi, při recenzování úloh mohou přispět svými zkušenostmi k vylepšení textů jednotlivých úloh, ale také mohou poskytnout vhodné úlohy, které jsou pro studenty problematické a jejich komentované řešení ve sbírce by umožnilo studentům je podrobněji prostudovat.

I nadále chceme sledovat, jak studenti sbírku využívají i jejich názory na její použitelnost a přínos. To nám umožní sbírku v budoucnosti lépe uzpůsobovat požadavkům uživatelů.

Díky podpoře angličtiny i dalších jazyků bychom také rádi navázali užší spolupráci se zahraničím.

## **Závěr**

Elektronickou sbírku řešených úloh chceme i nadále rozšiřovat a zdokonalovat. Sbírkou je dostupná na adrese <http://www.fyzikalniulohy.cz>, její anglická verze pak na adrese <http://www.physicstasks.eu> na katedrálním serveru KDF nejen studentům MFF UK, ale i širší veřejnosti. Věříme, že se stane dobrým pomocníkem jak studentům, tak jejich učitelům.

## Novinky v „Supersborníku“ Veletrhů nápadů

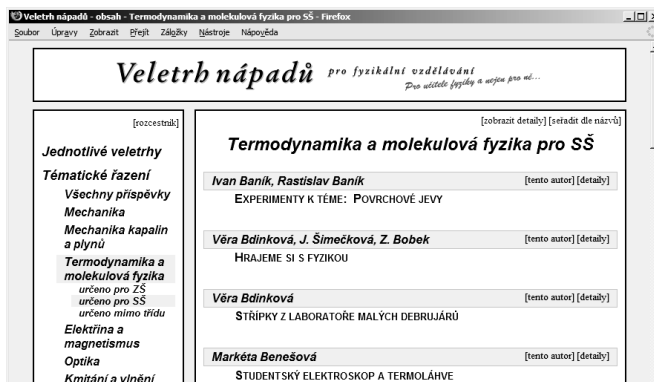
ZDEŇKA KOUPILOVÁ, LEOŠ DVOŘÁK

Katedra didaktiky fyziky MFF UK

Veletrh nápadů učitelů fyziky má velmi dlouhou tradici a odvažujeme se říci, že rozhodně neztrácí dech. Spíše naopak. Počet účastníků se zvětšuje a k tradičním jménům, která se objevují ve sbornících příspěvků, přibývají další a další. Nápad uspořádat vybrané příspěvky z více Veletrhů a zpřístupnit je i dalším zájemcům, například těm, kteří se nezúčastnili dřívějších ročníků, byl tedy přirozený. Realizaci nastartoval grant MŠMT ČR v roce 2002, a i když množství potřebné práce výrazně přesáhlo počáteční odhady, nakonec tento elektronický „supersborník“ toho nejlepšího z prvních devíti Veletrhů nápadů spatřil světlo světa v roce 2005, nejenom jako CD, ale také ve své webové verzi. Protože zpětná vazba od účastníků byla velmi příznivá, pokračovali jsme v následujících letech v přidávání vybraných příspěvků z dalších ročníků a v současnosti online „supersborník“ obsahuje prvních dvanáct ročníků Veletrhu nápadů. Vzhledem k rozšíření internetu jsme se rozhodli ve vydávání CD verze sborníku nepokračovat.

### Co v „supersborníku“ naleznete

Jádrem elektronického „supersborníku“ jsou vybrané příspěvky z jednotlivých ročníků Veletrhů nápadů. A to především ty, které v souladu s hlavním zaměřením Veletrhů přinášejí návody a náměty na pokusy využitelné ve výuce fyziky, případně na některé zajímavé aktivity s žáky a studenty. Výběr je nutně věcí trochu subjektivní. Naši snahou je vybírat zejména příspěvky něčím nové, podnětné a inspirativní.



Obrázek 1: Příklad obsahu – příspěvky z termodynamiky a molekulové fyziky určené pro střední školy

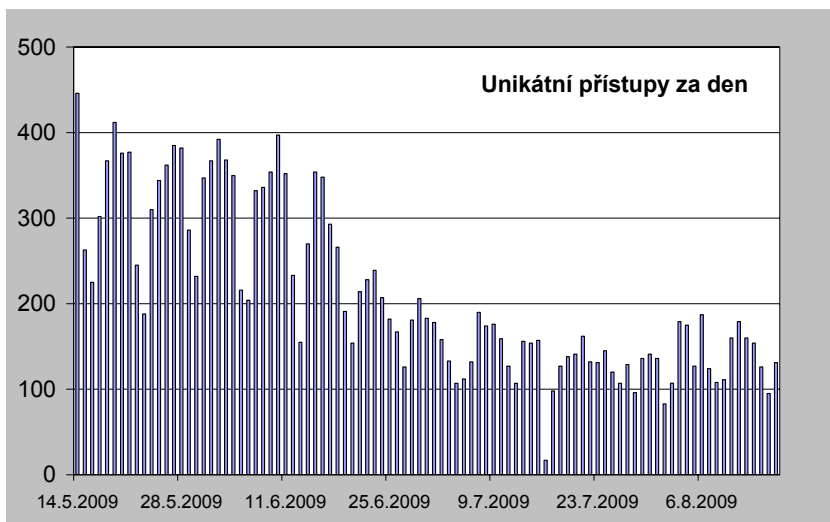
Několik lidí, kteří na Veletrhu nápadů přispívali pravidelně a jejich příspěvky měly vždy velký ohlas, jsme požádali, aby pro „supersborník“ připravili rozšířené verze svých příspěvků a využili v nich hlavně možnosti obohatit své články o barevné fotografie či krátké videozáznamy svých přístrojů a pokusů. Část věnovaná „rozšířeným příspěvkům“ je ale pestřejší, než by se z jejího názvu zdálo, a obsahuje i články připravené přímo pro tuto příležitost.

Atmosféru Veletrhů nápadů připomenou vybrané ohlasy a fotografie z jednotlivých ročníků této konference. Jako drobným bonusem je obsah CD doplněn o několik volně šířitelných programů, které se mohou učitelům fyziky hodit.

### Využití „supersborníku“

Využití „supersborníku“ jsme zjišťovali jednak pomocí dotazníku v rámci jednotlivých Veletrhů nápadů, jednak monitorujeme množství přístupů na jednotlivé webové stránky.

V posledních měsících jsme zaznamenali stovky unikátních přístupů denně (každá IP adresa je započítávána pouze jednou denně, přitom nejsou započítány vyhledávače a další automatické systémy, které procházejí obsah internetu). Počet přístupů byl vyšší v pracovních dnech a výrazně poklesl v době letních prázdnin. Podrobně jsou počty přístupů uvedeny v grafu 1. V období zobrazeném v grafu jsme zaznamenali přístupy z přibližně 130 základních škol, mnoha středních škol i univerzit.



Graf 1: Počet unikátních přístupů do „supersborníku“ (s vyloučením vyhledávačů a robotů procházejících web) v jednotlivých dnech

## **Jak „supersborník“ vypadá a jak se jeho obsah změnil**

K základní orientaci slouží úvodní stránka zvaná též rozcestník. V její levé části jsou uvedeny odkazy na seznamy jednotlivých příspěvků řazených podle ročníku uvedení. Pro vyhledávání příspěvků na dané téma slouží jednat souhrnný obsah (příslušný odkaz je na úvodní stránce vpravo nahoře) a roztřídění příspěvků podle fyzikálních témat. Druhou možností je využít abecední rejstřík klíčových slov. Veškeré obsahy mohou být řazeny buď podle příjmení prvního autora, nebo podle názvu. O příspěvcích je možné si nechat zobrazit buď stručnou informaci (tj. jen jména autorů s názvy příspěvků), nebo detailnější, která obsahuje navíc krátkou anotaci, klíčová slova a obtížnost.

Jedním ze silných požadavků kladených na výslednou podobu „supersborníku“ v době jeho vzniku byla jednoduchost použití a funkčnost i na velmi slabých počítačích. Z tohoto důvodu je celý „supersborník“ až na drobné výjimky tvořen pouze statickými webovými stránkami téměř bez použití dalších technologií jako je např. JavaScript či databáze. Tento požadavek na druhou stranu silně omezil možnosti vyhledávání a strukturování celého sborníku.

Vzhledem k tomu, že za posledních pět let došlo k výraznému vývoji webových technologií i formátů používaných pro zobrazení internetových stránek, není již uvedený požadavek opodstatněný. Protože, jak bylo uvedeno výše, je „supersborník“ stále hojně využíván, rozhodli jsme se v následujícím roce uložit veškeré příspěvky do databáze a vytvořit nové rozhraní, které umožní výrazně pohodlnější vyhledávání jednotlivých příspěvků jak podle tematického zařazení a klíčových slov, ale také pomocí fulltextového hledání.

## **Zvětšení okruhu uživatelů**

Existence „supersborníku“ a zejména jeho rozsah zaujaly i naše zahraniční kolegy. Rádi bychom umožnili využití „supersborníku“ i zájemcům ze zahraničí, a proto bychom byli velmi rádi, pokud by stávající příspěvky, ale zejména nově přidávané příspěvky byly doplněny o anglické shrnutí či přímo přeloženy do angličtiny. Toto chápeme jako výzvu pro všechny autory, kteří tak získají možnost zpřístupnit svoje nápady mnohem širšímu okruhu čtenářů. Zkušenosti ze zahraničních konferencí věnovaných fyzikálnímu vzdělávání nás vedou k přesvědčení, že se – a teď máme na mysli celou komunitu aktivních účastníků Veletrhů nápadů – rozhodně máme čím chlubit a že toho není málo, co můžeme zájemcům ze zahraničí nabídnout. Webovou formu „supersborníku“ s anglickými texty anotací resp. alespoň některých příspěvků vidíme jako jednu z přirozených možností, jak o nápadech českých učitelů fyziky „dát vědět do světa“ – a myslíme si, že to rozhodně stojí za to.

## **Literatura**

- [1] Veletrh nápadů pro fyzikální vzdělávání [online]: Ed. Zdeňka Koupilová, Leoš Dvořák. [cit. 20. 8. 2009] url: <http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/>

## Porovnání charakteristik klasické a úsporné žárovky s využitím vzdáleně ovládané laboratoře

FRANTIŠEK LÁTAL

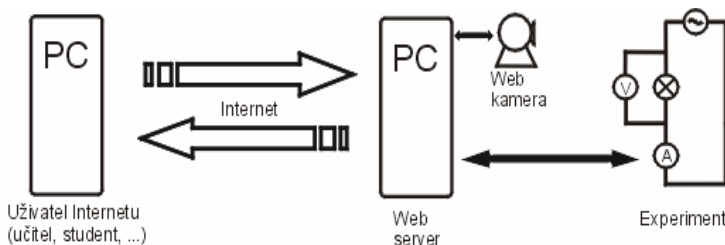
*Katedra experimentální fyziky, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc*

V příspěvku je popsán první vzdáleně (přes internet) ovládaný fyzikální experiment, který je fyzicky umístěn na Katedře experimentální fyziky PřF UP v Olomouci. V článku se zabýváme inovací a dalším rozvojem naší vzdálené laboratoře, která je on-line volně dostupná (libovolnému uživateli bez nutnosti doinstalování dodatečných programů) z internetových stránek <http://www.ictphysics.upol.cz/remotelab/>.

### Úvod

Fyzika se řadí mezi ty přírodovědné předměty, jejichž nezbytnou součástí vyučovacích hodin jsou experimenty. Fyzikální experiment napomáhá studentům (na všech stupních vzdělávání) k pochopení základních přírodních jevů a principů, které se odehrávají ve světě kolem nás. S výrazným rozvojem moderních informačních a komunikačních technologií (ICT = Information and Communication Technologies) se také rozvíjí pohled na nové možnosti experimentování ve výuce fyziky.

Fyzikální experiment můžeme rozdělit do tří základních skupin [1]. První skupinu představují reálné experimenty prováděné v klasických školních laboratořích, ať už s využitím počítačů nebo bez nich. Druhou kategorií jsou virtuální experimenty. Zde se jedná především o applety a physlety, kterých je v současné době na internetu obrovské množství a jsou většinou volně přístupné libovolnému uživateli. Třetí skupinu tvoří reálné experimenty, které lze ovšem prostřednictvím internetu on-line ovládat a díky webovým kamerám i sledovat z libovolného místa na zemi, 24 hodin denně. Pro tyto experimenty se používá název vzdálené experimenty (remote experiments) nebo také vzdáleně ovládané experimenty (remotely controlled experiments). Základní schéma vzdáleně ovládaných experimentů je zobrazeno na obr. 1.

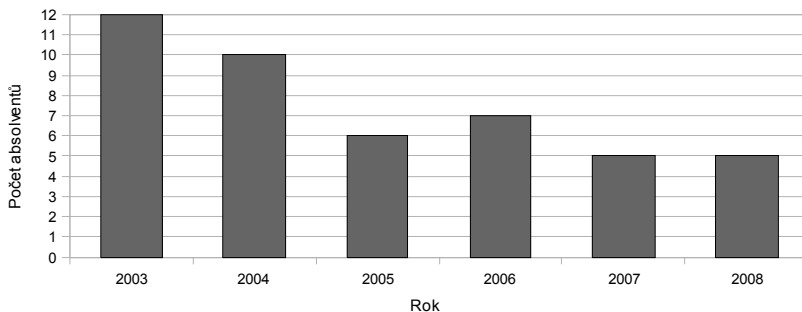


Obr. 1. Ukázka základního schématu vzdáleně ovládaného experimentu.

## Vzdáleně ovládané experimenty

Vzdáleně ovládané experimenty by měly doplňovat, ovšem v žádném případě ne nahrazovat, ostatní formy experimentální činnosti. Tyto pokusy lze využívat v oblastech, které jsou z různých důvodů nevhodné do běžné školní výuky. Vzdáleně ovládané experimenty mají oproti klasickým školním experimentům v tradičních školních laboratořích nebo oproti virtuálním experimentům několik podstatných výhod:

- Žáci mohou provádět experimenty z libovolného místa na světě v libovolném čase a nejsou omezeni pouze na vyučovací hodiny fyziky.
- Experiment je kdykoliv připraven a sestaven k měření a odpadá tím jeho zdlouhavé a někdy náročné sestavování.
- Některé pokusy mají své specifika právě pro dané měřicí místo. Např. výpočet tíhového zrychlení  $g$ , který lze provést z doby kmitu matematického kyvadla není konstantní hodnota, ale závisí mj. i na zeměpisné šířce místa měření. Studenti tedy získávají možnost porovnávat výsledky experimentů ze vzdálených laboratoří se svými vlastními pokusy, které provádějí ve školních fyzikálních laboratořích.
- Z bezpečnostních důvodů není v klasických školních laboratořích možné provádět nějakým způsobem nebezpečné experimenty. Ve vzdáleně ovládaných laboratořích toto nebezpečí pro experimentátora zcela odpadá.
- Na rozdíl od virtuálních simulací pracují žáci se skutečnými měřicími pomůckami a nástroji.
- Měření ve vzdálených laboratořích nabízí další alternativu pro experimentování ve výuce fyziky a současně spojuje u studentů mnohdy nepopulární fyziku s velmi oblíbenou výpočetní technikou, což může zvýšit klesající zájem studentů o studium fyziky na vysokých školách (především v oblasti učitelství fyziky) a tedy zvýšit klesající počet budoucích učitelů fyziky (viz graf 1).



Graf 1: Počet absolventů PřF UP v Olomouci z magisterských oborů: Učitelství fyziky a chemie pro SŠ, Učitelství fyziky a matematiky pro SŠ, Učitelství fyziky a výpočetní techniky pro SŠ v letech 2003-2008 [2].



## Inovace našeho prvního vzdáleně ovládaného experimentu

Jako první experiment do naší vzdáleně ovládané laboratoře jsme zvolili měření voltampérové charakteristiky síťové žárovky při použití střídavého proudu. V průběhu roku 2009 prošel experiment inovací a v naší vzdáleně ovládané laboratoři lze v současné době vzdáleně srovnávat voltampérovou charakteristiku klasické a úsporné žárovky při použití střídavého proudu. Konkrétně se jedná o klasickou neúspornou žárovku NARVA 230V/200W a o úspornou žárovku Philips Master 33W/827 E27.

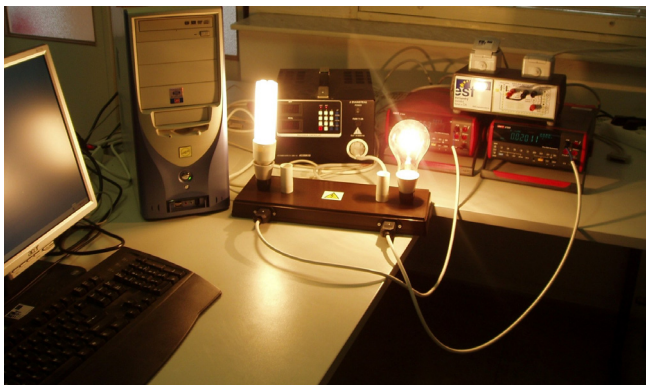
Význam srovnávací charakteristiky klasické a úsporné žárovky se zvyšuje nařízením Evropské komise č. 244/2009, z něhož vyplývá, že od září 2009 bude ve všech členských státech Evropské unie zahájen postupný přechod na úsporné (nízkoenergetické) světelné zdroje [3].

Časový harmonogram	Září 2009	Září 2010	Září 2011	Září 2012
Neúsporné čiré žárovky	15W	15W	15W	15W
	25W	25W	25W	25W
	40W	40W	40W	40W
	60W	60W	60W	60W
	75W	75W	75W	75W
	100W a více	100W a více	100W a více	100W a více
Neúsporné matné žárovky	Neúsporné matné žárovky nejsou dále povoleny.			

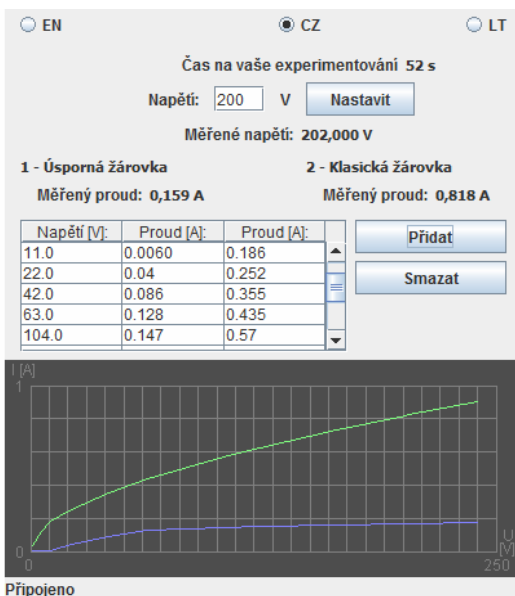
Tabulka 1: Časový harmonogram přechodu na úsporné (nízkoenergetické) světelné zdroje. Šedou barvou je v tabulce znázorněno, který typ žárovky bude v daném časovém období zrušen [3].

Přístup do naší vzdáleně ovládané laboratoře je pro každého uživatele internetu zdarma a to 24 hodin denně z libovolného místa na světě (bez nutnosti registrace nebo přihlašování pomocí hesla). Uživatelé internetu mohou do naší laboratoře vstoupit prostřednictvím nově vytvořených stránek <http://www.ictphysics.upol.cz/remotelab/> a bez nutnosti jakéhokoliv instalování dodatečných programů (kromě programu Java SE Runtime Environment, který je nezbytný pro spuštění Java appletů) mohou přímo ze svého prohlížeče (Internet Explorer) ovládat, měřit a díky webové kameře i v reálném čase sledovat námi sestavený experiment. Naměřená data si experimentátoři mohou stahovat do svých počítačů a dále s nimi dle libosti pracovat a využívat je.

Na obr. 2 je zobrazen náš vzdáleně ovládaný experiment, který se skládá ze skokově regulovatelného zdroje střídavého napětí DIAMETRAL AC250K1D. K měření proudu protékajícího jednotlivými žárovkami jsou použity dva přesné digitální multimetry UNI-T UT805 s kalibrací. Zdroj střídavého napětí i oba digitální multimetry jsou propojeny s počítačem přes sériové porty. Celá aparatura je řízena z počítače, který slouží jako server. Součástí tohoto experimentu je také webová IP kamera ICA-106.



Obr. 2: Uspořádání vzdáleně ovládané laboratoře na KEF PřF UP v Olomouci.



Obr. 3: Ovládací panel našeho vzdáleně ovládaného experimentu.

Webové stránky <http://www.ictphysics.upol.cz/remotelab/> jsou vytvořeny ve třech jazykových verzích (česky, anglicky a litevsky). Po spuštění experimentu se uživateli zobrazí ovládací panel (viz obr. 3) a díky kameře i on-line přenos z naší laboratoře. Na ovládacím panelu (který je také v české, anglické a litevské verzi) mohou uživatelé zadávat hodnoty střídavého napětí v rozsahu 0V až 250V a zpětně získávají proud protékající jednotlivými žárovkami. Číselné hodnoty se zobrazují i v grafické podobě

voltampérové charakteristiky. Při neaktivitě delší než 180s je uživatel odhlášen a na ovládacím panelu je nastavena hodnota napětí 0V. Naměřená data si mohou uživatelé stahovat do svých počítačů a mohou dále porovnávat např. okamžitý příkon úsporné a neúsporné žárovky, statický odpor jednotlivých žárovek ap.

V tabulce 2 jsou zobrazeny počty uživatelů, kteří navštívili naši laboratoř v období od 1. května 2009 do 31. července 2009. Většina přístupů je z České republiky, ale pozorujeme i přístupy ze zahraničí (např. Severní Amerika, Litva ap.).

Měsíc	První návštěva	Další návštěva	Celkem
Květen 2009	62	75	107
Červen 2009	21	14	35
Červenec 2009	59	70	129
Celkem	142	129	271

Tabulka 2: Přístupy do naší vzdálené laboratoře od 1. května 2009 do 31. července 2009. Do kategorie "Další návštěva" se započítávají uživatelé, kteří navštívili webové stránky znovu do 60 minut po své poslední návštěvě.

## Závěr

Naším cílem je vytvoření několika dalších přes internet ovládaných experimentů, které budou k dispozici, z webových stránek <http://www.ictphysics.upol.cz/remotelab/>, učitelům fyziky, žákům i libovolným uživatelům internetu z celého světa.

Chtěl bych poděkovat svým kolegům Janu Říhovi a Janu Hrdému, kteří se v počátcích podíleli na tvorbě našeho prvního vzdáleně ovládaného experimentu [4, 5, 6] a také profesionálnímu vývojáři Kamilu Samiecovi, který napsal potřebný software pro vzdálené řízení laboratoře.

## Literatura

- [1] Lustig F.: *Integrace reálných, vzdálených a virtuálních laboratoří*. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 12. Ed.: Dvořák L. Prometheus, Praha 2007. s. 155-159.
- [2] <http://www.absolventiprf.upol.cz/>
- [3] <http://www.mpo.cz/>
- [4] Hrdý J.: *Návrh a konstrukce fyzikální vzdálené internetové výukové laboratoře*. In: Sborník konference Pedagogický software 2008. Ed.: Řehout V. Scientific Pedagogical Publishing, České Budějovice 2008. s. 143-145.
- [5] Hrdý J.: *První fyzikální VIVL na UPOL*. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 13. Západočeská univerzita Plzeň, Plzeň 2008. s. 235-239.
- [6] Říha J., Kainzová V., Lálat F.: *Remote experiment in teaching Physics*. In: Proceedings of Conference Information&Communication Technology in Natural Science Education, Šiauliai University. Šiauliai 2008. Lithuania. pp. 88-90.

## **Experimentálně dokonalé reálné a vzdálené experimenty se systémem ISES**

*FRANTIŠEK LUSTIG*

*Univerzita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta*

### **Abstrakt**

Příspěvek popisuje dva zajímavé experimenty se systémem ISES. Myslíme si, že se dá říci „experimentálně téměř dokonalé“. Reálný experiment „Amplitudová modulace“ provedený on-line přiblíží podstatu amplitudové modulace, kterou studenti nejenom uvidí ve známé grafické prezentaci, ale doslova i uslyší. Druhý, tentokrát vzdálený experiment se systémem ISES, „Mapování elmg. pole“, má bohatou interaktivitu. Vykreslí XY vektorové pole magnetické indukce libovolného magnetu. Blížší informace k systému ISES, ke sbírkám reálných experimentů a ke vzdáleným experimentům viz [www.ises.info](http://www.ises.info) [1], či [2].

### **Experiment č. 1: Amplitudová modulace**

Úvod a trochu teorie:

Amplitudová modulace patří mezi prvotní modulace, se kterou se studenti seznamují. Je to nejstarší typ modulace, začala se používat po roce 1900, kdy se pokoušeli o přenos akustického signálu na velké vzdálenosti. Nosný signál vysoké frekvence a konstantní amplitudy se moduloval akustickým signálem. Výsledný signál měnil amplitudu v závislosti na změně modulačního signálu. Klasická amplitudová modulace obsahuje nosnou vlnu a dvě (součtové a rozdílové) postranní pásma (DSB - Dual Side Band). Mnohdy se ale z různých důvodů některé z těchto složek odstraňují a tak vznikají modulace s jedním postranním pásmem (SSB - Single Side Band) nebo s potlačenou, či redukovanou nosnou (SC - Suppressed Carrier nebo RC - Reduced Carrier).

Předpokládejme, že nosnou vlnu modulujeme jednoduchým harmonickým modulačním signálem o konstantní frekvenci.

Nosnou vyjádříme následujícím vztahem:

$$n(t) = N \sin(\Omega t),$$

$N$  je amplituda nosné a  $\Omega$  je její úhlový kmitočet.

Jednoduchý harmonický signál  $m(t)$ , jímž chceme nosnou modulovat, má průběh:

$$m(t) = M \sin(\omega t + \phi),$$

kde  $\phi$  je fázový posuv vůči nosné  $n(t)$ .

Amplitudová modulace vznikne sečtením amplitudy nosné  $N$  a modulace  $m(t)$ :

$$y(t) = (N + M \sin(\omega t + \phi)) \sin(\Omega t)$$

S použitím vzorců pro součin harmonických funkcí je možné výše uvedený výraz upravit do tvaru:

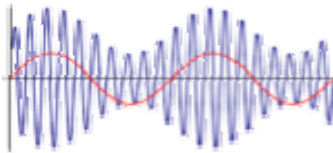
$$y(t) = N \sin(\omega t) + M \frac{\cos((\Omega - \omega)t + \phi)}{2} - M \frac{\cos((\Omega + \omega)t + \phi)}{2}$$

Z tohoto vzorce je vidět, že modulovaný signál se skládá z nosné, součtového a rozdílového pásma. Amplitudových modulací je několik typů lišících se v jakém poměru se v signálu ponechají modulační signál a nosná. Základní typy amplitudové modulace jsou např.:

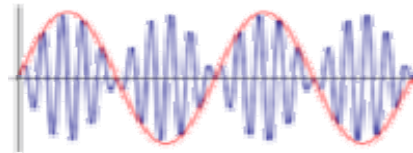
AM DSB (*Dual Side Band*) obsahuje obě postranní pásma i nosnou.

AM DSB SC (*Dual Side Band Suppressed Carrier*) obsahuje obě postranní pásma, ale nosná je zcela potlačena.

Pozn.: Existují ještě další typy amplitudových modulací, viz např. [3] aj.



Časový průběh AM DSB s plnou nosnou



Časový průběh AM DSB s potlačenou nosnou

Obr. 1: Základní typy amplitudové modulace, obr. převzaty z [3].

Experiment:

Přistupme nyní k vlastní demonstraci amplitudové modulace se systémem ISES. Budeme demonstrovat jednoduše proveditelnou amplitudovou modulaci s potlačenou nosnou.

Systém ISES PCI umožňuje snímat signál vzorkovací frekvencí až 100 kHz, dále umožňuje tzv. on-line zpracování více signálů. A toho využijeme! Vezmeme mikrofon, který zapojíme např. do vstupního kanálu „A“. Reprodukter zapojíme do výstupního kanálu „E“. Mikrofonním signálem budeme modulovat nosný signál. No a nakonec modulovaný signál budeme zase on-line demodulovat a vysílat reproduktorem v kanálu „E“.

Připravíme si ve virtuálním kanálu systému ISES nosný signál 20 kHz s amplitudou např. 1. Vzorkovací frekvenci zvolíme 50 kHz (maximální vzorkovací frekvence systému ISES je 100 kHz, my však zpracováváme dva kanály A a E), celkový čas měření cca 10 s. Pozn.“ 20 kHz není mnoho, ale my budeme systém ISES provozovat v režimu on-line zpracování, což znamená, že se výstupní signál bude v každém bodu (50000x za 1 sekundu) řídit výstupní formulí!

Ve virtuálním kanálu „X“ zapíšeme nosnou frekvenci:

$$X = 1 * \sin(6,28 * 20000 * t)$$

Ve výstupním kanálu „E“ zvolíme uživatelskou funkci a zapíšeme:

$$E = A * X,$$

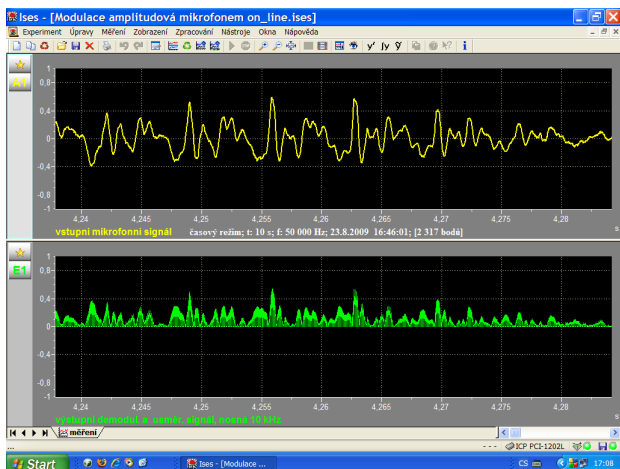
Zvolili jsme jednoduchou amplitudovou modulaci s potlačenou nosnou.

No a jak signál zpět demodulovat, abychom zase slyšeli náš hlas? Demodulace se provádí usměrněním a vyhlazením. V systému ISES realizujeme usměrnění „softwarově“ užitím absolutní hodnoty!

Takže pokud napíšeme do výstupního signálu

$$E = \text{ABS}(A * X),$$

dostaneme „zpět“ náš modulační signál – mluvené slovo, či zpěv. Absolutní hodnotou „uřízneme“ spodní část modulovaného signálu. Ten přivádíme do reproduktoru. Reprodaktor bude přenášet jenom „obálku“ modulovaného signálu, neboť rychlý modulovaný signál nezpracuje a tím nám ho „vyfiltruje“ jako bychom použili kondenzátor!



Obr. 2.: Grafický výstup v programu ISES. Demodulovaný mikrofonní signál, který zpětně vysíláme reproduktorem

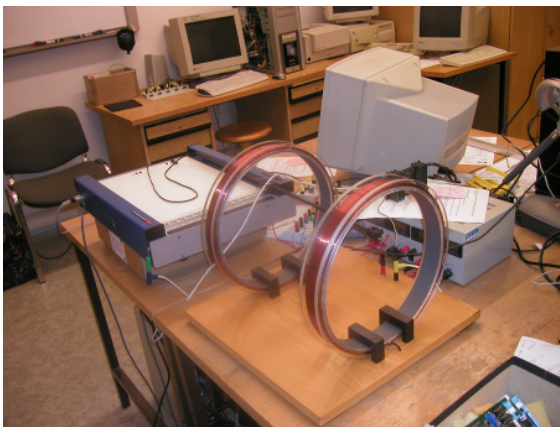
Výborně. Při spuštění programu ISES s nastavenými funkcemi, již on-line uvidíme modulovaný signál. Jak budeme mluvit, či zpívat do mikrofону, uvidíme on-line graf amplitudové modulace! Z výstupního kanálu, kde je reproduktor dostáváme opět náš mluvený, či zpívaný signál. Téměř to vypadá jako když nemodulujeme a nedemodu-

lujeme, ale lupou objevíme, že se pod reprodukováným signálem skrývá modulovaný signál, což jsme samozřejmě chtěli.

## Experiment č. 2: Vzdálený experiment „Mapování elmg. pole“

Mapování magnetického pole, jednorozměrný, či dvourozměrný obraz rozložení magnetické indukce, Helmholtzovy cívky, aj. jsou častým námětem laboratorních úloh. Připravili jsme další vzdálený experiment, který bude na přímé adrese <http://kdt-27.karlov.mff.cuni.cz>, či na rozcestníku vzdálených experimentů <http://www.ises.info> instalovaných na MFF-UK Praha. Prozatím je spuštěn pouze pracovní. Pozn.: v současné době zde běží vzdálené experimenty „Elektromagnetická indukce“, „Kmity na pružině“, „Difrakce na mikroobjektech“, „Přeměna solární energie“, „Meteorologická stanice“, „Řízení výšky vodní hladiny“.

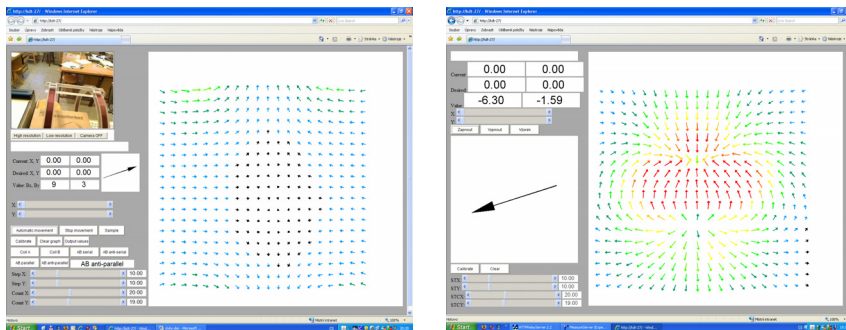
Mapování magnetického pole se provádí v XY rovině dvěma Hallovými sondami, které se pohybují na ramenu XY zapisovače. Ramenem se dá volně pohybovat do libovolné polohy, resp. se může zvolit rastrovací režim a XY zapisovač provede oscanování vymezeného prostoru se zvoleným krokem. Zkoumaným objektem jsou Helmholtzovy cívky, které mají speciální Helmholtzovu konfiguraci (vzdálenost cívek se rovná jejich průměru). Zapojení cívek ale může mít i několik dalších zapojení: pouze jedna cívka, dvě paralelně zapojené cívky, dvě antiparalelně zapojené cívky, dvě sériově, či dvě antisériově zapojené cívky. Rovněž se dá měnit velikost proudu procházející cívkami.



Obr. 3.: Celkový pohled na experimentální uspořádání úlohy „Mapování elmg. pole“

Toto vše se zdá být samozřejmé a lehce proveditelné. ALE NAŠE ÚLOHA JE NA INTERNETU !, na výše uvedené adrese <http://kdt-27.karlov.mff.cuni.cz>. Je volně dostupná komukoliv, kdykoliv a odkudkoliv. Samozřejmě bez hesla a logování. Stačí v libovolném prohlížeči (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera) zadat výše uve-

denou adresu a jste u reálného vzdáleného experimentu. Nechť si ho čtenář sám odzkouší. Naše vzdálené úlohy mají ještě možnost stáhnout si naměřená data a dále naměřené veličiny zpracovávat. WWW stránka se vzdáleným experimentem poskytuje kamerový obraz, velmi bohaté interaktivní možnosti měření (změna polohy, zapojení cívek, změna proudu, automatické, či ruční scanování). V grafickém poli vpravo se potom vykreslují vektory magnetické indukce. Jsou vykreslovány samozřejmě s vektorovou orientací a dokonce mají pro lepší zviditelnění barvu dle velikosti vektoru magnetické indukce.



Obr. 4.: nalevo: antiparalelně zapojené Helmholtzovy cívky, uprostřed je vektor magnetické indukce nejmenší; napravo: složitě magnetické pole segmentového magnetu.

## Závěr

V příspěvku jsme popsali dva „téměř dokonalé“ experimenty, které nám umožnily nové technologie počítačového měření, či zpracování měřených signálů jak v lokálním tak i ve vzdáleném provedení experimentů.

O vzdálených úlohách bylo již publikováno např. v [4], [5] aj. Jsou založeny na soupravě ISES a softwarové stavebnici ISES WEB Control.

## Literatura

- [1] LUSTIG, F. *Computer based system ISES*, poslední aktualizace 24.2. 2008, [cit. 2009-09-01]. Dostupné z WWW: <<http://www.ises.info>> .
- [2] SCHAUER, F., LUSTIG, F., DVOŘÁK, J., OŽVOLDOVÁ, M.: *Easy to build remote laboratory with data transfer using ISES – Internet School Experimental System ISES*, Eur. J. Phys. 29, 753-765, 2008.
- [3] Wikipedia, [cit. 2009-09-01]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org>> .
- [4] LUSTIG, F., DVORAK, J.: *ISES WEB Control, software kit for simple creation of remote experiments for ISES*, Teaching tools co. PC-IN/OUT, 2003.



- [5] SCHAUER, F., OŽVOLDOVÁ, M., LUSTIG, F. Real remote physics experiments across Internet - inherent part of Integrated e-Learning, iJOE –4, Issue 1, February (2008) 53, 2008.

## Hydrostatické váhy

HANA MALINOVÁ

Katedra didaktiky fyziky, MFF UK

V příspěvku bude prezentována metoda hydrostatického vážení, která se používá na určování hustoty různých materiálů. Žáci si budou moci tuto metodu vyzkoušet v jednodušší verzi v podobě laboratorní úlohy.

### Princip hydrostatického vážení

Metoda se používá k přesnému určení hustoty pevné látky i nepravidelného tvaru nebo kapaliny. K vážení se používá rovnoramenných vah, které jsou mírně upraveny tak, aby se předmět mohl ponořit do kapaliny známé hustoty a mohl se tedy vážit ve vzduchu nebo v kapalině (viz obr. 1., [1]).

Kapalina těleso nadlehčuje silou rovnající se tíze kapaliny stejného objemu, jaký má ponořená část tělesa. Princip hydrostatického vážení vychází z Archimédova zákona.

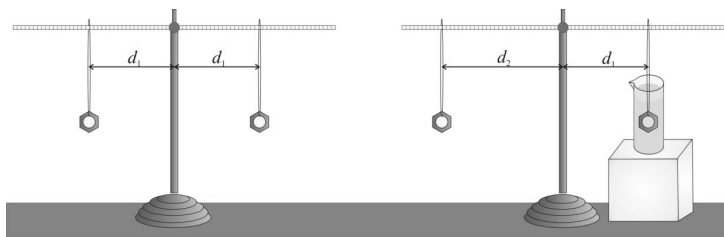
Následovat budou dvě odvození: odvození vztahu (1) (viz dále) není tolik známé, odvození přesnějšího vztahu (2) je obecnější a používá se i v praxi. Odvození vztahů k určení hustoty pevných látek či kapalin lze najít např. v [2, str. 53] a [3] až [5].



Obr. 1. Hydrostatické váhy

### Odvození vztahu (1) zahrnujícího vzdálenost

Pro jednoduchost odvození uvažujme dvě *stejná* tělesa (např. matky o hmotnosti  $m$ ) neznámé hustoty  $\rho$ . Hydrostatické váhy (ozn. HV) se v tomto případě skládají z tyčky, která je opatřena stupnicí (např. nalepeným metrem, viz obr. 2. až obr. 4.).



Obr. 2. HV na začátku měření (vlevo) a po nastavení rovnováhy (vpravo)

Na začátku měření, kdy jsou obě tělesa ve vzduchu, je počáteční vzdálenost  $d_1$  pro obě ramena stejná (viz obr. 2. – vlevo). Jedno z těles následně celé ponoříme do vody o hustotě  $\rho_v$ , tím se poruší rovnováha – pro moment síly  $M_1$  vzhledem k pevné ose otáčení umístěné uprostřed tyče platí

$$M_1 = d_1(F_G - F_{vz}) = d_1 mg - d_1 \rho_v V g,$$

kde  $V = \frac{m}{\rho_t}$ ,  $F_G$  je tíhová síla působící na závaží a  $F_{vz}$  je vztlaková síla.

Aby se rovnováha obnovila, budeme pohybovat druhým závažím (neponořeným do vody) až do vzdálenosti  $d_2$ . Pro moment síly  $M_2$  vzhledem k pevné ose otáčení umístěné uprostřed tyče platí  $M_2 = d_2 F_G = d_2 mg$ .

Momenty sil se po nastolení rovnováhy rovnají (viz obr. 2. – vpravo)

$$M_1 = M_2 \Rightarrow d_1 mg - d_1 \rho_v \frac{m}{\rho_t} g = d_2 mg,$$

a po úpravách dostáváme vztah 
$$\rho_t = \rho_v \frac{d_1}{d_1 - d_2}. \quad (1)$$

### Odvození vztahů (2) a (3) zahrnujících hmotnost

Hydrostatické váhy se skládají z rovnoramenných vah upravených jako na obr. 5. a na obr. 6. (srovnej rozdíl oproti minulému odstavci). Po nastolení rovnováhy se momenty sil rovnají: jelikož se jedná o rovnoramenné váhy, stačí, aby se rovnaly síly působící na jednotlivá ramena.

Pro rovnováhu na vzduchu o hustotě  $\rho_{vz}$  platí

$$F_{Gz1} - F_{vz z1} = F_{Gt} - F_{vz t} \Rightarrow$$

$$m_{z1}g - \frac{m_{z1}}{\rho_{z1}} \rho_{vz} g = m_t g - \frac{m_t}{\rho_t} \rho_{vz} g \Rightarrow m_{z1} \left( 1 - \frac{\rho_{vz}}{\rho_{z1}} \right) = m_t \left( 1 - \frac{\rho_{vz}}{\rho_t} \right), \quad (a)$$

kde  $F_G$  je tíhová síla,  $F_{vz}$  je vztlaková síla, index z1 označuje závaží, které vyvažuje zvolené těleso ve vzduchu, a index t označuje těleso.

Pro rovnováhu po ponoření tělesa do kapaliny o hustotě  $\rho_k$  platí

$$F_{Gz2} - F_{vz z2} = F_{Gt} - F_{vz t} \Rightarrow$$

$$m_{z2}g - \frac{m_{z2}}{\rho_{z2}} \rho_{vz} g = m_t g - \frac{m_t}{\rho_t} \rho_k g \Rightarrow m_{z2} \left( 1 - \frac{\rho_{vz}}{\rho_{z2}} \right) = m_t \left( 1 - \frac{\rho_k}{\rho_t} \right), \quad (b)$$

kde index z2 označuje závaží, které vyvažuje zvolené těleso ponořené do kapaliny.

Po vydělení rovnice (a) rovnicí (b) dostaneme následující rovnost, kterou za předpokladu, že hustoty  $\rho_{z1}$  a  $\rho_{z2}$  jsou stejné, můžeme upravit na jednodušší tvar (c).

$$\frac{m_{z1} \left( 1 - \frac{\rho_{vz}}{\rho_{z1}} \right)}{m_{z2} \left( 1 - \frac{\rho_{vz}}{\rho_{z2}} \right)} = \frac{m_t \left( 1 - \frac{\rho_{vz}}{\rho_t} \right)}{m_t \left( 1 - \frac{\rho_k}{\rho_t} \right)} \Rightarrow \frac{m_{z1}}{m_{z2}} = \frac{1 - \frac{\rho_{vz}}{\rho_t}}{1 - \frac{\rho_k}{\rho_t}} \quad (c)$$

Jednoduchou úpravou dostaneme

$$m_{z1}\rho_t - m_{z1}\rho_k = m_{z2}\rho_t - m_{z2}\rho_v$$

a nakonec vyjádříme

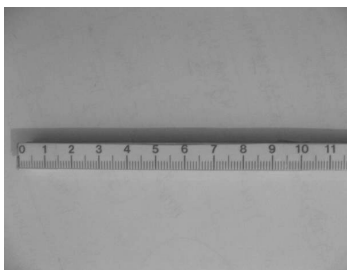
$$\rho_t = \frac{\rho_k m_{z1} - \rho_v m_{z2}}{m_{z1} - m_{z2}}. \quad (2)$$

Pokud se rozhodneme zanedbat vztlak ve vzduchu, dostaneme výraz

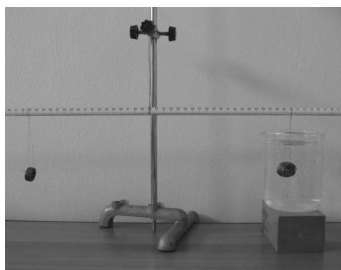
$$\rho_t = \rho_k \frac{m_{z1}}{m_{z1} - m_{z2}}. \quad (3)$$

### **Různé typy hydrostatických vah aneb jak by mohlo vypadat přizpůsobení do školních lavic**

Hydrostatické váhy mohou být různé, většinou však mají jedno společné: jsou příliš drahé, abychom si je mohli jako učitelé dovolit nakoupit do školních laboratoří. Nabízím zde dvě varianty hydrostatických vah, které můžeme použít při laboratorní úloze na určování hustoty pevných látek (např. str. 282, [16]). Myslím, že tuto úlohu by mohli měřit žáci, kteří už velmi dobře znají laboratorní úlohu zaměřenou na vážení a zjišťování objemu ponořením do odměrného válce nebo pomocí změření rozměrů tělesa (např. str. 276, [16]). Proto nabízím možnost, jak hydrostatické váhy vyrobit jednoduchým způsobem. Nejlepší představu poskytnou obrázky 3. až 6.



Obr. 3. Dřevěná tyčka opatřená stupnicí



Obr. 4. HV v průběhu měření



Obr. 5. HV s kovovým plíškem



Obr. 6. HV s náhradní miskou na závaží

Jako předmět, jehož hustotu budeme určovat, je docela vhodné použít matku, a to hned z několika důvodů – velmi dobře se shání, není nikterak drahá, může být z různých materiálů a dá se dobře připevnit na niť či tenké lanko.

Je potřeba přesně určit hustotu kapaliny, do které se předmět ponořuje. V praxi se nejčastěji používá pyknometru ([6]) – jedná se o malou nádobu, která má přesně definovaný objem. Lze použít také hustoměr, který je spíše k sehnání anebo určit teplotu kapaliny a dopočítat přesnou hustotu pomocí tabelovaných hodnot v tabulkách.

### **Výhody a nevýhody hydrostatického vážení, porovnání s přímou metodou**

Pokusím se o jednoduchý nástin výhod a nevýhod hydrostatického vážení (ozn. h. vážení), jistě však lze najít i další. Přímou metodou zde rozumím použití definičního vztahu a vypočtení hustoty jako podílu hmotnosti tělesa a jeho objemu (objem pravidelných těles vypočteme na základě měření jeho rozměrů, nepravidelná tělesa ponoříme do kapaliny v odměrném válci).

- Metoda založená na h. vážení je poněkud složitější než přímá metoda, protože se zde využívá znalosti Archimédova zákona a momentu sil, tj. je potřeba zopakování učiva z různých oblastí fyziky. Možnost použití korekce na vztlak ve vzduchu dává nadanějším studentům příležitost hlouběji se seznámit s postupem, který se v praxi skutečně používá.
- Jedná se o další dva způsoby určování hustoty pevných látek, které společně s přímou metodou a dalšími metodami dávají možnost třídu rozdělit do několika pracovních skupin, které určují hustotu různým způsobem. Seznam takových aktivit se dá najít např. [7].
- U hydrostatické metody můžeme použít i jiné kapaliny, do kterých se předměty ponořují. Důležité je, aby předmět s kapalinou nereagoval. Velmi často se používá voda, která však vytváří na předmětu bublinky – na to je třeba dávat pozor.
- Metodou hydrostatickou lze určovat i hustoty kapalin ([4]). V tomto případě těleso ponoříme nejprve do kapaliny o známé hustotě (např. destilované vody) a potom do kapaliny, jejíž hustotu chceme určit.
- Metoda přímá nabízí velmi jednoduchou možnost určení hustoty pravidelných těles, které mají menší hustotu než voda, a to změřením jejich rozměrů a zvážením. Metoda hydrostatická se dá použít, pokud najdeme vhodnou kapalinu s ještě menší hustotou, než má zkoumané těleso.
- Porovnávala jsem přesnost výše uvedených metod h. vážení s referenčním měřením v laboratoři KFM MFF UK a nedospěla jsem k výrazným rozdílům ve výsledcích, pomínu-li různý počet platných cifer. Metody h. vážení se ukázaly být přesnější než metoda přímá, která se nejčastěji používá při laboratorních pracích.
- Metoda se využívá v praxi (viz následující odstavec) k určování hustoty pevných látek nepravidelných tvarů. Metoda přímá se kvůli velké chybě měření nepoužívá.

### **Kde se tato metoda využívá**

Určování hustoty se používá v různých odvětvích, například ve zdravotnictví k určení složení lidského těla ([8]), ve stavebnictví k určení pórovitosti či nasákavosti materiá-

lů ([9]), ve vinařství k určení obsahu alkoholu ve víně ([10]), na vysokých školách jako fyzikální praktikum ([5]) a při zkoumání vlastností drahých kamenů ([11]).

### **Jak je tato metoda stará**

První zmínka o hydrostatických vahách, alespoň podle zdroje [12] a [13], sahá do druhé poloviny 9. století. Je spojena se jménem al-Rázi, což byl arabský filozof a alchymista, který dokázal stanovit hustoty osmnácti kovů a drahokamů s velkou přesností. Podle [14] to byl až Galileo Galilei, kdo zdokonalil metodu vážení drahých kovů ve vzduchu a ve vodě používanou už dříve u klenotníků – sestrojil první hydrostatické váhy ([15]) a roku 1586 o nich napsal vědeckou práci.

Galileo Galilei či jiní neurčovali přímo hustotu vzorků, ale jejich relativní hustotu – tím rozumíme poměr hustoty neznámé pevné látky či kapaliny k hustotě referenční látky (nejčastěji se jedná o vodu při 20 °C za normálního tlaku).

### **Závěr**

Výše popsané metody hydrostatického vážení je možné úspěšně využít při školních laboratorních cvičeních. Žáci si zopakují látku z různých oblastí fyziky a použití odlišných variant měření několika skupinami žáků umožní rozvinout diskuzi např. o přesnosti měření a zanedbávání různých vnějších vlivů (vztahová síla působící na těleso ve vzduchu a podobně).

### **Literatura a zdroje**

- [1] [http://vitruvio.imss.fi.it/foto/sim/simapprart/simapprart-204105\\_300.jpg](http://vitruvio.imss.fi.it/foto/sim/simapprart/simapprart-204105_300.jpg)
- [2] Lehotský D., Hlavíčka A.: *Praktikum z fyziky pro pedagogické fakulty*. 1. vyd. Bratislava: SPN, 1967.
- [3] <http://tilia.zf.mendelu.cz/~pavlacka/af/download/c09.pdf>
- [4] [http://www.kfy.zcu.cz/prakt/Prakt\\_I/UF106/7/hustot24a.pdf](http://www.kfy.zcu.cz/prakt/Prakt_I/UF106/7/hustot24a.pdf)
- [5] <http://mvt.ic.cz/jedna/zfm-mt/zfm-mt-01.pdf>
- [6] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Pyknometr>
- [7] [http://www.mff.cuni.cz/veda/konference/wds/contents/pdf08/WDS08\\_302\\_f12\\_Malinova.pdf](http://www.mff.cuni.cz/veda/konference/wds/contents/pdf08/WDS08_302_f12_Malinova.pdf)
- [8] <http://www.aerobics.cz/clanky.asp?id=32>
- [9] [http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/res\\_stavebni\\_materialy\\_objem\\_hmotnost/zadani.htm](http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/res_stavebni_materialy_objem_hmotnost/zadani.htm)
- [10] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32004R0128:CS:HTML>
- [11] [http://www.diamants-infos.com/en/polished/index.php?rub=mechanical\\_properties](http://www.diamants-infos.com/en/polished/index.php?rub=mechanical_properties)
- [12] <http://www.levity.com/alchemy/islam14.html>
- [13] [http://www.geneze.info/matfyz/vyvoj\\_matematiky\\_fyziky.htm#petaztistic](http://www.geneze.info/matfyz/vyvoj_matematiky_fyziky.htm#petaztistic)
- [14] <http://galileo.rice.edu/sci/instruments/balance.html>
- [15] <http://brunelleschi.imss.fi.it/museum/esim.asp?c=204101>
- [16] Bednařík M., Šírká M.: *Fyzika pro gymnázia – Mechanika*. 3. vyd. Praha: Prometheus, 2005.

## **Žákovské prekoncepce a miskoncepce**

*KATEŘINA MAUNOVÁ*

*Katedra obecné fyziky, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni*

V příspěvku bude prezentováno žákovo pojetí učiva, proměny pojetí a ovlivňování pojetí učiva a s ním spojené prekoncepce (pojetí před systematickou výukou) a miskoncepce (nesprávná, mylná koncepce učiva).

### **Úvod**

Jakmile se dítě stane žákem, musí se naučit předepsanému učivu. Dítě má již nějaké životní zkušenosti a soukromé představy o světě kolem sebe.

Svět, který ho obklopoval jako celek je nyní rozdělen do jednotlivých vyučovacích předmětů. Témata, která mu připadala zajímavá, a zabýval se jimi, když měl náladu, jsou nyní povinná. Tato témata se nyní stávají předmětem systematického výkladu, pojmenovávají se slovy, kterým žák ne vždy rozumí.

Vyvstává tedy otázka, jak jednoduše, srozumitelně a přiměřeně věku dítěte formulovat to, co je pro něj podstatné, základní.

Přístup k žákovi, by měl být ovšem ještě dál. Zajímá se o žákovy vlastní soukromé představy o obsahu a struktuře probíraného učiva. Zajímá se o to, co se děje v žákově mysli, když se střetnou jeho dosavadní názory a se školním učivem a jaký bude výsledek.

Žák má řadu životních zkušeností, pozoruje dění kolem sebe, čte, poslouchá televizi, poslouchá názory druhých lidí atd. To vše se v něm skládá v různorodou mozaiku a způsobuje, že přichází do školy s neúplnými či mylnými představami.

Žákovské představy o učivu nemusí být neúplné, nepřesné, chybné, mohou být překvapivě objevené a mohou signalizovat netradiční směr žákova uvažování.

Žákovo pojetí učiva se pohybuje od velmi mlhavých představ o učivu až po velmi vyhraněné názory na učivo.

Podle rozsahu a obsahu rozlišujeme:

- žákovo pojetí učiva obecně
- žákovo pojetí učiva a určité skupiny předmětů
- žákovo pojetí učiva konkrétního vyučovacího předmětu
- žákovo pojetí učiva konkrétního tématického celku
- žákovo pojetí pojmu

Žákovo pojetí učiva není stabilní, postupně se vyvíjí v čase. Vývoj závisí na mnoha determinantách, např. na ontogenezi žákovy psychiky, na podnětnosti sociálního prostředí, v němž žije, na zvláštностech učitelů, kteří žáky vyučovali, na zvláštностech žákovy osobnosti a na cílených pedagogických zásadách školy.

Mnohé prekoncepce a miskoncepce učiva jsou v dětech hluboce zakořeněné a vysoce rezistentní vůči snahám je změnit. Toto platí i v případech, kdy se žákovo pojetí učiva jeví z pohledu dospělých primitivní, hloupé či absurdní. To proto, že se k němu žák propracoval sám a nehodlá se ho okamžitě na pokyn, příkaz dospělých vzdát.

Žákovo pojetí učiva se mění v čase.

Tyto změny mohou být z vývojově-psychologického pohledu nebo z pohledu pedagogického. Z vývojově-psychologického pohledu můžeme říci, že některé jevy žáci v určitém věku nechápou zcela přesně, ale postupným vývojem tomu porozumí.

Z pedagogického pohledu rozlišujeme tři časové etapy:

1. žákovo pojetí před tím, než se o učivu učí ve škole
2. žákovo pojetí během výuky
3. žákovo pojetí s časovým odstupem po skončení výuky

Žák přichází do školy a není jen prázdná nádoba, kterou má škola standardně naplnit. Žák již má své dětské představy a dětské interpretace pojmů a vztahů.

### **Prekoncepce**

Pojetí před systematickou výukou, jsou to žákovy předškolní a mimoškolní znalosti a zkušenosti, o nichž se teprve bude učit.

Naivní, nedokonalé, primitivní, provizorní představy, které vznikly nahodile, nesystematicky.

### **Pojetí během výuky**

Žák získává ve škole nové poznatky o pojmech a vztazích mezi nimi a dochází ke střetu žákových představ o učivu s tím, co si myslel, než začal chodit do školy.

U učení fyziky se nemůže jednat pouze o učení významu slov, např. fyzikální význam pojmu síla nebo světla. Rámec fyzikálního porozumění určitého pojmu je odlišný od všedního porozumění. Fyzika si vytváří strukturu pojmů-fyzikální teorii, do které daný pojem zapadá. Je součástí určité struktury a bez poznání této struktury může žák velice obtížně jeho významu porozumět.

To, co učitel říká nebo demonstruje, je stále ovlivňováno představami, které předcházejí vyučování. Tyto představy také ovlivňují, jak probranému učivu žáci nakonec porozumějí. Učitel musí čelit vžitě představě, vytvořené na zcela fyzikálním základě. Pokud se nepodaří vybudovat vědecký rámec porozumění, je každá informace zpravidla zařazena do všedních představ.



## Miskoncepce

Žák své názory na svět nerad mění, a proto se stává, že i při kvalitním výkladu nového tématu, dosavadní prekoncepce nemizí.

Výsledkem je neúplné porozumění, chybné pochopení pojmů a vztahů.

Tato nesprávná koncepce učiva se označuje jako miskoncepce učiva.

Miskoncepce je tedy: chybné nebo neúplné žákovské představy o učivu, i když je výklad kvalitní. Miskoncepce komplikují nebo dokonce znemožňují porozumění učiva.

## Pojetí po skončení výuky

Pro žáka se stává probrané učivo učivem starým, kterým se už nemusí zabývat.

Učitel se musí vracet ke starému učivu, ukázat vztahy mezi novými poznatky a vším, co už probrali.

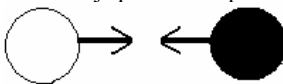
Učitel musí žákům sdělit, jaké jsou praktické aplikace a využití jevu o kterém se učí ve škole.

Žák získává nové zkušenosti, dále se rozvíjí, ale do hry opět vstupují miskoncepce.

Důležité je, aby učitel uměl motivovat a zaujmout žáky, aby měli chuť se učit novým znalostem nebo měnit názor na znalosti, které už mají, ale nejsou zcela správné. Žákům přijde učení zbytečné, když neví, proč se to učí a kde znalosti v budoucnu využijí.

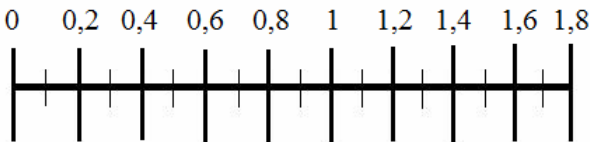
## Průzkum

1. Co si představuješ pod pojmem ATOM?
2. Na obrázku jsou dvě kuličky. Šipky znázorňují síly, které působí na jednu nebo druhou kuličku. Zakroužkuj správnou odpověď.

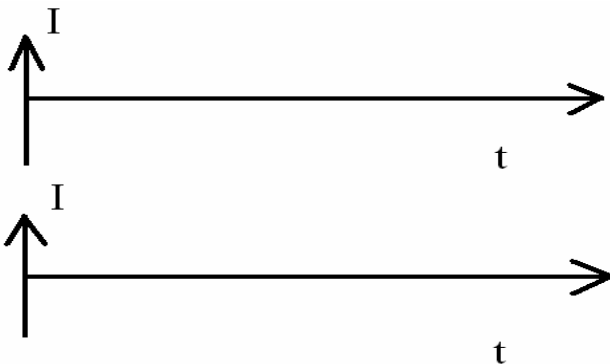


- a) jedna kulička je nabitá kladně a druhá kulička záporně
  - b) obě kuličky jsou nabity kladně
  - c) obě kuličky jsou nabity záporně
3. Honza má na zahradě sud. Ráno sud naplnil hadicí za 5 minut. Odpoledne zaléval a celý sud vyprázdnil. Aby nemusel druhý den brzy vstávat, naplnil znovu sud večer. Tentokrát trvalo naplnění sudu 7 minut. Kdy tekla hadicí větší proud vody?

- a) hadicí tekla větší proud vody večer
  - b) v hadici je stále stejný proud vody
  - c) hadicí tekla větší proud vody ráno
4. Na obrázku je nakreslena stupnice ampérmetru s rozsahem 1,8 A. Jaký proud představuje nejmenší dílek stupnice?



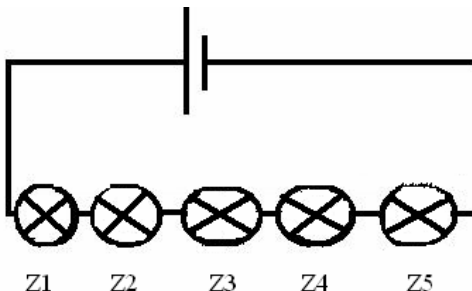
- a) 0,1A
  - b) 0,01A
  - c) 1A
5. K těmto osám přibližně načrtni graf stejnosměrného proudu a graf střídavého proudu.



6. Zakroužkuj tvrzení, která považuješ za správná:
- a) Elektrický proud a elektrické napětí existují pouze společně
  - b) Elektrické napětí může existovat i bez současného průchodu elektrického proudu
  - c) Elektrický proud je totéž jako energie

d) Elektrický proud může existovat i bez současného elektrického napětí

7. V obvodu je pět stejných žárovek zapojeno v sérii. Zakroužkuj pravdivou odpověď:



- a) První žárovka svítí víc než pátá žárovka
- b) První i pátá žárovka svítí stejně
- c) Pátá žárovka svítí víc než první
- d) Čtvrtá žárovka svítí víc než pátá žárovka

8. Jaký je ROZDÍL mezi ELEKTRICKÝMI VODIČI a ELEKTRICKÝMI NEVODIČI (izolanty)? Uveď příklady, které znáš:

9. Co způsobí TŘENÍ těles? Uveď dva příklady tření?

10. Co si představuješ pod pojmem ELEKTRICKÝ NÁBOJ?

11. Co si představuješ pod pojmem MAGNET? (napíš vše, co víš o magnetu)

12. Co si představuješ pod pojmem ELEKTRICKÝ PROUD?

13. Co si představuješ pod pojmem VOLNÝ ELEKTRON?

## Literatura

[1] Položky literatury ručně číslujte čísla v hranatých závorkách. Příklad:

[2] Halliday D. a kol.: *Fyzika*. VUTIM Brno, Prometheus Praha, 2000.

[3] Polák Z.: *Jednoduché pokusy*. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 7. Ed.: Svoboda E., Dvořák L. Prometheus Praha 2002. s. 57-60.

[4] <http://fyzweb.cuni.cz>

## Medical Physics Demonstrations and Activities

ROD MILBRANDT

*Rochester Community and Technical College, Rochester, MN USA*

*Charles University in Prague, 2009-10*

### Abstract

This article gives a brief overview of medical physics, then discusses specific medical physics topics and ways to bring them into physics teaching. Ultrasound, x-ray, and CT are discussed. Simple optics activities relating to x-ray are described, and links to various resources are given.

### Why incorporate medical physics into our courses?

Medical physics topics are interesting to students, have real-world relevance, and contain good physics. Bringing these topics into the classroom can also make students aware of career possibilities in medical physics that they would not know of otherwise.

### What is Medical Physics?

Medical physics is a field consisting of four main areas. *Health Physics* is concerned with radiation safety, shielding of radiation sources, and research into health effects of radiation exposure. *Radiotherapy* is concerned with the treatment of disease, most commonly cancer, by use of (primarily) ionizing radiation. *Medical Nuclear Physics* deals with the use of unsealed radionuclide sources for both diagnosis and treatment. *Diagnostic Radiological Physics*, with which this paper is concerned, uses electromagnetic waves, sound, magnetism, and other physical mechanisms for imaging the human body. Discussed here are ultrasound, x-ray, and MRI.

### Ultrasound

Ultrasound uses echoes produced by high-frequency sound to form images. The basic principle is that of the pulse-echo. A pulse is generated by a transducer and travels into the human body. It reflects partially at boundaries between media (say, between liver tissue and muscle) and the echoes are detected with the same transducer. Since the speed of sound in tissue (roughly 1490 m/s) is known, the time needed for the echo can be used to find the distance to the structure causing the echo.

The basic equation is  $\frac{d}{2} = vt$  where  $d$  is the distance to the object causing the echo,  $v$  is the speed of sound, and  $t$  is the time elapsed between pulse generation and echo detection.

### What can be done in schools

A simple activity using echoes is to go outside and stand some distance from a building. Have students clap hands or make another loud staccato noise, perhaps clapping two boards together, and time the echo. Using the known speed of sound in air (around 340 m/s, it depends on temperature, naturally) students may calculate the distance to the building and then measure it some other way, by pacing it off or by using a long measuring tape. Students can then compare the two distances.

If sonic rangers or motion detectors are available, they may also be used for activities. The motion detector sold by PASCO corp. uses 49 kHz sound waves. Other vendors have similar devices. Large objects such as boxes can be arranged and then “imaged” by scanning across them with the sonic ranger. Students can look at effects such as spatial resolution using this system.

It is also possible to obtain ultrasonic systems similar to those used in the clinical environment. A commercially available product is the “Ultrasonic Echoscope” from 3B Scientific, Inc. However, it is often possible to obtain surplus or obsolete ultrasound units from online sources such as eBay for a low price. These units may be used for actual imaging of human tissue or of “phantoms”, objects which are tissue-like and used for testing.

More advanced topics which may be studied using ultrasound include Doppler ultrasound, partial transmission/reflection of waves, and specifics of the imaging process. Ultrasound is a good topic for use in any level of class, from primary school to university.

### X-ray

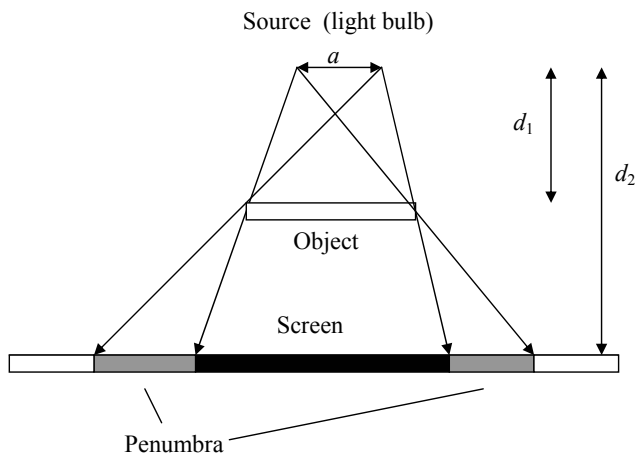
X-ray was the first imaging method to be considered as Medical Physics and is still widely used today. The essential idea of x-ray is that of a *projection* through an object, where the intensity of the x-ray beam is attenuated depending on both the thickness and the nature of the material through which the beam travels.

Using actual x-rays is not generally practical for students. However, many activities utilizing the same basic principles can be done with visible light.

### Activities using visible light to study imaging

This section is based on material found in reference [2]. First, obtain two light bulbs, one which is clear and one which is “frosted”, that is, covered in a white coating. The clear bulb will have as a source a filament which is nearly a point source. The frosted bulb will serve as a diffuse source of light, that is, it is not a point source.

Next, place an object between the light and a screen. Either an opaque object or, more interestingly, a partly transparent object may be used. By looking at the image created by the clear bulb and comparing to the image created by the frosted bulb, students can study the phenomena of *penumbra* and also of *spatial resolution*.



Students can measure the size of the source  $a$  and of the distances  $d_1$  and  $d_2$ , and use that information to determine the size of the penumbra. In addition, students may calculate the magnification of the image based on these distances.

Finally, if a semitransparent object is available, for example made from colored plastic with additional plastic added in places to form a “phantom”, one can study the *spatial resolution* and the *contrast* of the image.

### CT (Computed Tomography)

Computed Tomography (CT) uses an x-ray source rotated around the patient to obtain x-ray projections from many different angles. By backprojecting the images, one may obtain a reconstruction of the object.

Rather than describe the theoretical basis of CT here, the following links are highly recommended.

<http://impactscan.org>

This link takes you to the IMPACT group, based in the UK. The website has complete explanations of CT, many images, and shows pictorially the way in which a CT image is built from many backprojections.

[http://www.colorado.edu/physics/2000/tomography/final\\_rib\\_cage.html](http://www.colorado.edu/physics/2000/tomography/final_rib_cage.html)

This website has a nice interactive animation allowing a student to “scan” an object.

### Ways to Incorporate Medical Physics into physics teaching

Incorporating medical physics into your teaching can be done in many ways. Here are some ideas.

**Examples** of standard physics may be constructed with a medical physics basis. An example would be looking at x-ray imaging during the study of optics.

**Labs/practicals** may use medical imaging physics. An example is the study of CT using a laser as described in this reference [1].

**Web sites** may be used. The PhET website at <http://phet.colorado.edu> has a simulation for MRI.

**Tours** are wonderful if you can set them up. A tour of some imaging facilities in a hospital can be a great learning experience. It takes some time and effort by the teacher, and generally many phone calls, to arrange things. The key is to be *flexible*. Medical centers use their imaging facilities heavily and often you must bring the students at an unusual time in order to have a tour.

**Guest speakers** may be contacted. Again, it takes some effort to talk to people in a radiology department and arrange for a speaker, but the students usually respond very positively.

**Student projects** involving medical physics or imaging can work well. If your teaching includes projects, especially longer-term projects, medical physics topics (for example, a simple visible light CT scanner) can make for nice projects.

### Resources

In addition to the web sites provided earlier, here are two other resources. This link [2] goes to a web site that has many medical physics laboratories available, which may be used as long as proper credit is given to the author, Suzanne Amador Kane. The other resource is the “Modern Miracle Medical Machines” project [3], which is still under development but should have some completed modules in the near future.

### References

- [1] Delaney C. and Rodriguez J. *A simple medical physics experiment based on a laser pointer*. American Journal of Physics 70 (2002): 1068-1070.
- [2] [http://www.haverford.edu/physics/course\\_materials/phys108b/textbook.htm](http://www.haverford.edu/physics/course_materials/phys108b/textbook.htm)
- [3] <http://web.phys.ksu.edu/mmmm/index.html>

## **Zajímavé úlohy z mechaniky II**

*TOMÁŠ NEČAS*

*Gymnázium Brno, třída Kapitána Jaroše 14*

*Součástí gymnaziální výuky fyziky je řešení kvantitativních úloh. Na nich ukazujeme praktické použití fyziky a v hojné míře je používáme také k testování dovedností studentů. V příspěvku předvedu nevýhody tradičních úloh a představím projekt, jehož cílem je, aby studenti fyziku opravdu používali, nikoliv jen „dosazovali do vzorců“, „vyjadřovali neznámou“ a „dávali pozor na jednotky“.*

### **Motivace**

V předchůdci tohoto příspěvku [1], na který volně navazuji, jsem se zabýval tvorbou zajímavých úloh z mechaniky (a středoškolské fyziky vůbec), kterých je podle mého názoru nedostatek. Při vymýšlení mnoha zajímavých úloh jsem zjistil, že při jejich samotné tvorbě a objevování se odehrává většina zajímavé „fyzikální“ práce, kterou by si studenti mohli bez větších problémů sami vyzkoušet. Na základě toho jsem vytvořil projekt, který zde stručně představím.

Na úvod musím uvést, že v žádném případě nejsem proti řešení tradičních kvantitativních úloh, jaké najdeme ve sbírkách nebo si sami vymyslíme (kvantitativní zadání, jeden nebo více vztahů, vyjádření neznámé nebo vyřešení rovnic, dosazení zadaných hodnot ve správných jednotkách, výsledek, atd). Chci pouze upozornit na některá jejich omezení či úskalí. Níže představený projekt je potřeba chápat jako zajímavé doplnění, nikoliv nahrazení tradičních úloh.

Předem jsem si položil několik kritických otázek ohledně zmiňovaných tradičních úloh a jejich zařazení do výuky:

- 1. Jsou potřebné?* Odpovídám ano, ale... Otázka zní do jaké míry (množství, obtížnost, smyslnost, atd...) jsou potřebné jako součást všeobecného fyzikálního vzdělání lidí, kteří se nebudou fyzikou, matematikou či technikou dále zabývat.
- 2. Jde o fyziku nebo matematiku?* Domnívám se, že z velké části jde o matematiku. To není na škodu, ale je dobré to vědět.
- 3. Poznává se na nich porozumění fyzice?* Ze zkušenosti vím, že velmi omezeně. Studenti dobří v matematice dosahují u řešení úloh mnohdy dobrých výsledků aniž by k tomu potřebovali rozumět tomu, co vlastně počítají. Z tohoto pohledu se vlastně často jedná o slovní úlohy na přímou či nepřímou úměrnost, případně jiné jednoduché funkce či soustavy rovnic.



4. Jsou zajímavé pro studenty? Zkušenosti opět podporují negativní odpověď. Ostatně ne všechno může být zajímavé. Jedná se spíše o dovednost, kterou je třeba zvládnout, než něco, co přitáhne studenty k zájmu o fyziku.

5. Kolik procent známky tvoří? Odpověď pochopitelně záleží na zaměření třídy, programu výuky a pohledu učitele. Můj názor je, že by to nemělo být víc než 50%.

## Projekt

Zadání je formulováno tak, aby bylo možné jej zadat studentům jako domácí projekt v průběhu prvního ročníku gymnázia poté, co zvládnuli základy mechaniky hmotného bodu. Studenti mají za úkol vyřešit fyzikální problém na zadané téma a přitom splnit všechny požadavky „vědecké práce“ dle následujícího přehledu:

**1. Zadání** - (kvalitativní nebo kvantitativní) - výběr jasně položených otázek, stanovení cílů, otázky: jak, proč, kolik

**2. Model** - síly, zákony pohybu, zachování hybnosti, energie

- zjednodušení, omezení (např. které síly uvažujeme a které ne)

**3. Čísla** - získání číselných hodnot potřebných veličin a popis, kde jsme je získali (internet, vlastní experiment, odhad,...)

**4. Vysvětlení** - odpovědi na kvalitativní otázky pomocí zvoleného modelu, fyzikálních zákonů

**5. Výpočty a jejich výsledky** - odpovědi na kvantitativní otázky pomocí zvoleného modelu (případně porovnání s experimentem, skutečností)

**6. Popularizace** - zajímavosti, výskyt a význam v praxi, shrnutí.

Přesné zadání požadavků je velmi důležité ze dvou důvodů. Za prvé usnadňuje hodnocení: zabraňuje stahování textů z internetu, vyžaduje jasně definovanou vlastní práci. Za druhé je velkým přínosem pro studenty, protože se učí pracovat systematicky a seznamují se se způsobem práce ve fyzice a ve vědě vůbec.

## Témata

Nyní představím stručně dvanáct „problémů“. Podrobnější zpracování každého tématu by vyžadovalo samostatný příspěvek, proto zde uvedu jen jejich zadání s krátkým komentářem. Problémy jsou schválně formulovány volně, takže přesné řešení ani neexistuje. Každý při jejich řešení může zajít do různé hloubky a složitosti, případně si položit mírně odlišné otázky. Základní principem je však vždy jednoduchá aplikace mechaniky. Místo podrobností u každého problému vždy stručně uvádím jeho základní myšlenku, případně odkazy a zajímavosti. Rovněž při představování problémů studentům je vhodné odpovídající komentář připojit.

**1. Brždění auta.** Jak se liší brzdná dráha aut pro různé povrchy silnice a různé rychlosti? Na čem ještě záleží výsledná brzdná dráha?

*Pokud nepočítáme s odporem vzduchu, působí ve vodorovném směru pouze stále stejná třecí síla (můžeme počítat, že kola jsou zablokovaná). Jedná se tedy o rovnoměrně zpomalený pohyb a brzdnou dráhu snadno určíme jako funkci koeficientu tření a počáteční rychlosti. Hodnoty koeficientu tření najdeme v tabulkách nebo na internetu [2]. Dále je možné diskutovat vliv reakční doby člověka, použití ABS nebo odhadovat vliv odporu vzduchu. Výsledky můžeme snadno porovnávat s údaji o brzdné dráze, které najdeme například na stránkách BESIPu [3].*

**2. Spotřeba auta.** Které síly působí proti pohybu při jízdě a jaký je jejich vliv na spotřebu energie? Na čem záleží spotřeba auta?

*Základní myšlenkou je uvědomění si rozdílu mezi zrychleným a rovnoměrným pohybem z hlediska sil a energie. Můžeme odhadnout valivý odpor, jehož příspěvek je konstantní. Rozhodující je pak odpor vzduchu, který počítáme podle Newtonova vztahu. Mnoho koeficientů a ploch průřezu různých automobilů najdeme na wikipedii [4], stačí zadat „automobile drag“. Přepočet na spotřebovaný benzín už by byl dost náročný, ale alespoň přibližné porovnání se skutečností možné je. Můžeme například odpovědět na otázku, proč existuje nějaká optimální rychlost, při které je spotřeba auta nejmenší.*

**3. Superhrdina.** Je možné, aby padouch po zásahu kulkou odletěl několik metrů a akční hrdina zůstal stát? Jakou rychlostí odletí člověk po zásahu různými zbraněmi?

*Tento problém je jednoduchý. Stačí uvažovat zákon zachování hybnosti pro nepružnou srážku projektilu s člověkem. Rychlosti a hmotnosti projektilů není těžké najít. Střelec i zasažený pochopitelně odlétají stejně velkou rychlostí.*

**4. Spirála Smrti.** Proč je možné ji projet? Jakou rychlost je třeba získat?

*Jedná se o tradiční úlohu. Parametry dráhy je možné hledat u různých horských drah (anglicky roller coaster). Vysvětlení průjezdu smyčkou dá většinou víc práce než samotný výpočet. Je možné zařadit i energetickou úvahu.*

**5. Tanker.** Největší námořní lodě mají brzdnou dráhu přes 5 kilometrů. Proč?

*Brždění tankeru můžeme odhadovat dost obtížně, protože neznáme příspěvek odporu prostředí. Co však můžeme snadno najít, je hmotnost lodi a její rychlost. Pak buď počítáme pomocí energie a k tomu potřebujeme znát výkon brzdné síly nebo pomocí sil respektive hybnosti, pak potřebujeme znát brzdnou sílu. Údaje například o obřím tankeru Knock Nevis snadno najdeme na wikipedii [5].*

**6. Lyžař.** Bude těžší lyžař při jízdě skopce rychlejší? Na čem to záleží? Jaké je maximální možné zrychlení lyžaře při jízdě po nejprudší sjezdovce?

*Součástí této úlohy je nejprve důležité a obtížné kvalitativní vysvětlení první otázky. Je třeba vysvětlit, proč při působení gravitace a tření na hmotnosti nezáleží, zatímco při působení odporu vzduchu ano. Kvantitativní část může obsahovat například výpočet pohybu po nakloněné rovině (samozřejmě bez odporu vzduchu).*

**7. Cesta na Měsíc.** Podle Julese Verna měli být lidé vystřeleni v obřím projektilu. Proč to není možné? Jaké by bylo přetížení v kabině?

*V nejlepším možném případě by se posádka „projektilu“ pohybovala v hlavní děla rovnoměrně zrychleně. Takový pohyb dokážeme snadno popsat a určit jeho zrychlení v závislosti na délce děla a potřebné rychlosti při jeho opuštění. Tyto parametry prostě odhadneme. Pro srovnání je možné doplnit, že přetížení v raketoplánu během startu je zhruba 3g.*

**8. Vodní elektrárna.** Na čem záleží výkon vodní elektrárny? Které jsou nejvýkonnější a proč?

*K řešení tohoto problému použijeme zákon zachování energie. Konkrétně nás zajímá úbytek potenciální energie vody v gravitačním poli. Vyjde nám závislost na spádu (rozdílu hladin) a průtoku. Parametry různých vodních elektráren najdeme snadno, jen musíme dávat pozor na značný rozdíl mezi maximálním výkonem (instalovaným) a průměrným, který nám vyjde z průměrného průtoku daným místem. Tyto hodnoty se mohou řádově lišit.*

**9. Kaskadérský skok.** Jakou rychlostí se musí rozjet kaskadér, aby něco přeskočil?

*Jedná se o tradiční úlohu na šikmý vrh. Zajímavá je pouze otevřeným zadáním. Předpokládáme, že odpor vzduchu se zanedbává. Jsou však dostupné programy (například na [6]), které simulují šikmý vrh s odporem vzduchu a je možné provést srovnání.*

**10. Raketoplán na oběžné dráze.** Jakou rychlostí obíhá a proč? Za jak dlouho obletí Zemi? Proč je v něm stav beztlíže?

*Základní řešení úlohy spočívá ve vysvětlení kruhového pohybu kolem Země a „oblíbeného“ stavu beztlíže. Pak stačí doplnit v jaké výšce raketoplán obíhá a můžeme odpovédět i na otázku, kolik východu slunce posádka stihne za 24 hodin.*

**11. Formule 1.** Proč může projet zatáčku velkou rychlostí? Jaký má koeficient odporu? Jaké zde působí síly?

*Například na stránce věnované konstrukci vozu F1 [7] najdeme pěkné vysvětlení základních principů a také pár potřebných čísel. Základní myšlenka spočívá v tom, že*

*třetí síla se zvedá díky dodatečné aerodynamické přítlačné síle. Díky tomu ale má F1 sice větší odpor vzduchu, ale díky přtlaku lépe „sedí“ v zatáčce. Číselné porovnání sil (přtlak, tření, odpor) pak už není obtížné.*

**12. Kapky deště.** Jakou rychlostí padají kapky deště? Jak to záleží na jejich velikosti? Proč nás nezabijí?

*Odpor vzduchu v tomto případě zanedbat nemůžeme. Pokud předpokládáme kulový tvar kapek, můžeme ale určit mezní rychlost pádu kulového tělesa ve vzduchu v závislosti na jeho průměru. Zajímavé je, že mezní rychlost závisí na odmocnině z průměru kapky. Stačila by i jednodušší odpověď, že „velké kapky padají rychleji“. To známe dobře z praxe jako rozdíl mezi mlhou, mrholením a bouřkou.*

## **Literatura**

- [1] Nečas T.: *Zajímavé úlohy z mechaniky*. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 12. Ed.: Dvořák L. Prometheus Praha 2007. s. 74-79.
- [2] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Tření>
- [3] <http://www.ibesip.cz/Rychlost/Draha-pro-zastaveni-vozidla>
- [4] [http://en.wikipedia.org/wiki/Automobile\\_drag\\_coefficient](http://en.wikipedia.org/wiki/Automobile_drag_coefficient)
- [5] [http://cs.wikipedia.org/wiki/Knock\\_Nevis](http://cs.wikipedia.org/wiki/Knock_Nevis)
- [6] <http://phet.colorado.edu/index.php>
- [7] [http://en.wikipedia.org/wiki/Formula\\_One\\_car](http://en.wikipedia.org/wiki/Formula_One_car)

## Niekoľko nápadov pre vyučovanie fyziky II

LUDMILA ONDEROVÁ

Ústav fyzikálnych vied, Prírodovedecká fakulta UPJŠ Košice, SR

### Abstrakt

V príspevku je prezentovaných niekoľko jednoduchých experimentov z rôznych oblastí fyziky, ktoré môžu pomôcť učiteľom spestriť vyučovanie fyziky na základnej, aj na strednej škole. Vo väčšine prezentovaných experimentov sa využíva v praxi často uplatňovaná súčiastka – svietacia dióda (LED). Jednoduchosť použitých pomôcok umožňuje aj študentom zrealizovať si mnohé z uvedených pokusov samostatne a aktívne rozmyšľať nad fyzikálnym zdôvodnením týchto experimentov.

### Školská fyzika a LED

Svetlo emitujúce diódy (LED) pozná každý. Nájdeme ich ako signálky na televízoroch, počítačoch, domácom kine i v mobile. Poblíkávajú alebo svietia z kancelárií, meracích prístrojov i testerov. Pôvodne ich využívali predovšetkým systémy, u ktorých stačil malý svetelný výkon. To znamená prevažne elektrotechnické aplikácie, kde plnili prevažne úlohu svetelných kontroliek. Najznámejšie sú indikátory signalizujúce stav nabitia batérií resp. mieru pohotovosti daného spotrebiča (on/off – zelená/červená). Dióda emitujúca svetlo alebo tiež elektroluminiscenčná dióda či LED, je elektronická polovodičová súčiastka, ktorá využíva emisiu svetla na prechode P-N. Svetlo, ktoré je z LED diód vyžarované je takmer monochromatické, čo znamená, že má prakticky iba jednu vlnovú dĺžku danú šírkou zakázaného pásu polovodiča. Spektrálne pásmo žiarenia diódy je závislé na chemickom zložení použitého polovodiča. LED sa vyrábajú s pásmom vyžarovania od skoro ultrafialových, cez rôzne farby viditeľného spektra, až po infračervené pásmo. Na rozdiel od žiaroviek, ktoré sú schopné pracovať so striedavým aj jednosmerným napätím, LED zapojené nesprávnym spôsobom nepracujú. Keď je napätie na P-N prechode diódy zapojené správne, je zapojená v priepustnom smere a prechádza ňou prúd. Keď je dióda zapojená v závernom smere neprechádza ňou takmer žiaden prúd a ani nevyžaruje žiadne svetlo. LED v závernom smere znáša pomerne malé napätie a jeho prekročenie diódu zničí. V priepustnom smere je na dióde približne konštantný úbytok napätia (podľa typu a farby cca 1,5 až 3V). Dióda je preto obvykle napájaná cez predradný odpor. Prúd v priepustnom smere sa pohybuje od 1-2 mA u tzv. nízkoprikonových LED až 20 mA u štandardných LED. Prúdy vyššie než 1A sa vyskytujú len pri špeciálnych vysoko svietivých LED používaných v osvetľovacej technike. Medzi ich hlavné výhody z hľadiska využitia v rôznych zariadeniach a každodennom živote patria hlavne nasledovné:

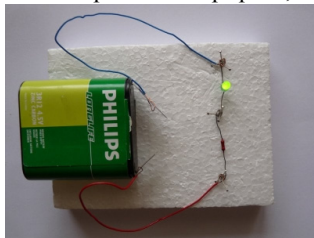
- Produkujú viac svetla na watt energie než žiarovky (najmodernejšie vyše 100 lm/W), čo je užitočné v zariadeniach napájaných batériami, alebo v úsporných zariadeniach.

- Môžu vyžiarit svetlo v požadovanej farbe bez použitia zložitých farebných filtrov.
- Ich puzdro môže byť navrhnuté tak, aby sústredovalo, alebo rozptyľovalo svetlo.
- Sú odolné voči nárazom.
- Sú ideálne na použitie v zariadeniach, kde dochádza k častému vypínaniu a zapínaníu zariadení, na rozdiel od žiaroviek, ktoré môžu pri častom zapínaní a vypínaní rýchlo vyhoriť.
- Výrobcovia udávajú, že LED diódy vydržia svietiť 50 až 100 tisíc hodín, čo odpovedá približne 10 rokom nepretržitého svietenia. To je asi 100krát viac než vydrží bežná žiarovka, ktorá je navyše omnoho náročnejšia na spotrebu elektrickej energie.

Prečo teda nevyužiť tieto súčiastky aj pri vyučovaní fyziky?

### **LED ako indikátor prechádzajúceho prúdu**

V jednoduchých elektrických obvodoch, najmä pri zapojeniach na ZŠ používame obvykle ako indikátor prúdu žiarovku. Rovnako dobre však môžeme na tento účel použiť LED. Ak porovnáme výhody a nevýhody jednotlivých alternatív, v prospech diódy hovorí jej nižšia obstarávacia cena, nižšia elektrická spotreba a v prípade, že využívame farebnosť svetla, aj vyššia názornosť obvodu. LED má vyvedené dva kontakty, ktoré sa dajú ľahko zapájať do obvodu, kým kontakty žiarovky sú obvykle na päťici, takže jej zapájanie bez objímky je dosť nepraktické. Nevýhodou LED je, že pri zapájaní obvykle potrebuje ochranný rezistor. Na druhej strane študenti si môžu zautomatizovať poznatok o dohodnutom smere prúdu.

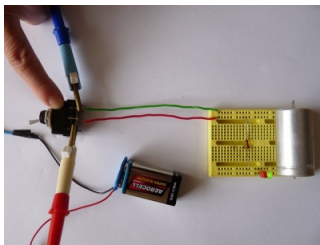


*Poznámka: Ak nechceme kupovať drahé prepojovacie polia alebo letovať, môžeme využiť na zapájanie elektrických obvodov napríklad kúsok polystyrénu a špendlíky. Konce kontaktov súčiastok (rezistory, kondenzátory, diódy a pod.) a vodičov ohneme do očiek pomocou klieští, prípadne použijeme väčší klinec okolo ktorého kontakt ohneme. Potom súčiastky a vodiče prichytíme cez očká v kontaktoch na polystyrén pomocou 2-3 špendlíkov, ktoré nezapichujeme kolmo, ale šikmo. Na prichytenie jednej súčiastky stačí 1 špendlík do každého očka, na spojenie dvoch súčiastok zapichneme 2 špendlíky krížom proti sebe cez očká oboch súčiastok. V prípade uzla je dobré použiť tri špendlíky. [1]*

### **LED ako indikátor zmeny smeru prúdu**

Pri niektorých pokusoch z elektriny demonštrujeme fyzikálne javy, pri ktorých sa za určitých podmienok mení smer elektrického prúdu. Na tento účel môžeme tiež výhodne využiť LED. Ako príklad pokusu, v ktorom LED plnia úlohu indikátora prúdu v obvode a zároveň poskytujú informáciu o zmene veľkosti a smeru prúdu môže slúžiť pokus s nabíjaním a vybíjaním kondenzátora. Zapojíme proti sebe dve diódy, z ktorých jedna svieti červeno a druhá zeleno. Antiparalelné spojenie diód zapojíme cez ochranný rezistor do obvodu s kondenzátorom. Môžeme použiť prepojovacie pole. Po pripojení zdroja napätia sledujeme nabíjací prúd – svieti a postupne zhasína červená dióda. Zmeny intenzity svetla odpovedajú zmenám veľkosti nabíjacieho prúdu.

du. Dióda sa intenzívne rozsvieti a postupne hasne. Po prepnutí prepínača behom vybíjania kondenzátora svieti druhá – zelená dióda, čo indikuje opačný smer prúdu pri vybíjaní. Takéto zapojenie dvoch LED môžeme využiť aj na demonštráciu obidvoch polarít prúdu, v prípade ich pripojenia na zdroj striedavého napätia, kedy budú svietiť obidve diódy. Ak využijeme toto zapojenie LED pri demonštrovaní javu elektromagnetickej indukcie – pri zasúvaní magnetu do cievky sa rozsvieti jedna dióda a pri jeho vysúvaní druhá.



### Svietiaci ľad a LED

LED diódu môžeme využiť aj pri navonok efektnom pokuse, pri ktorom rozsvietime ľad. Budeme k tomu potrebovať: LED (bude dobre, keď si zvolíme vysoko svietivú), medený izolovaný drôt (asi 0,5 m), izolačnú pásku, nafukovací balónik, gumičku, nôž, kliešte a mrazničku. Z drôtu odstrihneme dva asi dvadsať centimetrové kusy a pomocou klieští odstránime na ich obidvoch koncoch asi 2 cm izolácie. Pripevníme takto upravené drôty k vývodom LED a vytvorené elektrické kontakty obalíme izolačnou páskou. Potom umiestnime toto elektrické zapojenie obsahujúce elektroluminiscenčnú diódu do balónika, tak aby konce drôtov vyčnievali von. Naplníme balónik vodou z vodovodného kohútika a zauslíme resp. uzavrieme pevnou gumičkou. Potom umiestnime balónik s vodou na 24 – 48 hodín do mrazničky. Keď voda zamrzne, nožom rozrežeme balónik a vyberieme ľadovú guľu. Keď pripojíme konce drôtov k napätiu 3V (spojíme dve tužkové batérie) guľa sa krásne rozsvieti a pripomína žiaricu krištáľovú guľu. Kryštáľová štruktúra ľadu spôsobuje, že vnútri pevného ľadu sa svetlo odkláňa rôznymi smermi a odráža sa na početných ľadových ploškach. Pokiaľ by guľa nesvietila pomýlili sme si polaritu vývodov a treba ich ku zdroju napätia pripojiť opačne. Môžeme použiť aj plochú 4,5V batériu vtedy ale treba medzi ňu a LED zapojiť ochranný odpor asi 120  $\Omega$ . [2]

### LED ako zdroj elektrickej energie

Skutočnosť, že polovodičová dióda po osvetlení predstavuje zdroj elektrickej energie, môžeme tiež demonštrovať pomocou LED. Keď osvetlíme LED intenzívnym zdrojom svetla a jej vývody pripojíme k digitálnemu voltmetru, nameráme celkom zaujímavé napätia. My sme namerali v prípade zelenej LED osvetlenej halogénovou žiarovkou 20W napätie okolo 1V. Viacej informácií poskytuje príspevok [3].

### Vedenie elektrického prúdu v elektrolytoch

#### LED ako indikátor zmien prúdu v obvode

V prípade prechodu elektrického prúdu elektrolytom môžeme tiež využiť LED ako indikátor zmien veľkosti prúdu v obvode. So zmenou nasýtenia roztoku, vzájomnej vzdialenosti elektród, prípadne plochy ponorenej časti elektród sa mení intenzita svetla diódy, čím nám signalizuje zmeny veľkosti prúdu v obvode.

### Oerstedov pokus

Aj keď mechanizmus vedenia elektrického prúdu v elektrolyte je odlišný od situácie pri kovových vodičoch, jeho základné prejavy sú totožné. Magnetické účinky elektrického prúdu prechádzajúceho elektrolytom môžeme demonštrovať známym Oerstedovým pokusom. Po priblížení magnetky kompasu sa táto vychýli na jednu alebo na druhú stranu v závislosti od smeru prúdu v elektrolyte. Vytvorenie analógie známeho Oerstedovho pokusu s použitím vodiča pozostávajúceho z elektrolytu prináša zo sebou niekoľko technických problémov. Najväčším je samotná realizácia takéhoto vodiča. Na realizáciu pokusu s magnetkou potrebujeme úsek vodiča s dĺžkou najmenej 15 - 20 cm, ktorým prechádza ustálený prúd okolo 500 mA. Najväčšou prekážkou je vodivosť samotného elektrolytu, ktorá je rádovo nižšia ako vodivosť kovových vodičov. Použijeme preto elektrolytický vodič s veľkým prierezom a magnetku umiestnime blízko neho, aby magnetické účinky na magnetku boli čo najväčšie aj pri malej hodnote pretekajúceho prúdu.

Použijeme:

1. Zdroj elektrického prúdu, najlepšie laboratórny regulovateľný zdroj do 30V s maximálnym prúdom aspoň 500 mA.
2. Spojovacie vodiče, izolované, zakončené krokosvorkami.
3. Elektródy – najlepšie sa osvedčili olovené pliešky (dajú sa použiť aj hliníkové ale s menším efektom).
4. Elektrolyt – po vyskúšaní viacerých kombinácií materiálu elektród a elektrolytu sa ako najlepšie javí použitie roztoku kuchynskej sódy ( $\text{NaHCO}_3$ ).
5. Plastovú fľašu od minerálky ako nádobu na elektrolyt.
6. Malý kompas alebo magnetku, ktorá sa dá umiestniť čo najbližšie (prípadne vhodnú nádobku, do ktorej sa dá umiestniť kompas tak, aby plával na hladine vody.)

*Poznámka: Celý problém výberu materiálu elektród a elektrolytu spočíva v tom, že musíme použiť čo najdostupnejšie materiály. Problémom elektród je, že sú z neušľachtilého materiálu ktorý reaguje s produktmi vylučovanými pri elektrolyze, pričom sa do roztoku uvoľňujú rôzne produkty tejto reakcie, plocha elektród sa pokrýva bublinkami vylučovaného plynu (pozor na horľavosť a výbušnosť vodíka!) alebo vrstvičkou nerozpustných zlúčenín, čo znižuje účinnú plochu elektród a zapríčiňuje pokles prúdu prechádzajúceho elektrolytom. Zloženie elektrolytu (a aj jeho koncentrácia) ovplyvňuje jeho vodivosť, čo je v našom prípade dosť dôležitá veličina.*

Postupujeme nasledovne: z plastovej fľaše si pripravíme nádobu na elektrolyt tak, že do nej v hornej časti vyrežeme otvor, aby vznikla akási vanička. Do takto vzniknutej nádoby nalejeme elektrolyt, ktorý pripravíme rozpustením jedlej sódy v obyčajnej vode. Do fľaše pri jej oboch koncoch vložíme elektródy očistené šmirgl'ovým papierom. K elektródam pomocou krokosvoriek pripojíme vodiče, ktoré druhým koncom zapojíme na zdroj napätia. Kompas umiestnime čo najbližšie k nádobe s elektrolytom (prípadne ho umiestnime do malej nádoby, aby voľne plával na hladine medzi elektródami). Celú nádobu otočíme tak, aby os magnetky bola rovnobežne s osou nádoby s elektrolytom (bez prúdu). Po zapnutí zdroja elektrického prúdu pomaly zvyšujeme napätie, pokiaľ sa magnetka nevychýli z pôvodnej polohy. Po prepólovaní zdroja môžeme pozorovať výchylku magnetky na opačnú stranu. [4]



### **Potenciálové hladiny v elektrolyte**

Vlastnosti kvapalného prostredia elektrolytu umožňujú realizovať aj niektoré efektné experimenty demonštrujúce rozloženie elektrického poľa vnútri elektrolytu a umožňujúce názorne objasniť pojmy elektrický potenciál a elektrické napätie. Ak pripojíme zdroj elektrického prúdu na elektródy, ponorené do elektrolytu, vytvorí sa medzi elektródami elektrické pole s intenzitou rovnou pomeru napätia zdroja a vzdialenosti elektród, pričom smer vektora intenzity elektrického poľa je rovnobežný so smerom spojnice medzi elektródami. Pomerne jednoducho možno dosiahnuť intenzitu elektrického poľa v elektrolyte okolo 2 V/cm pri prúde niekoľko mA.

Použijeme:

1. Plastovú nádobu na elektrolyt.
2. Regulovateľný zdroj napätia do 30 V.
3. Elektrolyt - stačí aj obyčajná voda z vodovodu.
4. Elektródy z ľubovoľného materiálu, spojovacie vodiče.
5. Niekoľko LED.

Do nádoby na elektrolyt nalejeme obyčajnú vodu z vodovodu. Vložíme elektródy a pripojíme ich na zdroj napätia. Zoberieme LED a ich vývody rozťahneme smerom od seba. Zapneme zdroj a postupne zvyšujeme napätie. Keď, do elektrolytu pod napätím vložíme niekoľko LED, tieto sa v elektrolyte rozžiaria podľa toho, ako sú orientované ich vývody vzhľadom na smer intenzity elektrického poľa. Najjasnejšie budú svietiť tie, ktorých vývody sú orientované rovnobežne so smerom intenzity elektrického poľa (v smere najväčšieho spádu potenciálu) a samozrejme v správnej polarite. Na zdroji nastavíme napätie, pri ktorom je jas diód optimálny. Diódy môžeme otáčať a pozorujeme, že ich jas sa postupne znižuje, až zanikne, ak sú ich vývody orientované kolmo na smer intenzity elektrického poľa. Vzhľadom na spomenutú veľkosť intenzity elektrického poľa, ktorú sa nám v elektrolyte podarí vytvoriť, je rozdiel potenciálov medzi prívodmi LED dostatočný na jej rozsvietenie bez toho, aby bola nejako pripojená k zdroju napätia. [4]

### **Záver**

Uvedené námety prezentujú len niekoľko z príkladov uplatnenia LED vo vyučovaní fyziky. Verím, že poslúžia učiteľom ako námety pre spestrenie vyučovania, ale hlavne ako inšpirácia pre vlastné experimentovanie.

## **Literatúra**

- [1] <http://www.ddp.fmph.uniba.sk/~ciganik/elektronika/pomoc.htm>
- [2] <http://www.debruar.cz/php/view.php?cislocclanku=2009070301>
- [3] Hubeňák J.: *LED a laser*.  
[http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh\\_05/05\\_13\\_Hubenak.html](http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh_05/05_13_Hubenak.html)
- [4] Lazúr M.: *Experimenty s vedením elektrického prúdu v elektrolytoch*. In: Zborník príspevkov zo seminára Aktivity vo vyučovaní fyziky 7. Ed.: Horváth P. FMFI UK Bratislava 2006. s. 110-114

## **On-line fyzikální laboratoř PdF MU**

*LUKÁŠ PAWERA, JAN VÁLEK*  
*PdF MU/PřF MU/PřF UP*

### **Abstrakt**

Obsahem příspěvku je prezentace sady online úloh, které jsou provozovány prostřednictvím dálkově řízených laboratoří. Laboratoře jsou vystavěny na platformě ISES a softwarové nadstavbě Ises Web Control.

### **Úvodem**

Internet, fenomén dnešní doby, přináší nové možnosti vzdělávání. Také termín e-learning není mezi současnou generací ničím neznámým. Zaměříme-li se na vyučování fyzice, tak lze používání e-learningových metod brát jako skvělý doplněk klasické výuky. Různé e-learningové texty, sbírky cvičení, testy se dají poměrně snadno realizovat dnešními prostředky informačních technologií a internetu. Je zde však jedna součást klasické výuky, která neoddělitelně patří do hodiny fyziky, a to je pokus. Tato součást se však v alternativním e-learningovém vzdělávání naplňuje obtížněji. Nejběžněji lze klasický pokus obejít tím, že se provede animace pokusu na počítači, nebo pokud to charakter pokusu dovoluje, lze sledovat jeho videozáznam. Nevýhodu takové alternativy je, že do takového pokusu není možno zasahovat zvenčí, měnit parametry, natož provádět na něm fyzikální měření. Tyto nevýhody jsou z velké části řešeny využitím speciálních laboratoří, do kterých má uživatel přístup odkudkoliv ve světě, prostřednictvím osobního počítače připojeného k síti internet. V příspěvku budou představeny online laboratoře provozované na katedře fyziky, Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity. Všechny laboratoře jsou vystavěny na platformě ISES a softwarové nadstavbě Ises Web Control. Úlohy jsou nazvány podle tématického zaměření, "Nucené kmity", "Meteorologická stanice", "Měření na fotovoltaiickém panelu". Rozcestník k online úlohám je umístěna na webové stránce <http://ises.tym.cz/>.

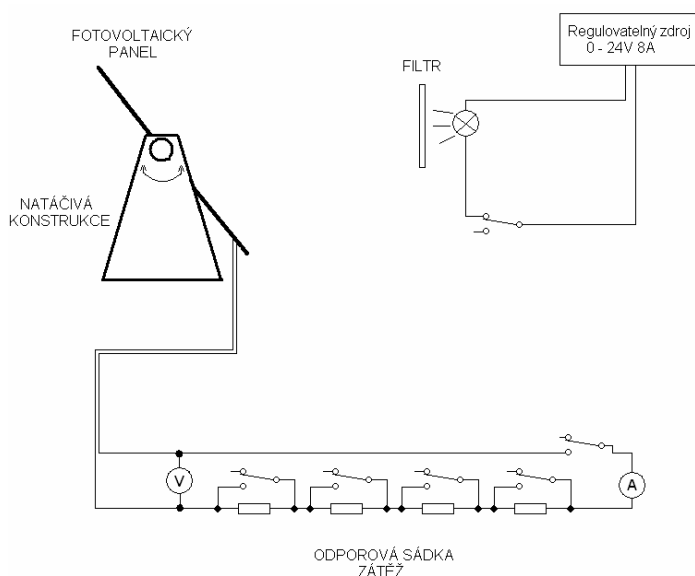
### **Online experiment "Měření na fotovoltaiickém panelu"**

Na tento experiment se podíváme trochu podrobněji. Nabízí širokou možnost řízení, kterou zprostředkovává speciální doplněk soupravy ISES PRO PCI s měřicí kartou PCI-1202. Tato karta umožňuje připojení rozšiřující reléové karty prostřednictvím svého šestnácti-kanálového digitálního výstupu. Podrobnější konfiguraci a podrobnosti lze nalézt přímo na webových stránkách online laboratoře PdF MU.

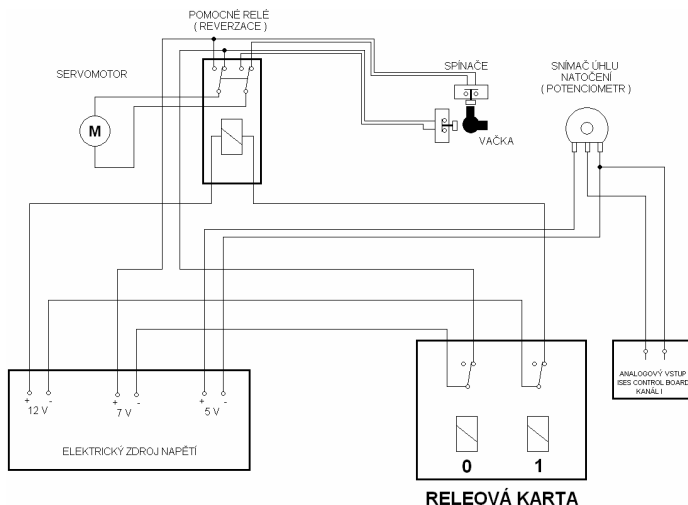
### **Sestava experimentu**

Srdcem celé sestavy experimentu je souprava ISES PRO PCI doplněná deskou s relé. Použity jsou pouze dva moduly a to ampérmetr a ohmmetr. Napětí se měří přímo ana-

logovým vstupem AD/DA měřicí karty. Bylo zapotřebí také vyrobit natáčecí konstrukci se servomechanismem pro natáčení panelu umožňující ovládání přes řídicí desku relé. Úhel natočení panelu vůči zdroji světla je snímán potenciometrem. Dalším problémem bylo zajištění regulovaného osvětlení s možností zařazení filtrace světelného spektra skrz optické filtry. Nakonec to bylo řešeno úpravou diaprojektoru PRAKTICA 150A. Diaprojektor se ovládá také pomocí spínání relétek na reléové kartě, které nahradilo původní ruční ovládání. Odporová sádka je vytvořena sadou rezistorů a relétek na reléové kartě (viz obr.1).



**Obr.1** Sestava experimentu “Měření na fotovoltaiickém panelu“ na PdF MU



**Obr.2** Elektrické schéma zapojení servopohonu natáčecí konstrukce

Výsledkem zapojení na obr. 2 je úplné ovládání celé natáčivé konstrukce pomocí dvou relétek řízených přes dvě tlačítka webového rozhraní pokusu. Zajištění v krajních polohách pomocí spínačů a vačky dalo možnost použití potenciometru jako snímače natočení. Jištění v krajních polohách je nezávislé na stavu řídicích relé z karty, používá svůj vlastní okruh.

Parametry použitého fotovoltaického minipanelu Solartec SMP 3-350.

Typ	Nominální napětí [V]	Optimální napětí [V]	Optimální proud [mA]	Optimální výkon [W]	Délka [mm]	Šířka [mm]	Tloušťka [mm]	Hmotnost [kg]
SMP 3-350	3	3.9	340	1.3	129	125	8	0.2

### Možnosti úlohy

Prostřednictvím webového rozhraní lze řídit natáčení panelu, zapínání a vypínání osvětlení, regulaci jasu osvětlení, volbu barevného filtru, připojení zátěže, ohmickou hodnotu zátěže kombinací rezistorů odporové sádky. Úloha nabízí sledování napětí naprázdno fotovoltaického panelu, napětí na panelu při zatížení, proud dodávaný panelem při zatížení, úhel natočení panelu vůči zdroji světla. Navíc jsou veličiny proud a napětí online vykreslovány do grafu. Celé dění na pracovišti je sledováno živě webovou kamerou.

### *Výstupy:*

- měření závislosti napětí naprázdno na úhlu natočení panelu vůči zdroji světla
- měření závislosti napětí a proudu zatíženého panelu na úhlu natočení panelu vůči zdroji světla
- výkon panelu v závislosti na ohmické hodnotě připojené zátěže

Celé ovládání je řešeno pro uživatele co nejvíce intuitivně. Automatizace úlohy je minimální, bylo zde kladeno za cíl umožnit uživateli změnu téměř všech parametrů měření ručně. Ovládání úlohy má dodat uživateli pocit a možnosti měření úlohy standardní kontaktní cestou v klasické fyzikální laboratoři.

### **Online experiment “Nucené kmity“**

Námět tohoto experimentu je převzat z úlohy “Vlastní a vynucené kmity“, kterou provozuje katedra didaktiky fyziky MFF UK Praha. Konstrukce však byla zjednodušena a částečně vylepšena. Je použita budicí cívka s vyšším počtem závitů, což umožňuje použít modul booster (max 1A) k buzení cívky. Dále je oscilátor doplněn permanentním magnetem. Toto vylepšení má za následek možnost buzení celého oscilátoru v obou směrech jeho pohybu. Dochází tak k interakci magnetického pole permanentního magnetu s proměnným magnetickým polem budicí cívky, vytvořeným průchodem střídavého sinusového proudu.

Uživatel má možnost nastavovat frekvenci budicí síly a na online grafu sledovat průběhy pohybu oscilátoru a budicí síly. Celé dění lze zaznamenat a následně exportovat k dalšímu zpracování.

### **Online experiment “Meteorologická stanice“**

Tato úloha má za úkol pouze sledovat aktuální teplotu, barometrický tlak, hladinu osvětlení a intenzitu slunce během dne. Všechna data se zaznamenávají a uživatel má možnost kdykoliv si naměřená data zpětně vyvolat a exportovat k dalšímu zpracování. K měření teploty je použito polovodičové teplotní čidlo, k měření barometrického tlaku zakázkový modul systému ISES barometr, a pro měření osvětlení a intenzity slunce je použit fotovoltaický panel.

### **Rozcestník pokusů**

Na webových stránkách <http://ises.tym.cz> je umístěn rozcestník k jednotlivým úlohám v online laboratoři Katedry fyziky PdF MU. Každá úloha se skládá z několika kapitol: „Úvod k experimentu“, „Fyzikální základ“, „Sestava úlohy“, „Animace pokusu“, a z odkazu na spuštění úlohy „Spustit experiment“.

Kapitola „Úvod k experimentu“ blíže seznámí uživatele s vlastní úlohou, jaké úloha nabízí možnosti a jaká data uživatel z měření získá. Jsou zde k dispozici také informace o technickém řešení a zařízeních, která byla použita při sestavování úlohy.

„Fyzikální základ“ podává fyzikální vysvětlení celého jevu, uživatel se seznámí s fyzikálním pozadím pokusu. Má za úkol zopakovat znalosti z tématu a napomoci hladšímu provedení celého experimentu.

„Sestava úlohy“ obsahuje výčet jednotlivých komponent, ze kterých se úloha skládá. Takto nabízíme všem zájemcům část podkladů a představu, jak si můžou obdobnou úlohu sestavit.

„Animace pokusu“ je doplňkem kapitol „Úvod k experimentu“ a „Fyzikální základ“. Pomáhá uživateli úlohu pochopit a přiblížit daný děj či jev.

Odkaz „Spustit experiment“ již otevírá nové okno, ve kterém se uživatel přenese do online laboratoře a může hned provádět měření.

## **Závěr**

Představné experimenty jsou co do ovládání jednoduché a přesto pro výuku velmi přínosné. Uživatel získá přístup do laboratoří například z pohodlí vlastního domova a navíc s částečnou teoretickou oporou. Experiment „Měření na fotovoltaičském panelu“ je při současném rozmachu obnovitelných zdrojů energie velmi praktický a všestranně použitelný. Umožňuje vyzkoušet nejvhodnější nastavení pro získání nejvyšší účinnosti panelu při laboratorně daných podmínkách.

## **Literatura**

- [1] PAWERA, Lukáš. *Dálkově řízený fyzikální experiment*. Brno, 2009. 101 s. Diplomová práce.
- [2] <http://www.ises.info>
- [3] <http://www.ises.tym.cz>

## Pár zajímavých nápadů

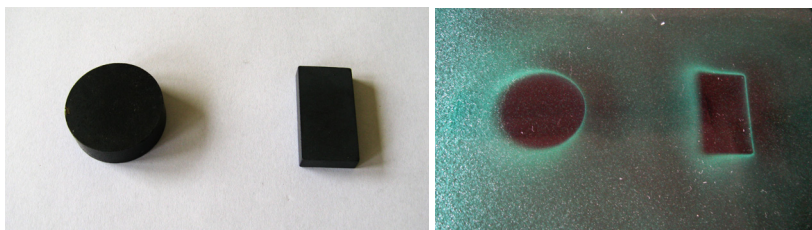
VÁCLAV PAZDERA

*Gymnázium, Olomouc, Čajkovského 9*

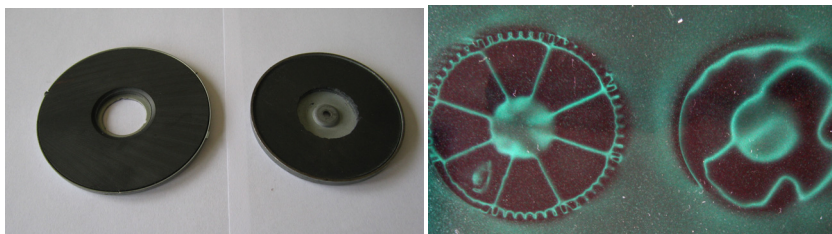
V příspěvku budu prezentovat pár zajímavých nápadů, na kterých jsem v poslední době pracoval. Většina těchto nápadů vznikla na setkáních Heuréky kolegů učitelů fyziky.

### 1. Nápad: Magnetická detekční fólie

Tato fólie [1] zviditelňuje magnetická pole, **ztmavne**, když magnetické pole probíhá **kolmo** k fólii a **zesvětlá**, když probíhá **rovnoběžně** k fólii (viz obr. 1, obr. 2).



Obr. 1 Zobrazení magnetického pole obyčejných magnetů



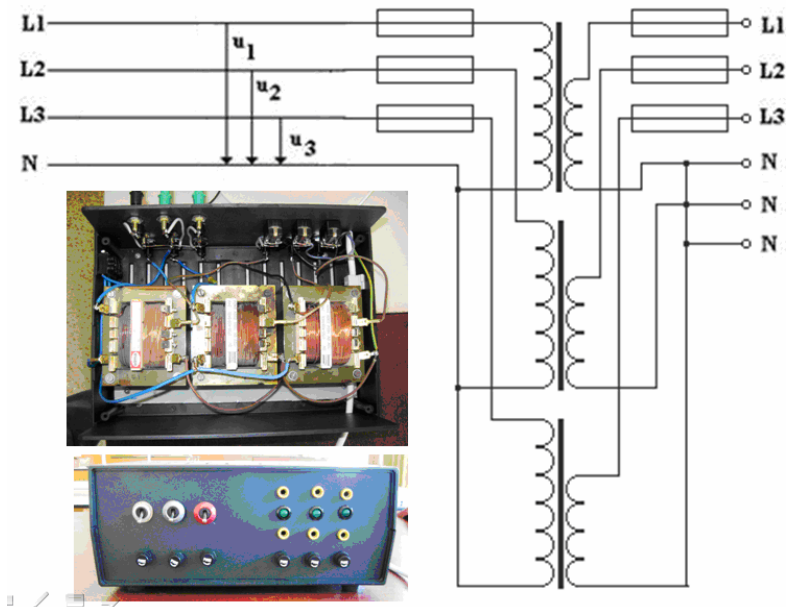
Obr. 2 Zobrazení magnetického pole magnetů z FDD mechanik

### 2. Nápad: Trojfázová soustava střídavého napětí

Na setkání učitelů fyziky v Náchodě v roce 2006 měl Peter Žilavý dílnu s názvem „Jedna fáze, druhá fáze, třetí pěkně vedle ní...“. V této dílně Peter vysvětloval vznik a konstrukci soustavy třífázového proudu a předváděl celou řadu pěkných měření. To vše mě tak nadchlo, že jsem chtěl také taková měření ve své výuce uskutečňovat. Jenže má to jeden problém: Je potřeba zdroj malého třífázového napětí. Já jsem nikdy takový zdroj v učebně fyziky neměl. Jedno možné řešení je tento zdroj koupit (viz [2] nebo [3]). Vzhledem k nedostatku peněz jsem si tento zdroj vyrobil (viz obr. 3). Použil jsem k tomu krabičku U-KP30 [4]. Do krabičky jsem připevnil tři jednofázové transformátory 230V/24V/300W zapojené do hvězdy (viz obr. 3). Na primárních vi-



nutích jsem použil trubičkové pojistky 1A a na sekundárních 10A. Každý transformátor je spínáný samostatně spínačem. Má to výhodu při měřeních v třífázové soustavě při demonstraci funkčnosti pouze dvou fází (velikosti proudů; funkce elektromotoru).



Obr. 3 Třífázový zdroj střídavého napětí 3x24V/10A

Měření, která můžeme s tímto zdrojem uskutečnit:

- a) Časový diagram trojfázového napětí (viz obr.4)

K měření jsem použil měřicí systém LabQuest [5] od firmy Vernier.

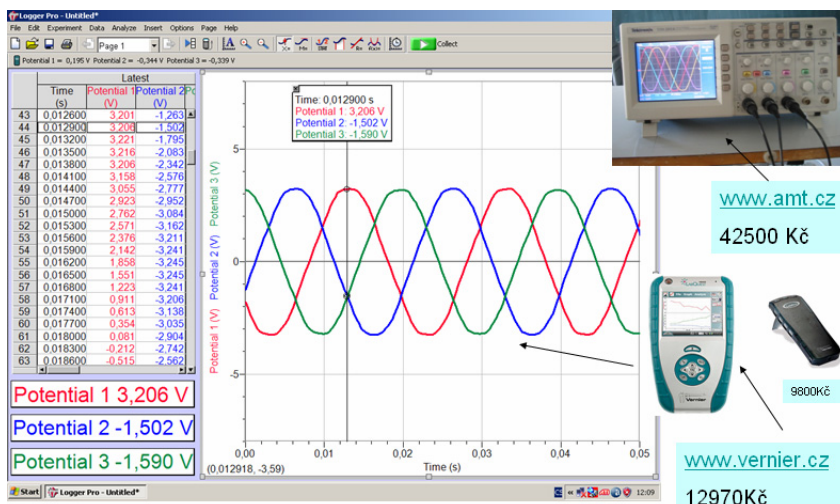
- b) Soubor pokusů z dílny Petera Žilavého z Náchoda 2006
- c) Demonstrace točivého magnetického pole asynchronního elektromotoru (viz obr. 5)

Pomůcku na obr. 5 jsem si vyrobil ze tří cívek a magnetky na hrotu. Otáčky této magnetky v točivém magnetickém poli jsou přesně 3000 ot/min. To jsem ověřil dalším měřením (viz obr. 6). K měření jsem použil LabQuest [5] se senzorem světla (viz obr. 6). V pravé části obr. 6 je vidět počet period za dobu 0,1 sekund. Kmitočet pak vychází 50 Hz (počet otáček pak 3000 ot/min). Záměnou dvou fází je krásně vidět změna otáčení.

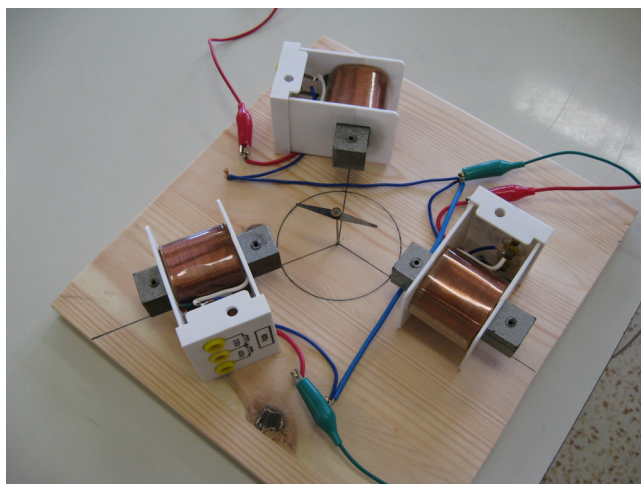
- d) Trojfázový asynchronní elektromotor (viz obr. 6)

Použil jsem stejnou pomůcku, ale místo magnetky jsem na hrot položil klec, kterou jsem spájel z měděného vodiče. Záměnou dvou fází je krásně vidět změna otáčení.

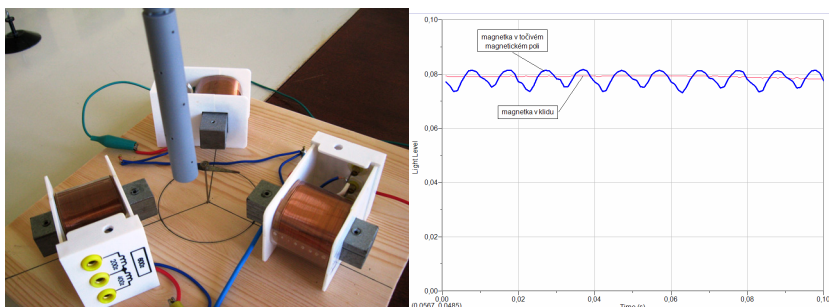
Tentokrát jsou otáčky asynchronní. Skluz je mnohem větší než u originální konstrukce. To je způsobeno velmi jednoduchou konstrukcí.



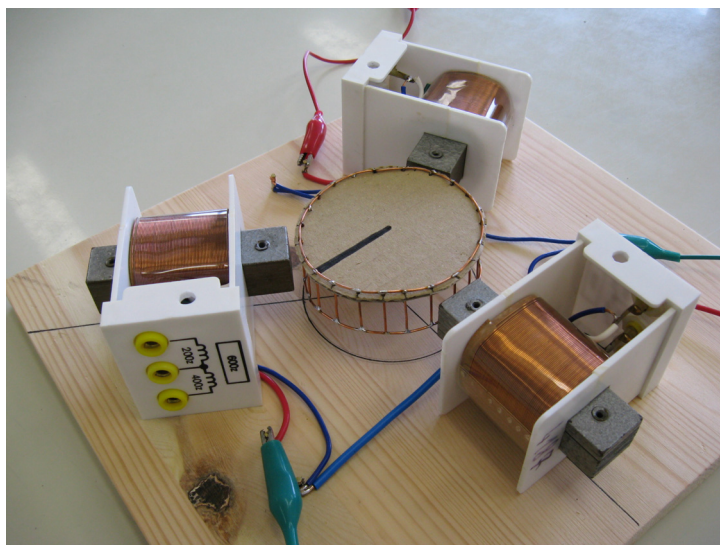
Obr. 4 Časový diagram trojfázového napětí



Obr. 5 Demonstrace točivého magnetického pole asynchronního elektromotoru



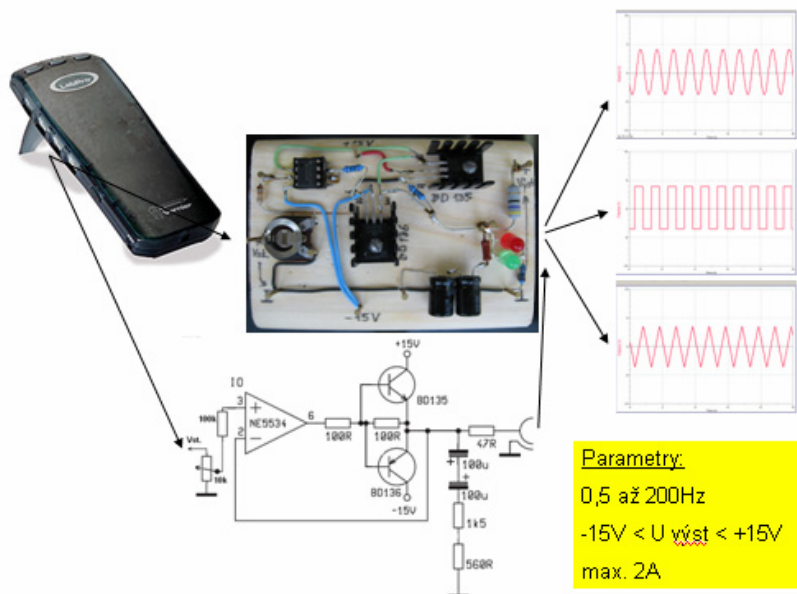
Obr. 6 Měření kmitočtu otáčení magnetky v třífázovém magnetickém poli



Obr. 7 Asynchronní trojfázový elektromotor

### 3. Nápad: Generátor funkcí (viz obr. 8)

Jako generátor funkcí používám interface LabPro, kterým lze provádět stejná měření jako s LabQuestem. Tento přístroj lze použít i jako generátor funkcí. K posílení napětí a proudu jsem si vyrobil ještě jednoduchý koncový zesilovač (viz obr.8).



Obr. 8 Generátor funkcí a koncový zesilovač

## Závěr

Na 14. Veletrhu nápadů učitelů fyziky v Brně jsem uvedl ještě další 4 nápady, ale to překračuje rozsah tohoto informačního článku. Máte-li zájem o další informace, tak mi napište: pvaclav@centrum.cz.

## Odkazy

- [1] <http://www.neomag.cz/cz/katalog/prislusenstvi/>
- [2] [http://www.diametral.cz/vyroby/117/Trifazovy\\_oddeleny\\_autotransformator\\_RZ\\_3F400.060\\_\\_5400V60A.html](http://www.diametral.cz/vyroby/117/Trifazovy_oddeleny_autotransformator_RZ_3F400.060__5400V60A.html)
- [3] <http://dipo.inshop.cz/inshop/> ; GENETRI Generátor 3x12V, 2A
- [4] <http://www.gme.cz/cz/index.php?product=622-499>
- [5] <http://www.vernier.cz/katalog/detailinfo/kod/LABQ>
- [6] <http://www.vernier.cz/katalog/detailinfo/kod/LABPRO>

## Amatérská astronomie s fotoaparátem

VÁCLAV PISKAČ

Gymnázium tř.Kpt.Jaroše, Brno

Cílem článku je ukázat některé z možností, které nabízí současná technika (tj. digitální fotoaparát v kombinaci s počítačem) při sledování jevů na obloze. Aktivita zde popsaná jsou voleny tak, aby sloužily jako podklad pro žákovské projekty a laboratorní práce na druhém stupni ZŠ a na SS.

Doprovodné fotografie byly pořízeny digitální zrcadlovkou Nikon D60 s dvojicí objektivů – širokoúhlým Nikkor 18-55mm a teleobjektivem Nikkor 55-200mm. Ve většině případů je možno použít i běžný kompaktní fotoaparát s větším „zoomem“.

### 1. Obzorový kalendář

Pro většinu žáků (a kupodivu i dospělých) je ohromným překvapením, že Slunce nevychází každý den na stejném místě obzoru (tj. na východě). Skvělým námětem na dlouhodobý projekt je proto dokumentace východů nebo západů Slunce. Fotoaparát zde slouží jako záznamník jednotlivých východů. V počítači lze snadno vytvořit panorama se zakreslenými pozicemi východů v jednotlivé dny. Takto sestavíme „obzorový kalendář“ - tj. přiřadíme jednotlivým místům horizontu data v kalendáři. Je to prakticky jediný způsob, jak ze Země poznáme, že uběhnul právě jeden rok – tj. Slunce opětovně vyšlo ve stejném místě jako na začátku pozorování.



Obrázek 1 – brněnský jihovýchodní horizont

Projekt má dvě významná omezení – většina lidí bydlí v místě, odkud nemají dobrý výhled na východní nebo západní horizont, navíc se doby východů během roku výrazně mění (v létě musí nadšenci vstávat před pátou, v zimě začíná vyučování ještě před východem Slunce).

Projekt lze zadat i jako týdenní pozorování v období jarní nebo podzimní rovnodennosti. Jednak východy probíhají těsně před odchodem do školy a hlavně zde dochází k nejvýraznějším mezidenním posunům východů – o více než průměr slunečního disku. V období slunovratů Slunce vychází delší dobu prakticky na stejném místě horizontu.

V návaznosti na tato pozorování lze s žáky rozebrat možnosti pravěkých kamenných observatoří. Doporučuji přečíst si knihu [1], která se touto problematikou podrobně zabývá.

## **2. Vliv zeměpisné délky**

Aktivní žáci mohou během letních dovolených zpracovat další problematiku – jak výrazně se na době východu/západu Slunce podílí zeměpisná délka a zeměpisná šířka pozorovatele. Ve dvou místech, jejichž zeměpisné délky se liší o  $15^\circ$  ( $= 360^\circ / 24$  hodinami), se východ Slunce liší o celou hodinu.

Každý z žáků si během dovolené vede záznamy o tom, v kolik hodin vyšlo a zapadlo Slunce (ideální podmínky jsou pro to na pobřeží, ze kterého lze sledovat východy a/nebo západy Slunce vůči ideálnímu horizontu mořské hladiny). Pečliví pozorovatelé dokážou rozlišit dobu západu Slunce pozorovaného z chorvatského pobřeží v oblasti Zadaru a Makarské – zeměpisná délka těchto dvou míst se liší o  $1,77^\circ$  zeměpisné délky, což způsobuje časový posuv mezi 7- 10 minutami (závisí na datu měření).

Svůj vliv na posun doby východu a západu má i zeměpisná šířka místa pozorování. Tu je zapotřebí zahrnout do případných podrobnějších výpočtů vycházejících z naměřených hodnot.

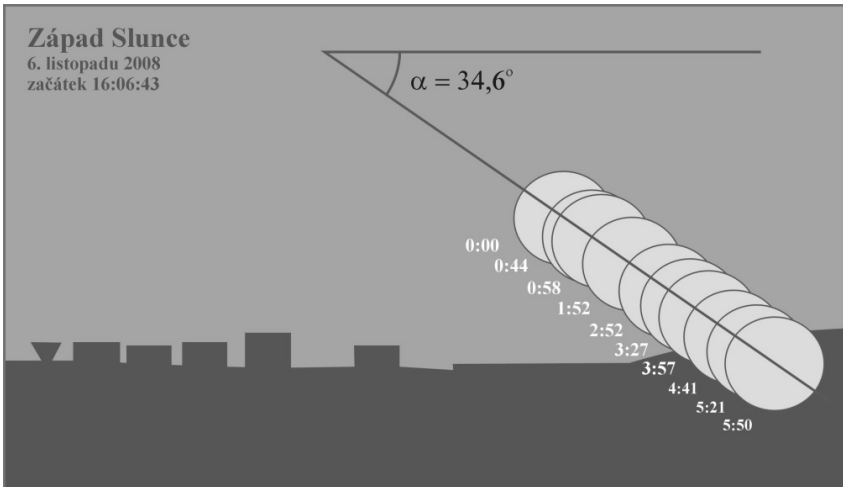
Po návratu do školy žáci srovnají své záznamy.

## **3. Trajektorie Slunce**

Dalším z témat je sledování trajektorie, po které Slunce vychází nebo zapadá. Podkladem je soubor fotografií Slunce těsně nad horizontem fotografovaných s co největším přiblížením. Fotografování Slunce v poloze těsně nad horizontem se nemusíte obávat – dokud lze sluneční disk bez problémů pozorovat okem, nemůže jeho fotografování vašemu fotoaparátu ublížit. Ideálním řešením je použití stativu a dálkového ovládače. Pokud soubor fotografií pořizujete „z ruky“, je možné je dodatečně počítačově upravit podle detailů na horizontu tak, aby vznikla sada s pevně zafixovaným horizontem. Z ní lze zkonstruovat trajektorii Slunce. Přiznám se, že mě samotného překvapilo, jak „placaté“ zapadá Slunce za obzor – nikdy dříve jsem si toho nevšimnul.

Pro pozorovatele na rovníku Slunce zapadá kolmo k obzoru, pro pozorovatele na pólu krouží ve vodorovné rovině, pro ostatní má jeho trajektorie sklon přibližně odpovídá-

jící zeměpisné šířce místa pozorování. Pro Brno (49 ° s.š.) se úhel, který svírá trajektorie Slunce se svislicí, pohybuje kolem 47 ° (během roku se tento úhel mírně mění).

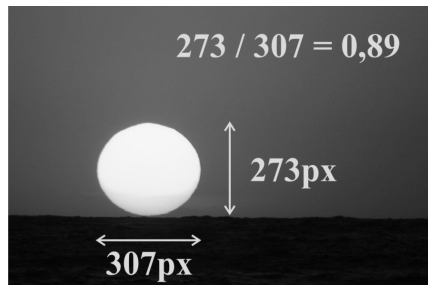


Obrázek 2 – západ Slunce v Brně nad Kohoutovicemi

#### 4. Refrakce světla

Další z dlouhů moderní civilizace je fakt, že jen malý zlomek žáků ví o tom, že sluneční disk je poblíž horizontu zploštělý. Jev způsobený lomem světla na zemské atmosféře je přitom velmi dobře pozorovatelný pouhým okem.

Zde je vhodné použít fotoaparát s co největší ohniskovou délkou (co největším „zoomem“). V počítači si změříme šířku a výšku slunečního kotouče a srovnáme. Zploštění dosahuje až 13%.



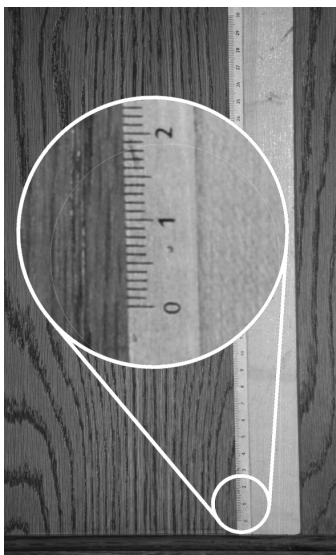
Obrázek 3 – západ Slunce nad mořem

S použitím serie fotografií zachycujících východ Slunce lze zachytit postupné zmenšování deformace Slunce s rostoucí výškou nad horizontem.

## 5. Úhlový průměr Slunce

Pokud chceme použít fotoaparát k měření velikosti, musíme ho napřed řádně „ocejchovat“. Jednou z možných variant je nafocení předmětu o známé velikosti ve známé vzdálenosti od objektivu. Osobně jsem použil pravítko ve vzdálenosti 360cm. Fotografoval jsem ho při ohniskové délce objektivu 200mm (s touto ohniskovou délkou jsem fotografoval detaily slunečního disku). Na fotografii má centimetr stupnice pravítka velikost 96 pixelů. Jedné 96-tině centimetru ve vzdálenosti 360cm odpovídá úhel 0,099 úhlových minut.

Sluneční disk má na fotografii šířku 312 pixelů, čemuž odpovídá úhlový průměr 31,04 úhlové minuty. Od udávané hodnoty (32,03') se vypočítaný údaj liší o 3%.



Obrázek 4 - pravítko

## 6. Metodické poznámky

V současnosti patří počítač mezi běžné vybavení rodin. Výše uvedené úkoly můžeme žákům zadat jako domácí úkol s tím, že potřebné fotografie mají ke stažení na internetu.

Pokud nemáte k dispozici potřebné fotografické vybavení a/nebo štěstí na pěkné počasí a vhodný výhled na horizont, použijte mé fotografie, které jsou ke stažení na [2] – odkaz „Podklady“.

Děkuji Dr. Poláčkovi z ÚFE MU za cenné připomínky ke článku.

## Literatura

- [1] **Ministr Z.: Géniové dávnověku. Praha: Mladá fronta, 2007. ISBN 978-80-204-1454-0**
- [2] <http://www.fyzikapricni.websnadno.cz>
- [3] <http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/fyz/veletrh/polacek.doc> - Poláček L.: Poloha Slunce na zemské obloze, příspěvek na Veletrhu nápadů učitelů fyziky 2003, České Budějovice



## Density and floating objects experiments

*ALICJA WUJEC - KACZMAREK, KRYSTYNA RACZKOWSKA - TOMCZAK*  
*Publiczne Liceum Ogólnokształcące Nr V w Opole*

### **Abstract:**

Information on first international school videoconference on floating objects among schools from Czech Republic, Germany and Poland.

Description of some interesting experiments on the subject of density and object floating.

On the 20 March 2009 we organized the videoconference within Comenius program among secondary schools in Sedlcany in the Czech Republic, Hebbelschule in Kiel in Germany and our Secondary School nr V in Opole, Poland.

The topic of the conference was 'Object Density'. Students from cooperating schools were to prepare suitable experiments and present them to the schools' audiences in front of the Internet camera. In order to achieve it we used SKYPE program.

We definitely consider this type of cooperation worth introducing into schools as, apart from learning about physical issues, the students develop their English skills. The cooperation of the teachers of different subjects influences the relations between teachers and students and creates background for fresh and creative ideas.

The conference was prepared from our side by the teacher of physics Krystyna Raczowska Tomczak and the teacher of English Alicja Wujec Kaczmarek.

The students of our school worked on the phenomenon of floating for the whole last year and now we would like to present some experiments on the subject which are less often shown in schools.

### **Experiment 1. The influence of temperature on liquid density.**

Into two empty vessels we pour water: hot into the first one and cold into the second one. Then we put an aerometer into the vessels of cold and hot water and compare immersion. The aerometer goes deeper in hot water and it does not go so deep in cold one.



Conclusion: Hot water is of lesser density so hydrostatic lift force is weaker and the aerometer goes deeper.

### **Experiment 2. Underwater Volcano**

We can illustrate the same phenomenon by a different experiment. Into the transparent cylindrical vessel filled with water we put a small container filled with coloured hot water. After a while the container goes up.



### Application

1. Galileo thermometer which allows to estimate the temperature of the surrounding on the basis of immersion of floating objects.
2. Plimsolla sign engraved or painted on the ships' sides. The sign shows possible immersion for given waters and different climate zones.

TS – In fresh water in tropical climate

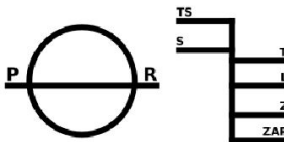
S – in fresh water in winter

T – in tropical zone

L – in summer in moderate climate

Z – in moderate climate in winter

ZAP – in winter in North Atlantic



Air density is also important in air transport. It is directly proportional to its pressure and indirectly proportional to its temperature. In tropical zones and on high situated airports we can observe lesser density of air which consequently requires longer runways or the planes cannot be fully loaded.

### Experiment 3.

Into a transparent cylinder filled with water we put a suitably loaded jar which floats completely immersed.

After turning on aeration (aquarium set is used here) average water density decreases and the jar sinks.

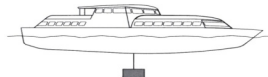


### Application

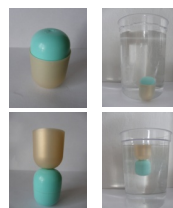
Gases getting out of the ocean bottom through decreasing water density can make a ship sink.

### Experiment 4. Smugglers' ship

We put a closed plastic container suitably loaded into another container in a similar shape. We used deodorant caps. We immerse the set twice.



1. When containers are put into each other (goods loaded onto the ship) a ship sinks because the volume of an immersed part is too small and the weight of the ship is bigger than hydrostatic lift.
2. With a piece of two-sided sticky tape we glue a loaded container to the other one (goods are loaded under the ship) and a ship floats as the volume of an immersed object is bigger than in previous case with the same weight so hydrostatic lift compensates set weight.



### **Experiment 5. Flotation**

Into a glass filled with carbonated water we put raisins or grapes. The fruits gradually sink and then go up to the surface. The effect happens when object density artificially decreases by joining with gas bubbles.

The patent author is an American teacher C. B. Everson(1886). Her discovery was completely accidental. Washing bags for chalcopryrite stained with fat she realized that fine elements of mineral go up to the surface with foam.



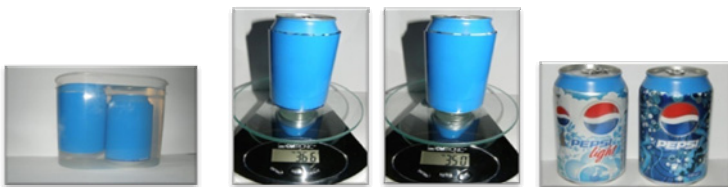
### **Experiment 6. Submarine with effervescent tablet**

Effervescent tablets container is loaded in such a way to make it float vertically evenly with water surface. Then we put into an effervescent tablet and pour into some water closing the container with a cap with three holes (which can be done with a heated up nail). A rocket starts in a while.



### **Experiment 7. Floating or sinking?**

We immerse two cans with the same volume into a container filled with water. One can float and the other sinks.



### **Conclusion**

One can is heavier which means that two cans are filled with liquids of different density. In one can there is Pepsi sweetened with sugar and the other is sweetened with sweetener.

### **Bibliografia**

- [1]. K. Raczkowska -Tomczak, Fizyka eksperymentalna dla oszczędnych, Fizyka w Szkole nr 5, s. 61-64, wrzesień – październik 2006
- [2]. K. Raczkowska-Tomczak, c „Łódź podwodna”, Veletrh Napadu Ucitelu Fyziky12, sbornik z konference, Praha 27. - 29. srpna 2007
- [3]. Krystyna Raczkowska-Tomczak, Zofia Gołąb-Meyer „Tańczące rodzyнки i flotacja” „FOTON” nr 103 (Zima 2008)  
<http://www.if.uj.edu.pl/Foton/103/index.html>
- [4]. Pomysł doświadczenia 2 pochodzi z XVIII jesiennej Szkoły „Problemy Dydaktyki Fyzyki” Borowice 17-21.11.2009
- [5]. R. Błazejewski; 100 prostych doświadczeń z wodą i powietrzem, Wydawnictwa Naukowo – Techniczne, Warszawa 1991

## Digitální technika v praxi a ve výuce

JAROSLAV REICHL  
SPŠST Panská, Praha

V současné době jsme obklopeni přístroji, jejichž činnost je založena na platnosti řady fyzikálních zákonů a přitom je řízena logickými obvody. Tyto logické obvody jsou přitom přímou aplikací středoškolské matematiky a fyziky. V tomto článku je popsán postup, jak takové obvody sestavit.

### Úvodní poznámka, motivace

V současné době běžně používáme přístroje a zařízení, jejichž činnost je založena na platnosti řady fyzikálních zákonů (zákon elektromagnetické indukce, Ohmův zákon, Kirchhoffovy zákony a další), ale které jsou přitom řízeny logickými obvody. Přístroj (přehrávač zvukových souborů, automat na nápoje, digitální displej, ...) zpracovává vstupní informace (volba uživatele přístroje), na základě logických obvodů (tj. na základě jistých logických funkcí) tyto informace vyhodnotí a provede požadovaný výstup (přehraje vybranou skladbu, vydá správně ochucený správný druh kávy, zobrazí příslušný údaj, ...).

Popsat činnost podobných přístrojů z fyzikálního hlediska by v průběhu studia žáci nebo studenti měli být schopní. Navrhnout schéma logických obvodů, které řídí činnost těchto přístrojů, je možné na základě pravidel Booleovy algebry a základních principů matematické logiky. S jejím úvodním kurzem se žáci setkávají většinou již v prvním ročníku střední školy v matematice v rámci učiva o výrocích, používání kvantifikátorů a sestavování pravdivostních tabulek. Pro matematiku je zvládnutí práce s výroky a používání kvantifikátorů nezbytné pro pochopení další látky, ale pro žáky je tato látka na začátku prvního ročníku velmi abstraktní. Pro zvýšení motivace je určitě přínosem ukázat jim přímou aplikaci této části matematiky, byť ve zjednodušené formě. Důležité je, že uvidí praktické použití i této na první pohled velmi abstraktní části matematiky. Dalším přínosem je propojení učiva matematiky s učivem fyziky.

### Vstupní proměnné, výstupní proměnné a logické funkce

Představme si řidiče, který přijíždí v automobilu ke křižovatce. Na základě toho, co vidí řidič na silnici a kolem ní (hrající si děti u silnice či pobíhající pes), jak velkou rychlostí se pohybuje, podle své zkušenosti a dalších údajů musí velmi rychle vyhodnotit, zda stihne dojet ke křižovatce dříve než se rozsvítí červená, zda bezpečně projede křižovatkou a k tomu předvídat pohyb dětí či psa na chodníku u silnice. Tato situace vyžaduje rychlé zpracování **vstupních proměnných** pomocí **logické funkce**, která určí **výstupní proměnné** (řidič zabrzdí, řidič zrychlí, ...). Člověk zpracovává denně podobných informací velké množství, aniž si to uvědomuje. Námi zpracované výstupní proměnné mohou nabývat libovolných hodnot, které jsou pro danou situaci

vhodné (řidič před křižovatkou zrychlí, aby stihl projet ještě na zelenou, ale je připraven okamžitě zabrzdít, protože mu může před auto kdykoliv vběhnout dítě hrající si na chodníku; ...).

Digitální zařízení, které zpracovává vstupní proměnné a pomocí logických funkcí vytváří výstupní proměnné, pracuje ve dvoustavové logice: 0 nebo 1 („Ne - Ano“, „Lež - Pravda“, „Vypnuto - Zapnuto“). Proto je k popisu digitálních zařízení vhodná Booleova algebra.

## Booleova algebra

Tento specifický druh algebry zavedl v 19. století anglický matematik George Boole (1815 - 1864). Původní pouhé matematické zjednodušení využil v praxi americký inženýr Claude Elwood Shannon (1916 - 2001). Ten ukázal, jak Booleovu algebru použít k popisu a konstrukci složitých sítí přepínačů (elektromagnetických relé).

Booleovu algebru lze chápat jako nauku o operacích na množině obsahující dvě logické konstanty 0 a 1 a logické proměnné. V digitální technice se vstupní proměnné označují většinou  $x_0, x_1, \dots, x_{n-1}$  a výstupní proměnné se většinou značí  $y_0, y_1, \dots, y_{m-1}$ . Máme tedy systém  $n$  vstupních proměnných a  $m$  výstupních proměnných svázaných navzájem  $m$  logickými funkcemi.

Booleova algebra používá tři základní operace: logický součin ( $a$ ,  $a$  zároveň; AND) logický součet ( $nebo$ ; OR) a negaci. Důležité operace jsou shrnuty v tabulce 1.

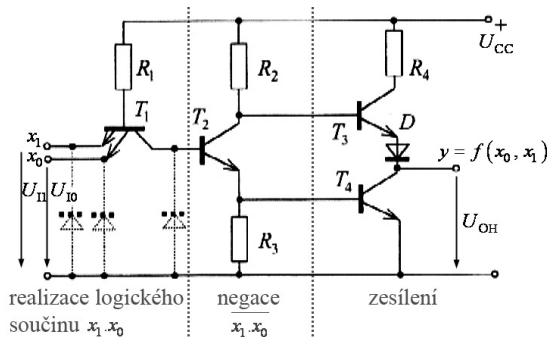
	Logický součin	Logický součet
Komutativní zákony	$a.b = b.a$	$a + b = b + a$
Asociativní zákony	$a.(b.c) = (a.b).c$	$a + (b + c) = (a + b) + c$
Distributivní zákony	$a+(b.c) = (a+b).(a+c)$	$a.(b + c) = a.b + a.c$
Zákony vyloučeného třetího	$\overline{a.a} = 0$	$a + \overline{a} = 1$
Zákony neutrality	$a.1 = a$	$a + 0 = a$
Zákony agresivity	$a.0 = 0$	$a + 1 = 1$
Zákony o idempotenci prvků	$a.a = a$	$a + a = a$
De Morganovy zákony	$\overline{x.y} = \overline{x} + \overline{y}$	$\overline{x + y} = \overline{x}.\overline{y}$
Zákon dvojité negace	$\overline{\overline{a}} = a$	
Princip duality	$a.b = c \Leftrightarrow \overline{a} + \overline{b} = \overline{c}$	$a + b = c \Leftrightarrow \overline{a}.\overline{b} = \overline{c}$

Tabulka 1: Zákony Booleovy algebry

Pozor! Distributivní zákon pro logický součin v algebře reálných čísel neexistuje!

## Logické funkce a jejich realizace

Předpis logické funkce, na základě níž se pak realizuje logický obvod, se získá na základě pravdivostní tabulky dané úlohy. Logická funkce může být realizována různým způsobem (mechanicky, elektrickými obvody, číslicovými integrovanými obvody). V současné době se nejvíce používají právě číslicové integrované obvody - konkrétně obvody TTL (tranzistor tranzistorová logika), tj. součástky realizované bipolárními tranzistory, které jsou na vstupu i výstupu obvodu. Tyto součástky jsou poměrně kvalitní a cenově dostupné. Nejčastěji se v praxi používají hradla NAND (negace logického součinu) a hradlo INVERTOR (realizuje negaci). Schéma hradla NAND je uvedeno na obrázku 1. Hradlo má své vstupy (počet závisí na typu hradla), výstup, napájení a uzemnění. Z praktických a ekonomických důvodů se vyrábějí součástky tak, že je několik hradel uzavřeno v jednom společném pouzdře. Schéma zapojení takové součástky je nutné najít v katalogu nebo u výrobce součástky. Výrobci součástek většinou dodržují jednotné značení hradel: 2vstupé hradlo NAND má označení TTL74LS00, hradlo INVERTOR TTL74LS04, ...



Obr. 1: Hradlo NAND

Aby bylo jednoznačné, zda je vstup resp. výstup hradla ve stavu logické nuly nebo logické jedničky, jsou určeny meze napětí, pomocí nichž se tyto dva stavy rozlišují. Logická nula je na vstupu při napětí  $U_{IL}$  od 0 V do 0,8 V, logická jednička při napětí  $U_{IH}$  od 2 V do 5 V. Na výstupu je logická nula při napětí  $U_{OL}$  od 0 V do 0,4 V a logická jednička při napětí  $U_{OH}$  od 2,4 V do 5 V. Obvody se připojují k napětí  $U_{CC}$ , které je rovno 5 V.

Vzhledem k tomu, že se velmi často používají hradla NAND, je nutné vyjádřit předpis logické v tzv. součtové formě, která je vhodná pro následnou realizaci logického obvodu právě pomocí hradel NAND.

### Ukázka úlohy

Na jedné úloze není možné ukázat všechny aspekty převodu pravdivostní tabulky na schéma logického obvodu, ale podrobnější analýza přesahuje možnosti tohoto příspěvku.

Na základě pravdivostní tabulky (tabulka 2) sestavte předpis logické funkce a nakreslete schéma logického obvodu. (Funkční hodnoty zadané funkce  $y$  jsou voleny tak, aby byly jasně vidět výhody použití tzv. Karnaughových map. Funkční hodnoty se ve skutečnosti vyplňují na základě zadaného problému a jeho logického řešení.)

Číslo řádku	$x_2$	$x_1$	$x_0$	$y$
0	0	0	0	1
1	0	0	1	1
2	0	1	0	0
3	0	1	1	0
4	1	0	0	1
5	1	0	1	1
6	1	1	0	1
7	1	1	1	0

Tabulka 2: Pravdivostní tabulka

Pro další zpracování jsou důležité ty řádky, v nichž má funkce funkční hodnotu rovnou 1 - tj. řádek číslo 0, 1, 4, 5 a 6. Na základě těchto řádků lze předpis funkce sestavit jako součet tzv. mintermů - to jsou logické výrazy, které získáme pro daný řádek (na kterém je funkční hodnota logické funkce rovna jedné) tak, že zapíšeme ty vstupní proměnné, které se v něm vyskytují. Ty proměnné, které mají hodnotu 0, zapisujeme do mintermu jako negované a ty, které mají hodnotu 1, zapisujeme jako přímé.

Pro zadanou funkci dostáváme:  $y = \overline{x_2} \cdot \overline{x_1} \cdot \overline{x_0} + \overline{x_2} \cdot \overline{x_1} \cdot x_0 + \overline{x_2} \cdot x_1 \cdot \overline{x_0} + \overline{x_2} \cdot x_1 \cdot x_0 + x_2 \cdot \overline{x_1} \cdot \overline{x_0} + x_2 \cdot \overline{x_1} \cdot x_0 + x_2 \cdot x_1 \cdot \overline{x_0} + x_2 \cdot x_1 \cdot x_0$ .

Tento předpis upravíme pomocí zákonů Booleovy algebry:

$$\begin{aligned}
 y &= \overline{x_2} \cdot \overline{x_1} (\overline{x_0} + x_0) + \overline{x_2} \cdot \overline{x_1} (\overline{x_0} + x_0) + \overline{x_2} \cdot x_1 \cdot \overline{x_0} = \overline{x_2} \cdot \overline{x_1} \cdot 1 + \overline{x_2} \cdot \overline{x_1} \cdot 1 + \overline{x_2} \cdot x_1 \cdot \overline{x_0} = \\
 &= \overline{x_2} \cdot \overline{x_1} + \overline{x_2} \cdot \overline{x_1} + \overline{x_2} \cdot x_1 \cdot \overline{x_0} = (\overline{x_2} + \overline{x_2}) \cdot \overline{x_1} + \overline{x_2} \cdot x_1 \cdot \overline{x_0} = 1 \cdot \overline{x_1} + \overline{x_2} \cdot x_1 \cdot \overline{x_0} = \overline{x_1} + \overline{x_2} \cdot x_1 \cdot \overline{x_0} = \\
 &= \overline{x_1} + x_1 (\overline{x_2} \cdot \overline{x_0}) = (\overline{x_1} + x_1) \cdot (\overline{x_2} + x_2 \cdot \overline{x_0}) = 1 \cdot (\overline{x_2} + x_2 \cdot \overline{x_0}) = \overline{x_2} + x_2 \cdot \overline{x_0}.
 \end{aligned}$$

I u jednoduché funkce byly úpravy poměrně zdlouhavé. Proto se v praxi daleko častěji používá metoda tzv. Karnaughových map, kterou v roce 1954 vytvořil americký fyzik Maurice Karnaugh.

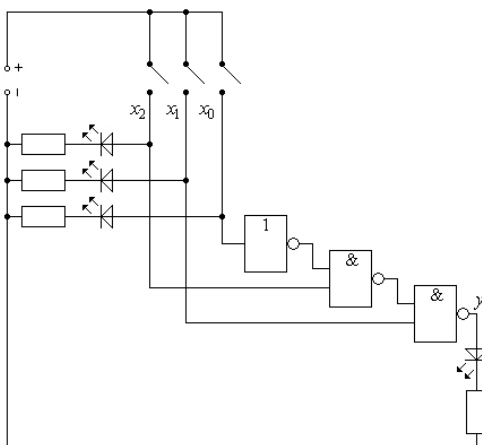
Pravdivostní tabulka (tabulka 2) se přepíše do jiné tabulky (tabulka 3) a získáme Karnaughovu mapu dané pravdivostní tabulky. „Souřadnice“ řádků a sloupců nové tabulky se přitom zapisují tak, aby se dvě sousedící „souřadnice“ (jak řádků, tak sloupců) lišily právě v jedné položce (proto jsou v tabulce 3 zdánlivě přehozené sloupce 11 a 10). Výhodou tohoto uspořádání je fakt, že pokud si představíme Karnaughovu mapu nakreslenou na válci, liší se i sloupce 10 a 00 právě v jedné položce a lze je považovat za sousední. V získané Karnaughově mapě hledáme co největší pod-

podmapy tvořené sousedními políčky, která mají funkční hodnotu rovnou jedné. Podmapy pro  $n$  vstupních logických proměnných jsou souvislé oblasti ve tvaru pravoúhelníků tvořené  $2^n$ ,  $2^{n-1}$ , ... až jedním políčkem. Při hledání podmap hledáme vždy ty největší - větší podmapa znamená výraznější zjednodušení logické funkce. Na základě podmap vytvoříme logickou funkci tak, že sečteme všechny mintermy, které odpovídají všem vzniklým podmapám. Do mintermu přitom zahrnujeme jen ty vstupní proměnné, které mají v dané podmapě konstantní hodnotu.

$x_1 x_0$	00	01	11	10
$x_2$				
0	1	1	0	0
1	1	1	0	1

Tabulka 3: Karnaughova mapa

Na základě tabulky 3 je možné tedy psát předpis funkce ve tvaru  $y = \overline{x_1} + x_2 \overline{x_0}$ . Tento postup je tedy výrazně rychlejší a přehlednější než úpravy předpisu funkce pomocí zákonů Booleovy algebry. Zvláště u složitějších funkcí jsou úpravy pomocí zákonů Booleovy algebry velmi technicky náročné a nepřehledné.



Obrázek 2: Schéma obvodu

Před zakreslením schématu předpis funkce upravíme tak, aby bylo možné použít hradla NAND:  $y = \overline{x_1} + x_2 \overline{x_0} = \overline{x_1} + x_2 \overline{x_0} = \overline{x_1 \cdot x_2 \cdot x_0} = \overline{x_1 \cdot x_2 \cdot x_0}$ . V obvodu tedy budeme potřebovat dvě hradla NAND a jedno hradlo INVERTOR. Schéma obvodu včetně zapojených LED, které budou indikovat vstupy (tj. budou představovat vstupní pro-



měnné  $x_0$ ,  $x_1$  a  $x_2$ ) i výstupy (funkce  $y$ ) je zobrazeno na obrázku 2. (Ochranné rezistory mají hodnotu odporu  $1\text{ k}\Omega$ .)

## **Závěr**

S využitím základů teorie množin a základních znalostí elektrických obvodů lze logické obvody využít ke zvýšení motivace žáků i studentů o další studium fyziky a matematiky. Snadno tak ukážeme, že i na první pohled velmi abstraktní matematika má praktické použití.

## **Literatura**

- [1] Malina V.: *Digitální technika*, KOPP, České Budějovice, 2000
- [2] Petřík J., Rauner K.: *Elektronika*, Západočeská univerzita Plzeň, 2001
- [3] Antošová M., Davídek V.: *Číslicová technika*, KOPP, České Budějovice, 2003
- [4] Bernard J. M., Hugon J.: *Od logických obvodů k mikroprocesorům I-IV*, SNTL, Praha 1984-6
- [5] Matoušek D.: *Číslicová technika - základy konstruktérské praxe*, BEN, Praha 2001

## **Interaktivní fyzikální laboratoř (názory pražských učitelů a učitelek)**

*ZDENĚK ŠABATKA, ZDENĚK DROZD, LEOŠ DVOŘÁK A KOL.*

*Katedra didaktiky fyziky, MFF UK v Praze*

Katedra didaktiky fyziky na MFF UK v Praze koná mnoho akcí pro studenty středních škol. Jednou z nich jsou „fyzikální pokusy pro střední školy“. Ty mají již svoji dlouhou tradici. Ročně se těchto lekcí zúčastní více než sedm tisíc studentů, kteří v 75 minutách společně s „přednášejícím“ projdou vybranými částmi daného fyzikálního tématu<sup>5</sup>, a to především na základě připravených pokusů. Jedná se tedy o jakousi přednášku, která chvillemi přechází ve fyzikální show. Bližší informace o těchto demonstračních experimentech naleznete na webových stránkách KDF [1].

Na základě dobrých zkušeností z tohoto fungujícího projektu jsme se rozhodli vytvořit učitelům fyziky další možnost pro zpestření výuky. Jedná se o nový projekt, který jsme nazvali interaktivní fyzikální laboratoř (IFL). Studentům by tento projekt měl přinést další ještě bližší kontakt s fyzikou, kdy si na ni budou moci opravdu sáhnout.

### **Inspirace**

Ve světě ale i u nás již existuje množství science center, která přibližují vědu široké veřejnosti. Poněkud mimo ně stojí laboratoře primárně určené pro studenty, kteří zde mohou opravdu měřit a pracovat na pokusech z různých vědeckých oborů (fyzika, chemie, biologie,...). Dobrým příkladem takové laboratoře může být House of Science ve Stockholmu<sup>6</sup> založený v roce 1996. Ten pro nás také byl prvotní inspirací. Další podobnou laboratoř, která má za sebou téměř rok provozu, je PhysiScope<sup>7</sup> v Ženevě.

### **Koncept laboratoře**

Na začátku stojí tedy idea vybudovat fyzikální laboratoř, kam by mohli studenti přijít se svými pedagogy a místo pouhého sledování demonstrační pokusů by sami prováděli experimenty, reálně měřili a výsledky i stručně vyhodnocovali. Mělo by se tedy jednat o jakési laboratorní práce, ze kterých může, ale nemusí být vypracován protokol o měření – to by mělo záležet na konkrétním pedagogovi.

O jaké pokusy by mělo jít? Nechceme samozřejmě simulovat nebo nějak přebírat úlohu školních laboratorních prací z fyziky. Na druhou stranu jsme si ovšem vědomi situace v našich školách, která se projevuje nedostatkem pomůcek na náročnější ex-

---

<sup>5</sup> Tématy demonstračních experimentů jsou: mechanika, termika a molekulová fyzika, elektřina a magnetismus, optika, akustika, elektromagnetické vlnění.

<sup>6</sup> Informace o House of Science můžete najít na jeho domovské webové stránce [2] a také v článcích [3]-[5].

<sup>7</sup> Byla otevřena v říjnu roku 2008. Informace o ní jsou dostupné na webové stránce [6].

perimenty. Na ty bychom se chtěli zaměřit především, tedy na pokusy, které nejsou na většině škol běžné.

Každá návštěva by měla být tematicky zaměřená na některou oblast fyziky (mechanika, elektřina a magnetismus,...).

### **Prostory laboratoře**

K dispozici máme dvě větší třídy a jednu optickou kóji s celkovou kapacitou okolo 30 studentů. Prostory byly zrekonstruovány přímo pro IFL a nacházejí se na MFF v Praze v areálu Trója.

### **První zmínky o IFL**

O IFL jste se mohli již dozvědět ze dvou článků na FyzWebu. První z nich [7] popisuje slavnostní otevření prostor laboratoře během Dne otevřených dveří na Matematicko-fyzikální fakultě a druhý [8] informuje o dotazníkovém šetření mezi vyučujícími fyziky (viz níže).

### **(Malé) dotazníkové šetření mezi učiteli a učitelkami fyziky**

Aby mohla IFL dobře fungovat, potřebujeme také znát požadavky těch, kdo k nám studenty přivedou, tedy učitelek a učitelů fyziky. K tomuto účelu bylo provedeno dotazníkové šetření mezi, především pražskými, vyučujícími. Rozhodli jsme se pro webovou formu dotazníku, jejíž vyplnění i zpracování je jednodušší než případná papírová verze. Formulář je dále aktivní a sbírá případné názory všech vyučujících fyziky.

Vyučující jsme žádali o jejich názory prostřednictvím elektronické pošty<sup>8</sup> a pomocí výše zmíněného článku na FyzWebu. S šetřením jsme začali v dubnu 2009 a do srpna 2009 jsme získali 42 vyplněných formulářů.

### **Dotazník**

Formulář [9] obsahoval 38 otázek rozdělených do sedmi skupin:

1. O škole, kde učím
2. Údaje o mě (*o učiteli*)
3. Já (*učitel*), pokusy na KDF a můj zájem o IFL
4. Seznámení se (*učitele*) s laboratoří před návštěvou se studenty
5. Studenti v laboratoři
6. Webové stránky IFL, učitel a studenti
7. Místo pro vzkazy

---

<sup>8</sup> 50 vyučujících, kteří se svými studenty navštěvují „fyzikální pokusy pro střední školy“ bylo osloveno e-mailem adresovaným přímo jim. Dalších 142 e-mailů s žádostí směřovalo na vybrané pražské střední školy.

Jednotlivé skupiny zde blíže nepopisují, neboť již jejich názvy napovídají, jaké typy otázek obsahují. Pro případné zájemce je dotazník dostupný na webové stránce [9].

### Vyhodnocení dotazníku (vybrané výsledky)

Pro nedostatek prostoru zde nevypisuji vyhodnocení všech jednotlivých otázek, ale vybírám pouze ty nejzajímavější.

**Tabulka 1:** Jaké mám zkušenosti s (demonstračními) pokusy pro středoškoláky, které pořádá KDF

odpověď	četnost
Slyšel jsem o nich, naši studenti je nenavštívili.	16
Znám je, studenti je pravidelně navštěvují.	15
Znám je, studenti je někdy navštívili.	8
Nikdy jsem o nich neslyšel/a.	3

**Tabulka 2:** V budoucnu bych chtěl/a společně se svými studenty IFL určitě navštívit.

odpověď	četnost
Ano, vyzkoušíme.	23
Ano, určitě budeme chodit pravidelně.	10
Pravděpodobně ano.	8
nevyplněno	1
Nemám zájem.	0

**Tabulka 3:** Největší zájem mám o praktické úlohy z těchto oborů - obodujte prosím témata (5 - největší zájem; 0 - nemám zájem)

téma	průměrný počet bodů
Elektřina a magnetismus	4,19
Fyzika mikrosvěta	4,17
Optika	4,10
Mechanické kmitání a vlnění	3,67
Molekulová fyzika a termika	3,45
Mechanika	3,38

**Tabulka 4:** Skupina, se kterou navštívím IFL, by podle mě měla mít ideálně ... studentů.

Počet studentů	1 – 5	6 – 10	11 – 15	16 – 20	21 – 25	26 – 30	31 – 35	nevyplněno
Četnost	0	2	18	6	4	5	2	1

Velmi nás těší, že všechny učitelky a učitelé, kteří vyplnili dotazník, si myslí, že vytvořit IFL je dobrý nápad. Všichni by rovněž chtěli se studenty alespoň jednou IFL navštívit. Všichni se chtějí seznámit s fungováním laboratoře a chtějí být informováni o novinkách (pomocí e-mailu). To, že jsou všechny ohlasy pozitivní (viz i konkrétní

ohlasy níže), je pravděpodobně dáno výběrovým efektem, tj. tím, že dotazník vyplnili velmi pravděpodobně pouze zainteresovaní učitelé a učitelky.

### **Jak by měla vypadat konkrétní návštěva IFL (dle nejčastějších odpovědí)**

Učitel/ka si rezervuje volný termín (nejčastěji v dopoledních hodinách) s daným tématem a případně si i vybírá konkrétní aktivity. Učitel/ka si prohlédne materiály pro vyučující na webu a případně projde i speciálním kurzem pro vyučující.

Dle učitelů by návštěva laboratoře měla trvat 90 minut. Vyučující preferují příchozí skupinky s počtem 11-15 studentů. Většina vyučujících se bude společně s pracovníky IFL zapojovat do vedení kurzu. Studenti budou pracovat po dvojicích na různých úkolech (pokusech) a na konci si budou svoje poznatky prezentovat. Práce studentů by měla být hodnocena společně učitelem a pracovníky IFL, případně studenti samotnými.

### **Konkrétní ohlasy (odpovědi na otevřené otázky)**

Následující část obsahuje některé vybrané odpovědi učitelů/učitelek na otevřené otázky v dotazníku.

*Proč si myslím, že je dobré vytvořit IFL. (celkem 33 odpovědí)*

- „Doplnění výuky; provedení experimentů, k nimž nemáme potřebné vybavení; seznámení s prostředím laboratoře na VŠ; zvýšení zájmu studentů o fyziku; kontakt s lektorem z jiného prostředí (mimo naši školu).“
- „Učebnice fyziky jsou psané nezáživně, výuku je třeba obohacovat. Každé náorné přiblížení fyzikálních jevů má pro studenty velký význam. Fyzika studenty baví, pokud jí rozumí.“
- „Vše co podpoří výuku fyziky, je chvályhodné. Osobně bych uvítal, kdyby demonstrační pokusy byly zveřejněny na internetu formou video sekvencí, není zrovna snadné se na pokusy přihlásit.“
- „Jsem tímto nápadem nadšena, protože na školách nejsou dobré podmínky na děláni jiných pokusů než těch nejjednodušších.“

*Co od laboratoře jako je IFL očekávám. (celkem 28 odpovědí)*

- „Očekávám především provádění demonstračních pokusů pracovníky IFL a pak možnost pro studenty, aby sami experimentovali pod vedením pracovníků IFL. Pro studenty přírodovědného lycea očekávám i možnost dělat laboratorní práce jednoduššího i středně složitěho typu.“
- „Možnost realizovat sofistikovanější experimenty s lepším vybavením (kelímkový telefon či PET raketa není pro školní výuku problém).“
- „Nechám se ráda překvapit. Očekávám pokusy, které studenty zaujmou a které bych jim nedokázala z jakýchkoliv důvodů sama předvést.“
- „Pro mě jako pedagoga ukázkou metodiky demonstrace fyzikálních pokusů pro studenty možnost rozšíření obzoru vědomostí v rámci předmětu fyziky.“

*V IFL by určitě neměly chybět tyto experimenty. (celkem 7 odpovědí)*

- „Newtonova trubice, proudění tekutin (křídlo letadla, vichřice), elmag indukce v praxi (indukční varná deska, elektrická kytara), optická vlákna, interference světla (vln), ohyb světla (vln obecně), polarizace světla (princip LCD obrazovky).“

*Dále chci autorům vzkázat. (celkem 16 odpovědí)*

- „Poděkování za snahu oživit fyziku, která se v současné době stává stále více odstrkovaným předmětem. Studenti ji nerozumí, nevidí v ní pro život důležitý předmět. Protože vysoké školy ji již málo uplatňují v přijímacím řízení, studenti ji nevěnují patřičnou pozornost. V současném systému, kdy si studenti mohou volit mezi předměty, se studenti fyzice vyhýbají. Škola pak na základě rozhodnutí studentů navrhuje hodinovou dotaci fyziky v posledních ročnících školy.“

## **Závěr**

Zdá se, že se opět ukázalo, že pokud člověk něco neví nebo si není jist, je dobré se zeptat. Poděkování patří učitelům, kteří dotazník vyplnili a pomohli nám tak ujasnit si, jak by ta naše společná laboratoř měla vypadat. Doufejme, že se i díky budoucímu fungování IFL podaří vylepšit situaci, o které se mluví v jednom ze vzkazů autorům, a studenti budou fyzice rozumět a budou v ní vidět pro život důležitý předmět.

A kdy bude laboratoř otevřena? S testováním úloh na vybraných středoškolských studentech bychom rádi začali v nadcházejícím školním roce 2009/2010.

Další informace budou postupně zveřejňovány na webových stránkách KDF [10].

## **Literatura**

- [1] [http://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/ss\\_pokusy/](http://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/ss_pokusy/) [cit. 24. 8. 2009]
- [2] <http://www.houseofscience.se> [cit. 24. 8. 2009]
- [3] JOHANSSON K. E., NILSSON Ch., Stockholm Science Laboratory for Schools: a complement to the traditional education system, *Physics Education*, 1999, vol. 34, No. 6, pp. 345-350.
- [4] JOHANSSON K. E., House of Science: a university laboratory for schools, *Physics Education*, 2004, vol. 39, No. 4, pp. 342-345.
- [5] JOHANSSON K. E., A university laboratory for schools – a new meeting place for students and teachers, *Physics Education*, 2008, vol. 43, No. 5, pp. 530-535.
- [6] <http://www.physiscope.ch/index.html> [cit. 24. 8. 2009]
- [7] KEKULE M., Slavnostní otevření Interaktivní fyzikální laboratoře na MFF UK, online na <http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=129> [cit. 24. 8. 2009]
- [8] ŠABATKA, Z., Projekt "Interaktivní fyzikální laboratoř" se dává do pohybu, online na <http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=133> [cit. 24. 8. 2009]
- [9] <http://kdf.mff.cuni.cz/ifl/dotaznik/> [cit. 24. 8. 2009]
- [10] <http://kdf.mff.cuni.cz/> [cit. 24. 8. 2009]

## Mezipředmětové vazby na ZŠ

RENÁTA ŠÍBLOVÁ  
ZŠ Jedovnice

Mezipředmětové vazby jsou stále velmi diskutovaným a aktuálním tématem ve všech oborech vzdělávání. Stále je upozorňováno na dublování učiva v rámci jednoho časového intervalu v různých předmětech nebo v rámci jednoho předmětu v různých časových intervalech.

Naše základní škola se na tento často upozorňovaný nedostatek snažila reagovat řadou různorodých vzdělávacích činností, které společně propojily vyučované předměty a to jak v jedné nastíněné úloze tak v několika za sebou jdoucích a navzájem propojených úlohách.

Jednou z metod, které naše škola zvolila je **týdenní intenzivní kurz zaměřený na výuku přírodovědných předmětů v terénu**.

Touto formou výuky se základní škola v Jedovnicích zabývá necelých šest let. V průběhu tohoto období docházelo k vývoji názoru na množství zakomponovaných předmětů i na charakter zadaných úloh. O množství zařazených předmětů vypovídá tabulka 1.

Časový interval	Zařazené předměty
1. rok	zeměpis
2. rok	zeměpis, přírodopis
3. rok	zeměpis, přírodopis, fyzika
4. rok	zeměpis, přírodopis, fyzika, chemie
5. rok	zeměpis, přírodopis, fyzika, chemie
6. rok	zeměpis, přírodopis, fyzika, chemie, tělesná výchova

Tab. 1: Vývoj zařazených předmětů

V průběhu všech terénních praktik se vyvíjel názor na zpracování pracovních listů. Od pracovních listů komponovaných výhradně tak, aby kopírovali probírané učivo na základní škole až po ty, které měly děti zaujmout a ukázat jim další nové technologie a poznatky v různých oblastech vědy a techniky.

Je bezesporu, že nejlepší cestou k dosažení cílů osvojení si nových dovedností, zkušeností a metod byla druhá volba, tedy ta, při které žáci pracovali s moderními pomůckami a moderní technikou.

Při zpracování pracovních listů pro terénní praktikum bylo tedy zařazeno mnoho nových moderních technologií jako je GPS navigace, práce s digitální fotografií, které si žáci samostatně pořídili, odběr vzorků vody a půdy a jejich následné rozbory v nově vybudované moderní chemické laboratoři, či mapování fauny a flóry v určité oblasti.

Všechny nastíněné činnosti byly situovány do oblasti bydliště žáků základní školy. V případě, kdy se jednalo o mapování vodní fauny a flóry, měli žáci toto šetření provádět v oblasti skupiny rybníků v Jedovnicích.

Výše zmíněné terénní praktikum bylo až do posledního roku určeno výhradně pro žáky devátých ročníků. V loňském školním roce byli do této aktivity zařazeni také žáci osmých ročníků. Po celý týden byli žáci rozděleni v nesořodých skupinách.

### **Náměty úloh pro terénní praktikum:**

#### *GPS navigace*

- mapování okolí
- vybavenost obce
- určení vzdálenosti vybraných míst (zastávka BUS, zdravotní středisko, atd.) od školy
- určení obsahu plochy (rybník, zastavěná část pozemku)
- projít určenou trasu a na předem stanovených místech splnit úkol

#### *Zeměpis*

- mapování okolí
- určení souřadnic předem stanovených bodů na trase a porovnání s přesností GPS navigace
- určení vzdálenosti vybraných míst (zastávka BUS, zdravotní středisko, atd.) od školy a jejich porovnání s GPS, s vlastním odhadem a s měřením
- práce s leteckými snímky regionu okolí školy

#### *Přírodopis*

- odchyt a odlov živočichů v přírodě na předem určených místech a určení jejich druhu dle klíčů
- odběr vzorků rostlin na libovolném místě, určení jejich druhu dle klíčů
- práce v blízkém Arboretu Křtiny (určení vybraných druhů rostlin, jejich původ, atd.)



- odběr vzorků vody a půdy na různých místech, jejich chemické rozbor

### *Fyzika*

- měření vzdáleností
- odhady velikostí ploch, výšek, vzdáleností
- měření výšek za pomoci klinometru
- dramatizace fyzikálních jevů
- pozorování noční oblohy, vesmír, život ve vesmíru
- měření rychlosti (radar, stopky, metr)
- princip činnosti GPS navigace

### *Tělesná výchova*

- turistika
- závody v plavání a běhu
- orientační běh

Celé praktikum bylo zakončeno výstupem žáků v místním kinosále, kde pro veřejnost prezentovali závěry, ke kterým dospěli v průběhu týdne. Témata byla vypsána vyučujícími a skupiny si samostatně zvolily, která ze zmíněných problematik je jim bližší a tedy, kterou oblast by nejraději okomentovaly. S výběr tématu získali žáci svého garanta z vyučujících, se kterým měli možnost konzultovat formu zpracování, obsahovou stránku tématu či průběh samotné prezentace.

## **PASCO – experimentální platforma pro výuku fyziky**

*MIROSLAV STANĚK*

*PROFIMEDIA s.r.o.*

Abstrakt: Společnost PASCO figuruje na trhu s měřicí technikou již déle než 45 let. Za tu dobu vyvinula úctyhodnou řadu senzorů a interfaců, měřících široké spektrum různých fyzikálních veličin. Následující přehledová studie se bude zabývat řadou přístrojů PASPORT™, které jsou určeny pro realizaci školních fyzikálních experimentů. V druhé části článku stručně nastíníme základní principy práce s tímto vybavením.

Klíčová slova: datalogging, experiment, sondy, čidla.

### **PASCO – experimentální platforma pro výuku fyziky**

Obecně vzato řada PASPORT™ představuje komplexní edukační platformu podporující výuku všech přírodních věd. Zahnuje v sobě jak přístrojovou část, poskytující prostředky pro získání naměřených dat, tak i část programovou, sloužící k jejich vyhodnocení a dalšímu zpracování v široké paletě experimentů z oblasti fyziky, chemie, biologie a dalších odvozených disciplín (ekologie, environmentální studia apod.).

#### **Hardware**

Hlavními komponentami přístrojové části systému PASCO jsou sondy a čidla, která měří různé fyzikální veličiny a naměřené hodnoty za pomoci integrovaných 12ti kanálových A/D převodníků převádějí do digitální podoby. V současné době PASCO nabízí čidla k měření cca 60 fyzikálních veličin. Čidla se nechají rozlišit na jedno- a víceveličinová.

Z těch, jež nejčastěji využijeme v hodinách fyziky na středních a základních školách, jmenujme např.: (Parametry: rozsah, přesnost, rozlišení, maximální vzorkovací frekvence)

**senzor pohybu PS – 2103A** (minimální snímatelná vzdálenost: 15 cm, Maximální vzdálenost: 8 m, rozsah otáčení snímače: 360°, nastavení rozsahu: symbol „voziček“: do 2 m, symbol „človíček“: do 8 m),

**senzor síly PS – 2104** ( $\pm 50\text{N}$ , 1%, 0,03N, 1000 Hz),

**senzor absolutního tlaku PS-2107** (0 až 700 kPa,  $\pm 1,75$  kPa,  $\pm 0,02$  kPa, 20 Hz, operační rozsah teploty: 0 – 40 °C, operační rozsah relativní vlhkosti: 0 – 95 %),

**sonda na měření vodivosti PS-2116** (měří ve třech rozsazích: 0 - 1000  $\mu\text{S/cm}$ , 0 – 10000  $\mu\text{S/cm}$ , 0 – 100000  $\mu\text{S/cm}$ ,  $\pm 10$  % zvoleného rozsahu, 0,1 %, 20 Hz, operační rozsah: 0 – 50 °C),

**sonda na měření el. napětí a proudu PS-2115** (Proud: 0.5 mA -  $\pm 1.0$  A,  $\pm 2$  mA, 0.5 mA, 1000 Hz. Vstupní odpor při měření proudu:  $< 1 \Omega$  (typicky 0.8  $\Omega$ ), nastavená proudová ochrana: 1,1 A. Napětí: 0.005 V -  $\pm 10\text{V}$ ,  $\pm 20$  mV, 5 mV. Vstupní odpor při měření napětí: 1 M $\Omega$ ),



*Obr. 1. Datalogger Xplorer (uprostřed) s příkladem využitelných senzorů (senzor pohybu, senzor síly, chemický senzor (pH, T, p, U-I), senzor počasí (T, p, rosný bod), senzor na měření koncentrace CO<sub>2</sub>).*

**světelný senzor PS – 2106A** (rozsah: režim „svíčka“: 0 - 26 lux, režim „žárovka“: 0 – 260 lux, režim „slunce“: 0 – 260 000 lux, přesnost  $\pm 1$  db maximální hodnoty zvoleného rozsahu, rozlišení: 0,01 % maximální hodnoty zvoleného rozsahu, operační teplota 0 – 40 °C, 1000 Hz),

**senzor magnetického pole PS – 2112** ( $\pm 1.000$  gauss,  $\pm 3$  gauss při 25°C (po 4 min zahřátí), 0,01 % plného rozsahu, Teplotní rozsah: 0-40 °C, rozsah relativní vlhkosti: 5 - 95 %, 20 Hz),

**teplotní senzor PS – 2125** (analogově – digitální převodník upravený pro teplotní čidla) s následujícími dvěma čidly (teplotní čidla, stejně jako konektory na měření el. napětí a proudu se mohou připojit také rovnou do PS – 2002 Xploreru, nebo též do multiveličinnového senzoru – viz níže):

**rychle reagující teplotní sonda PS-2135** (s rozsahem -10 °C až +70 °C, přesností  $\pm 0.5$  °C, rozlišením 0,01 °C, a maximální vzorkovací frekvencí 100 Hz),

**nerezový teplotní senzor PS-2153** (-35 °C až +135 °C,  $\pm 0.5$  °C, 0,01 °C, 10 Hz),

**multiveličinnový senzor General Science – teplota, osvětlení, hluk PS – 2168** (teplotní rozsah – dle rozsahu čidel, rozsah měření osvětlení: 0 – 100 lux, 0 – 10000 lux, 0 - 150000 lux, rozsah měření úrovně hluku: 500 – 100 dBA, rozsah el. napětí:  $\pm 24$  V, 200 Hz).

Z široké palety ostatního příslušenství k realizaci fyzikálních experimentů jmenujme např.

**digitální převodník PS – 2159**, do jehož vstupů můžeme připojit různá zařízení, měřící zejm. časové údaje přímočarých i kruhových pohybů, jako je např.:

**optická bránu ME – 9498A** či

## **senzor doby letu – dopadovou plošinku ME – 6810.**

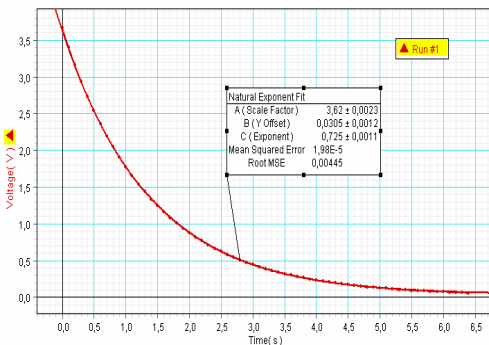
Informace získané ze senzoru se za pomoci jednorázového SPI-USB konvertoru mohou přenést přímo do PC, kde jsou buďto ukládány nebo - v reálném čase experimentu - zobrazovány a zpracovávány programem DataStudio. Do nejčastěji používaného SPI-USB konvertoru (USB link PS-2100A) je možno připojit vždy jen jeden senzor. Pokud bychom potřebovali data z více senzorů, můžeme připojit více USB linků, nebo využít konvertoru s více vstupy (např. 3 vstupní PowerLink PS-2001), nebo využít 4 vstupní datalogger GLX Xplorer PS-2002 (více se o něm zmíníme níže).

## **Software**

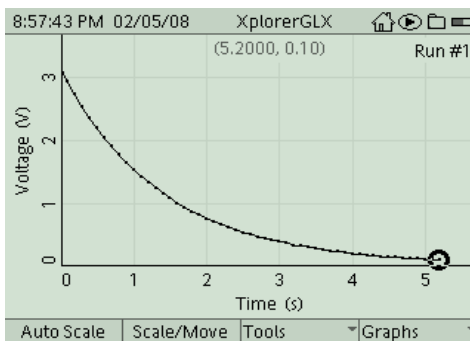
DataStudio poskytuje výkonné nástroje pro optimální nastavení senzorů (kalibrace, vzorkovací frekvence, rozsah a jednotky měření), řízení průběhu experimentu (nastavení doby experimentu, možnosti podmíněných a odložených záznamů dat), i jeho analýzu (různé způsoby zobrazení získaných dat – analogové i digitální zobrazení aktuální měřené hodnoty, záznam do tabulek i různých typů grafů, histogramy, funkce osciloskopu). I přes uvedené sofistikované nástroje datové analýzy se jedná o hardwarově velice skromný program. (Hardwarové požadavky: Pentium II, 50 MB hardisk, 16 MB RAM, systémové požadavky: Windows 98 a vyšší, Macintosh OS 8.6 a vyšší.)

K usnadnění vyhodnocení výsledků experimentu jsou v DataStudiu k dispozici nástroje matematické analýzy (aproximační nástroje s možnostmi prokládání naměřených závislostí matematickými funkcemi, numerické metody derivování i integrování naměřených závislostí - zjišťování jejich gradientu, či plochy pod křivkou, i statistické analýzy (určení minima, maxima, střední hodnoty aj.). Zejména k didaktickým účelům jsou do DataStudia implementovány také další funkce (např. nástroj vkládání vlastní funkce, nástroj predikce, který umožňuje do naměřených grafů nakreslit vlastní odhad závislosti, popiskové textové pole apod.).

Ke stejným účelům slouží také další, samostatná součást SW balíku, náležející k DataStudiu: jeho zjednodušená verze EZ-screen. Tato je určena pro práci mladších žáků, kteří se na ní nenásilným a přehledným způsobem (často formou hry) seznamují se základními pravidly a zásadami získávání dat a jejich následného zobrazení.



Druhou možností, jak s digitálními daty ze senzorů naložit, je dále je zpracovávat za pomoci tzv. dataloggerů (např. GLX Xploreru PS-2002). Této možnosti využijeme zejména v případě pokusů v terénu. Vedle toho, že datalogger jsou vybaveny vlastní interní pamětí a mohou tedy sloužit jako prosté úložiště naměřených dat (která můžeme kdykoli následně přenést po USB portu do jakéhokoli počítače a dále zpracovávat v prostředí DataStudia či exportovat do různých formátů – Microsoft i Open Office, jpg, aj.), disponují datalogger také vlastním softwarovým rozhraním, v němž jsou obsaženy všechny nástroje datové analýzy, jež skýtá program DataStudio. Experiment tak může být plnohodnotně zpracován přímo v terénu, bez nutnosti připojení na PC. Přes vstupní a výstupní USB porty může být na datalogger připojena klávesnice či myš (pro jeho snadnější obsluhu) nebo tiskárna pro přímý tisk hodnot, tabulek či grafů.



Vedle sběru a správy dat poskytuje **Xplorer GLX** také funkci **generátoru signálů**. Jedná se jak o signály akustické - s možností připojení na externí výstup a následně demonstrativní modulace (volba různých tónů - frekvencí, možností jejich skládání a spektrální analýzy), tak i o signály elektrické (různé typy průběhu harmonických funkcí – DC, AC – sinus, trojúhelníkový průběh, obdélník aj., taktéž s možností modulace – nastavení tvaru signálu, jeho, periody, DC offsetu, úrovně napětí apod.). Pokud Xplorer v tomto režimu připojíme k výkonovému zesilovači, dostáváme velice adaptabilní zdroj elektrického napětí.

### HW nároky a omezení

Pokud měříme za pomoci USB linků, musíme počítat s hardwarovým omezením maximální vzorkovací frekvence (1 kHz), jež je dáno přenosovou rychlostí USB portu na PC. Maximální vzorkovací frekvence dataloggeru GLX Xplorer je 50 kHz. (Maximální vzorkovací frekvence v konkrétním experimentu je samozřejmě omezena možnostmi jednotlivých senzorů – viz výše.)

### Závěr

Pokud hodnotíme experimentální platformu PASCO řady PASPORT™, nesmíme zapomínat na její primární určení.

Výuka s PASCO systémem není koncipována pedeotocentricky, ale pedocentricky. Hlavním cílem je přivést experiment od učitele k samotným žákům tak, aby se od začátku podíleli na jeho návrhu, realizaci i vyhodnocení. Z této perspektivy nahlížena, není řada PASPORT příliš vhodným systémem pro demonstrační experimenty znázorňující principy měření daných přístrojů, neboť sondy a senzory se z hlediska

uživatelé jeví jako „černé skříňky“. Takovýto druh demonstračních experimentů však není ani cílem práce s popisovanou platformou (za cíl si je kladou jiná zařízení firmy PASCO, která v tomto přehledu neřešíme). Studenti nemusejí odvozovat principy a fyzikální podstatu senzorů, ale měli by se naučit dobře je využívat coby pracovních nástrojů.

Z tohoto pragmatického hlediska konkurenceschopnosti a utilitarizace vědění, je PASCO dobrým nástrojem pro výchovu budoucích kompetentních odborníků v oblasti aplikovaných věd, kteří umějí využívat mocné moderní nástroje získávání dat a jejich následného vyhodnocování. Vedle získání specializovaných znalostí z oblasti konkrétní přírodovědné disciplíny si žáci přirozeně osvojí nové technické schopnosti a znalosti z oblasti informačních technologií. Dochází tak k nenásilnému rozvíjení jak jejich profesních, tak i osobních kompetencí.

Srovnajme možnosti uvedeného systému např. s požadavky, uvedenými v katalogu požadavků zkoušek společné části maturitní zkoušky:

*„Očekávané znalosti a dovednosti, které budou ověřovány v maturitní zkoušce z fyziky lze obecně rozdělit do tří kategorií:*

*1) Znalost s porozuměním (vysvětlit fyzikální poznatek, analyzovat fyzikální fakta a rozpoznat jejich příčiny (průběh fyzikálního děje, fyzikální jev, stav tělesa nebo soustavy apod.), porovnat a uspořádat je podle určitého kritéria...*

*2) Aplikace znalostí a řešení problémů: řešit různými metodami přiměřeně obtížné fyzikální úlohy a problémy, s nimiž se setká při studiu i v běžném životě a technické praxi řešit fyzikální úlohy, odhadnout výsledek řešení úlohy vysvětlit význam fyzikálního poznatku pro praxi, vytvářet fyzikální model reálné situace...*

*3) Práce s informacemi: z popisu fyzikálního děje vyvodit a formulovat závěry a popsaný děj na přiměřené úrovni fyzikálně vysvětlit navrhnout jednoduchý experiment, který demonstruje určitý fyzikální fakt, sestavit graf závislosti dvou fyzikálních veličin z hodnot získaných měřením odečítat z grafů hodnoty veličin..., měřit teploměrem, stopkami, ampérmetrem, voltmetrem..."*

Vidíme, že ve všech bodech zůstává nezastupitelná role kvalitního pedagoga. Na druhou stranu je však také zřejmé, že s jeho přičiněním se může PASCO experimentální platforma stát velice užitečným a hodnotným nástrojem oživení výuky (nejen) v hodinách fyziky.

## **Literatura**

- [1] Katalog požadavků zkoušek společné části maturitní zkoušky platný od školního roku 2009/2010, MŠMT 11. 3. 2008 (Dostupný online na stránkách MŠMT: <http://www.msmt.cz>)
- [2] Manuály a katalogy PASPORT<sup>TM</sup> senzorů a Xploreru. Dostupné online na <http://www.pasco.com>, <http://www.pasco.cz>.

## **Ukázkové hodiny fyziky s využitím simulací**

*JINDŘIŠKA SVOBODOVÁ*

*Katedra fyziky, Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity*

Simulační programy umožňují zvýšit názornost výuky s výhodou okamžité zpětné vazby. Příspěvek přináší odkazy na náměty vytvořenými v sadě produktů Yenka a jím příbuzných a spustitelných aplikacích.

### **Simulace a jejich možnosti a význam**

Jednou z metod vědeckého zkoumání je idealizace, kdy reálný objekt zaměníme idealizovaným kvůli snazšímu formulování zákonitostí. Ve vyučování běžně vytváříme idealizovaný obraz reality, který nám umožňuje vyjadřovat fyzikální vztahy a závislosti v pochopitelné formě při zachování podstatných rysů problému. Z hlediska správného porozumění je důležité, aby žák pochopil, že se idealizací nedopouštíme ničeho nesprávného, ale že oproštěním se od podrobností nám umožňuje hlubší pochopení zkoumaného procesu.

Právě práce se simulačními programy představuje využití idealizací. Vhodný program umožní několik stupňů idealizace modelových objektů. Např.: je možné nastavit u součástek nezničitelnost, čímž se stávají naprosto ideálními. Dalším stupněm idealizace je práce se součástkami buď bez vnitřního odporu, nebo s vnitřním odporem. Každý stupeň najde své uplatnění v jiné části výuky.

Jeden z hlavních pilířů využití spočívá v doplnění výkladu, učitel si předem připraví příklady k probíranému tématu a svůj výklad ilustruje předvedením probíraných závislostí. Má při tom možnost celý postup rozfázovat a podle potřeby opakovat jednotlivé sekvence a tak maximálně přiblížit popisovaný jev. Žáci tak vidí na obrazovce grafické znázornění probíhajícího pokusu a mohou se rychleji naučit číst v grafech.

Další využití simulací je tvorba příprav, s nimiž žáci pracují a probírané jevy zkoušejí procvičovat. Velkou výhodou je okamžitá zpětná vazba. Žáci mají možnost ovlivňovat vstupní veličiny a sledovat nastalé změny. Velkou výhodou je, že mohou pracovat samostatně, vlastním tempem a zaměřit svou pozornost k otázkám, které při výkladu dostatečně nepochopili.

Velkou oblastí použití je také tvorba lekcí samotným učitelem. Lekce jsou interaktivní, neobsahují pouze data, jsou doplněna funkčními simulacemi, grafy a obrázky. Na závěr lze vytvořit test, ve kterém existuje možnost automatického vyhodnocení..

### **Výukové aplikace Yenka, Crocodile-clips**

V letošním roce byla výuková sada aplikací Yenka uvolněna pro domácí použití. Uživatelům zobrazí výsledky modelů z oblasti přírodních věd, matematiky v reálném čase, také umožňuje pedagogům navrhnout své lekce a interaktivní obsah pro studenty.

Po stažení konvertoru lze využívat i přípravy vytvořené v aplikacích Crocodile Clips, které jsou míněny spíše pro lokální počítače.

Na webu produktu <http://www.yenka.com/> lze pro učitele nejen fyziky najít řadu předpřipravených modelů z oblasti kinematiky, dynamiky, elektřiny. Podmínkou je jejich domácí použití.

### **Nabídka námětů**

Na stránkách <http://amper.ped.muni.cz/~fyzika/proskolku/> se seznámíte s náměty hodin, které odzkoušeli Jiří Novotný a Michal Čech ve výuce na základní a střední průmyslové škole.

Na webu <http://www.absorblearning.com/advancedphysics/contents.html> najdete řadu námětů pro zpestření a upřesnění pojmů ve výuce

### **Literatura**

- [1] <http://www.absorblearning.com/electronics/contents.html>
- [2] <http://www.yenka.com/>
- [3] Novotný J...: Simulace ve výuce, Diplomová práce MU 2005



## Optická mřížka z různých pohledů

JIRÍ TESAŘ, PETR BARTOŠ

Katedra fyziky, Pedagogická fakulta, JU České Budějovice

### Abstrakt

Príspevok vychází z klasického měření na optické mřížce a ukazuje, jak toto měření rozvinout pomocí on-line měření se spektrometrem, resp. jak využívat model tohoto jevu vytvořený pomocí modelovacího programu MATLAB ve výuce fyziky na středních a vysokých školách.

### Optická mřížka

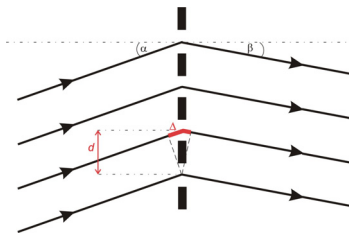
S poznatky o optické mřížce se studenti seznamují již na střední škole [1]. Jedná se o základní aplikaci difrakce světla, se kterou se v plné šíři seznámí v základním kurzu fyziky a fyzikálním praktikum na vysoké škole [2], [3].

Klasická optická mřížka je soustava  $n$  rovnoběžných vrypů vyrytých do skleněné (plastové) desky. Vzdálenost středů sousedních vrypů (nebo sousedních štěrbin mezi vrypů) nazýváme *mřížková konstanta*. Tento údaj je základní veličinou charakterizující danou optickou mřížku. Současné optické mřížky mají až několik tisíc vrypů na milimetr, tj. hodnota mřížkové konstanty se pohybuje v jednotkách  $\mu\text{m}$  (tisících nm).

Při průchodu světla optickou mřížkou dochází k ohybu paprsků na jednotlivých štěrbinách a následné interferenci těchto paprsků. Po průchodu světla mřížkou vznikají v závislosti na vlnové délce světla a mřížkové konstantě interferenční maxima a minima. Dopadá-li svazek paprsků na optickou mřížku pod úhlem  $\alpha$  a vzhledem k normále se ohýbá o úhel  $\beta$  (obr. 1), potom pro vznik interferenčního maxima  $k$ -tého řádu platí podmínka:

$$k \cdot \lambda = d \cdot (\sin \alpha + \sin \beta), \quad (1)$$

kde  $d$  je mřížková konstanta a  $\lambda$  vlnová délka procházejícího světelného paprsku. Pravá strana výrazu (1) vlastně představuje dráhový rozdíl  $\Delta$  mezi svazky paprsků procházejícími sousedními štěrbinami.



Obr. 1: Ohyb paprsků na optické mřížce

Dopadají-li paprsky kolmo na mřížku, tj. úhel  $\alpha = 0$ , potom také  $\sin \alpha = 0$  a vztah (1) se zjednoduší na vztah (2), s kterým se seznamují studenti již na střední škole:

$$d \cdot \sin \beta = k \cdot \lambda. \quad (2)$$

Odchýlení interferenčních maxim závisí tedy na vlnové délce, tj. dochází k rozložení světla dopadajícího na optickou mřížku do spojitého spektra nebo do jednotlivých spektrálních čar podle toho, jaký zdroj světla jsme použili. Optickou mřížku můžeme na základě těchto úvah použít v praxi například ve spektroskopech.

### **Optická mřížka ve fyzikálním praktiku**

Pro měření ve fyzikálním praktiku nejčastěji používáme klasickou optickou mřížku (rovinná mřížka na průchod). Vlastní měření se realizuje převážně pomocí goniometru (obr. 2), jímž měříme úhly odchýlení jednotlivých interferenčních maxim.



Obr. 2: Měření goniometrem

Úlohu můžeme rozdělit do dvou částí:

- a) určení mřížkové konstanty použité mřížky,
- b) určení vlnové délky.

Hodnotu mřížkové konstanty určujeme v případě, že ji neznáme, nebo chceme-li ověřit údaj udávaný výrobcem. Potřebujeme k tomu zdroj světla o známé vlnové délce, nejčastěji se používá sodíková výbojka, jejíž dublet vyzařuje vlnové délky 589,1, resp. 589,6 nm. Toto světlo necháme dopadat kolmo na měřenou mřížku a na goniometru odečteme odchýlení paprsku po průchodu mřížkou. Ze vztahu (2) pak snadno určíme mřížkovou konstantu. Měření vlnových délek spektrálních čar měřeného zdroje světla je analogické předchozímu měření.

Jaká jsou největší úskalí tohoto měření? Měření musí probíhat vzhledem k výše uvedeným skutečnostem v temném prostředí, naproti tomu pozorované spektrální čáry mají poměrně značnou intenzitu, tento kontrast a následně odčítání přesné hodnoty úhlů na goniometru pomocí nonia vyvolává neustálé střídání světla a tmy. Tak vznikají vysoké nároky na zrak experimentátora, které se často projevují zvýšenou únavou a z té plynou mnohé další nepřesnosti měření. Také zdlouhavé a náročné odčítání měřených úhlů pomocí nonia je pro studenty zvyklé na současné digitální měřicí přístroje velmi namáhavé a soustředění a následně na zpracování naměřených výsled-

ků. Všechny tyto skutečnosti způsobují, že tato úloha je mezi studenty jednou z nejméně oblíbených.

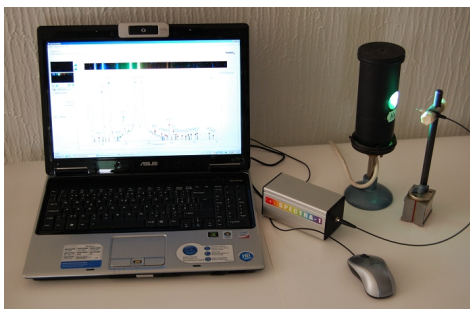
Jak všechna tato úskalí překonat? Snad doplněním této úlohy o nové motivující prvky, které budou vycházet z dané problematiky a vhodným způsobem ji doplní, resp. rozšíří. Tuto úlohu můžeme velmi jednoduchým způsobem inovovat – využít té skutečnosti, že jako optickou mřížku můžeme použít část CD disku, z kterého odstraníme polep (nad parou). Podobně jako u první části měření s optickou mřížkou, mohou studenti určit jeho „mřížkovou konstantu“, tj. vzdálenost dvou sousedních stop. Toto provedení ukazuje možnost, jak využít zdánlivě teoretický poznatek k ověření základního technického parametru, jakým je hustota stop na CD disku a pro studenty bude jistě více motivující než měření s klasickou optickou mřížkou.

Při použití sodíkové lampy ( $\lambda = 589 \text{ nm}$ ) dostáváme úhel odchylení pro maximum prvního řádu cca  $22^\circ$ , resp.  $51^\circ$  pro druhé maximum, z čehož vychází mřížková konstanta 1 500 nm. Tato hodnota je ve shodě s technickými parametry udávanými výrobcí CD disků. Při pečlivém měření zjistíme dokonce i různé vzdálenosti sousedních stop u CD s různou kapacitou.

### Ověření výsledků měření

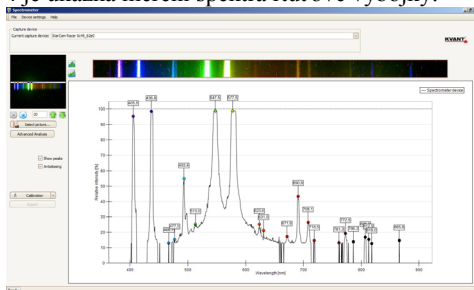
Optická mřížka je v praxi využívána jako základní část spektroskopu, pomocí kterého zkoumáme složení látek na základě rozložení spektrálních čar, které daná látka emituje. Měřením spektra rtuťové výbojky získáme spektrum různě intenzivních čar, které můžeme porovnat s tabulkovými hodnotami, ale toto porovnání je zdoluhavé. Studenti navíc často porovnávají naměřené hodnoty s intervalem vlnové délky pro danou barvu, místo aby vyhledali vlnové délky spektrálních čar rtuti.

K ověření výsledků měření s optickou mřížkou lze použít spektrometr. Jako vhodný se jeví např. spektrometr *SPECTRA – 1* od slovenské firmy Kvant [4], který umožňuje on-line měření a pracuje v rozsahu 360 až 940 nm - viz obr. 3. Jednoduchým ovládáním a přijatelnou cenou je předurčen k zařazení do fyzikálního praktika.



Obr. 3: Spektrometr SPECTRA - 1

Ve spojení s dodávaným softwarem umožňuje tento spektrometr velmi jednoduché a rychlé určení vlnové délky a poměrné intenzity spektrálních čar měřeného optického zdroje. Na obr. 4 je ukázka měření spektra rtuťové výbojky.



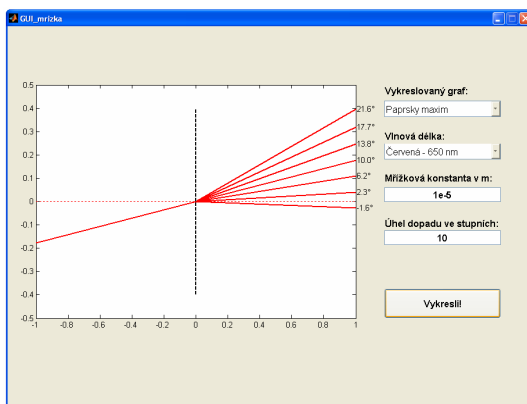
Obr. 4: Zobrazení spektra Hg výbojky

Z obrázku je patrné, že jednotlivá maxima odpovídají příslušným spektrálním čarám, krom toho je zobrazena také jejich vlnová délka.

## Optická mřížka a počítačový model

Jako další prohloubení a zatraktivnění tohoto učiva se jeví studovat uvažovanou problematiku pomocí počítačového modelu. V programovém balíku MATLAB jsme vytvořili jednoduchý model, který lze využít ke zdůraznění základních vlastností optické mřížky ve výuce.

Na obrázku 5 je zobrazeno grafické rozhraní této aplikace, ve kterém lze zvolit požadované parametry – úhel dopadu světelného paprsku na mřížku, vlnovou délku světla a mřížkovou konstantu. V závislosti na těchto parametrech se vykreslují polohy jednotlivých maxim.



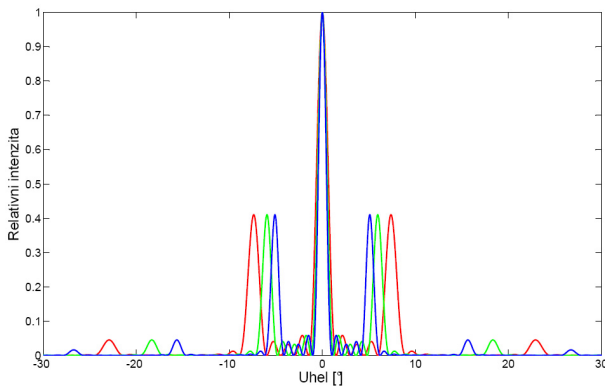
Obr. 5: Pracovní okno modelu.

Na následujícím obrázku je graficky vynesena relativní intenzita pro červenou, zelenou a modrou barvu v závislosti na úhlu odchýlení od přímého směru. K vykreslení je použit vztah pro hodnotu intenzity  $I$

$$I = I_{\max} \left( \frac{\sin \mu}{\mu} \right)^2 \left( \frac{\sin N \vartheta}{N \sin \vartheta} \right)^2, \quad (3)$$

kde  $\mu = \frac{\pi a}{\lambda} \sin \alpha$ ,  $\vartheta = \frac{\pi d}{\lambda} \sin \alpha$  ( $a$  značí šířku jedné šterbiny,  $N$  jejich počet).

Jak je patrné z obrázku, neohýbají se všechny paprsky stejně, čehož je právě využito při rozkladu světla. Paprsky o větší vlnové délce se ohýbají více a jejich maxima jsou o něco širší. Dále je patrné, že intenzita maxim vyšších řádů postupně klesá.



Obr. 6: Zobrazení závislosti relativní intenzity na úhlu odchýlení pro různé barvy.

## Závěrem

Cílem tohoto příspěvku bylo ukázat některé přístupy k výuce základních poznatků o optické mřížce na gymnáziích, resp. ve vysokoškolských kurzech fyziky. Je zřejmé, že do budoucna nevystačíme s klasickým výkladem a provedením fyzikálního měření, proto jsme se snažili tuto problematiku na našem pracovišti rozšířit o on-line měření a počítačové modelování. Věříme, že podobným způsobem lze přistoupit i k mnoha dalším fyzikálním jevům a zákonitostem.

## Literatura

- [1] Lepil, O.: *Fyzika pro gymnázia – Optika*, Prometheus Praha, 2008.
- [2] Halliday D. a kol.: *Fyzika*. VUTIM Brno, Prometheus Praha, 2000.
- [3] Brož, J. a kol.: *Základy fyzikálních měření I*, SPN Praha 1983.
- [4] <http://www.kvant.sk/typo3/kvant.sk/index.php?id=236>

## **Projekty ve fyzice netradičně**

*HANA TESAŘOVÁ*

*Základní škola Edvarda Beneše Lysice*

### **Úvodní slovo**

Projektová výuka je fenoménem současného školství a je jednou z cest, jak netradičně a hlavně záživnou formou rozvíjet klíčové kompetence. V projektech si žáci vyzkoušejí celou řadu rolí, které s sebou přinese později pracovní proces i běžné životní situace. Podle mého názoru je úkolem základní školy žáky na tyto situace připravit.

### **Jaderná energie jinak**

Během své dlouholeté praxe jsem zařazovala do výuky celou řadu projektů, nejen krátkodobých v rozsahu jedné vyučovací hodiny, ale i dlouhodobých zasahujících do více vyučovacích hodin. Při zařazení projektu do výuky je nutné řídit se několika základními pravidly:

- význam projektu pro žáka
- význam projektu pro výuku (učitele)
- náročnost a kompetence žáka v praxi

Ve svém příspěvku se zaměřím jen na jeden projekt. Pracovní název projektu je „Soudní proces s jadernou energií“. Je zařazen do devátého ročníku v kapitole Jaderná energie ve druhém pololetí. Látka je probírána částečně v chemii (rozpadové řady) a většina žáků základní školy další znalosti nevyužije. Jsem přesvědčena, že by žáci měli umět spoustu jiných dovedností, např. umět obhájit svůj názor, uvést dostatečnou argumentaci k prosazení svého názoru, získané informace utřídit a využít, získaným informacím porozumět a využít je i v jiných oblastech, naučit se pracovat v týmu a zvládnout různé role. A hlavně umět prezentovat to, co umím.

### **Organizace projektu**

Projektu jsou věnovány čtyři vyučovací hodiny. V první hodině žáky informuji o průběhu projektu, o organizaci a o průběhu vlastního „soudního procesu“. Žáci se podle vlastního uvážení rozdělí do dvou pracovních týmů. Do rozdělení skupin nezasahují a také netrvám na tom, že jsou stejně početné. Je nutné, aby se žáci zařadili do pracovní skupiny tak, aby je práce v přípravě oslovila a byla v souladu s jejich názorem na svět. Zadání projektu je nutné provést přesnou specifikací výstupu písemnou formou a nadiktovat žákům termíny jednotlivých kroků. Během přípravy dávám žá-

kům volnost při vlastní realizaci projektu, pouze jim mohu poradit a pomoci, jsem-li požádána. V žádném případě jim nediktuji, jak mají daný úkol splnit.

V průběhu první vyučovací hodiny žáci připraví strategii realizace, stanoví vedoucího skupiny, ty, kteří budou vystupovat při soudním procesu a rozdělí si jednotlivé úkoly. V této fázi přípravy je nutné práci žáků jemně korigovat, pomoci jim s organizací, ale jen do té míry, aby neměli pocit, že se jim snažím významným způsobem zasahovat do vlastní práce.

Další dvě vyučovací hodiny jsou zaměřeny na získávání informací. Pracujeme ve třídě i v počítačové učebně. Většinou se žáci věnují přípravě ještě ve volných hodinách a v době mých konzultací.

Soudní proces plánuji tak, že volím takové hodiny, aby ve stejnou dobu měli fyziku žáci osmého ročníku, kteří se zúčastní výstupu jako porota. Pokud to náhodou nevychází, lze zvolit i žáky sedmého ročníku. Letos jsem to absolvovala s žáky sedmého ročníku a zvládli svoji roli velmi dobře. „Porotci“ se se svojí rolí seznamují až při zahájení projektu a volba poroty probíhá tak, že pět členů si volí žaloba a pět členů obhajoba. Soudce představuje pro jednu třídu tradičně ředitel školy a další porotci jsou učitelé. Vhodnými adepty jsou kolegové jiných předmětů než fyziky a chemie. Předchozí ročníky byl problém přemluvit některého z kolegů, aby se ujali role soudce, ale letošní rok byl zajímavý tím, že nastala situace opačná. Tito devátáci nás celou dobu školní docházky překvapovali iniciativou, nápady a ochotou zapojit se do různých aktivit. Ti předchozí byli jejich pravý opak. Takže mnoho mých kolegů bylo zvědavých, jak zvládnou výstup.

#### Program soudního procesu

- |  |          |
|--|----------|
| 1) Úvodní slovo – volba poroty, vysvětlení průběhu vyučovací hodiny, seznámení poroty s programem, stanovení společných pravidel | 3 minuty |
| 2) Úvodní řeč obžaloby   | 7 minut  |
| 3) Úvodní řeč obhajoby   | 7 minut  |
| 4) Doplnění argumentace  |          |
| obžaloba   | 3 minuty |
| obhajoba   | 3 minuty |
| 5) Dotazy poroty na obě strany   | 5 minut  |
| 6) Porada poroty a domluva na výsledku   | 5 minut  |
| 7) Vynesení rozsudku a závěr procesu   | 5 minut  |

Do úvodních řečí jednotlivých stran procesu nesmí nikdo zasahovat. Mým úkolem je hlídat čas, aby nedošlo k narušení programu. Většinou se stává, že vystoupení bývá kratší, takže je možné upravit program. Výhoda obhajoby je v tom, že „obhájce“ může ve své řeči reagovat na předchozí vystoupení. Je přísně zakázáno

používat vulgarizmy, osobní útoky ke členům protistrany a vystoupení je zaznamenáváno na video.

Po ukončení vystoupení druhé strany probíhá diskuze, která je omezená na dva bloky po třech minutách či podle volného času je možné tuto aktivitu protáhnout tak, aby se dodržela závěrečná část programu. V této části mohou klást otázky všichni v sále, porotci, členové protistran, soudce i učitelé přítomní ve třídě. Po vyčerpání časového limitu se porota odebrá k poradě.

Porada poroty probíhá mimo místnost a zúčastňuje se jí soudce a členové poroty. Musí jich být lichý počet, aby byl jednoznačně stanovený výsledek hlasování. Po ukončení porady se vrací porota zpět do třídy a jednotliví porotci zveřejňují svoje rozhodnutí se stručným vysvětlením. Závěrečné slovo má soudce, který vyhlásí výsledek hlasování.

Po vynesení rozsudku si vezmu ještě chvilku slovo já, kdy zhodnotím pár větami vystoupení stran procesu a vystoupení poroty a vždy končím poděkováním za odvedenou práci.

### **Hodnocení projektu v různých ročnících**

Tento projekt zkouším s žáky devátých tříd již sedm let. První ročník probíhal velmi seriózně, žáci si připravili na panelech informace podporující jejich stanovisko, za každou skupinu vystoupil jeden nebo dva žáci a ti přednesli argumenty formou přednášky. Porota rozhodovala vlastně podle vlastního názoru, jen relativně málo byli ovlivněni přenesenými podklady.

V dalších ročnících probíhala vystoupení téměř stejně, jen jedna třída, vlastně jedna ze stran nesouhlasila s rozhodnutím poroty předneseném panem ředitelem a písemně se odvolali a s transparenty šli žádat ředitele školy o obnovení procesu a sestavení „nezaujaté“ poroty. Po velmi „bouřlivém“ jednání v ředitelně nakonec uznali, že soupeři byli lepší a po tom, co vedoucí petičního výboru prohlásil, že se vlastně báječně bavili a zhodnotil projektu jako velmi dobrý, jsme se rozešli.

### **Letošní školní rok a hodnocení projektu**

Postupem času ale začínají zasahovat do vystoupení prezentační prostředky. Letošní vystoupení devátých tříd se již plně vyrovnalo prezentačnímu vystoupení s vysokou úrovní. Před zadáním projektu jsem žáky seznámila se základními lektorskými dovednostmi, se základními pravidly proslovu a používání prezentací na data-projektoru. Kolegyně češtinářky mě velmi podporovaly a společně jsme žáky na tento druh vystoupení připravovaly.

Žáci devátých tříd si velmi pečlivě nachystali podklady, hledali informace z různých zdrojů, obraceli se o pomoc i radu u kolegů a dokonce zadali anketu mezi žáky na téma „Jaderné elektrárny nebo alternativní zdroje“? Již před vystoupením to ve škole vřelo a dotaz, zda jsem pro jadernou energetiku či větrné elektrárny jsem slyšela každý den několikrát. Proto jsme také do třídy, kde probíhaly po sobě dvě vy-



stoupení, museli přinést židličky z jídelny, abychom mohli usadit i diváky z řad veřejnosti.

Tento rok připravily svá vystoupení tři deváté třídy. Všechna byla velmi pěkná, na vysoké úrovni a každé vystoupení bylo jiné. Současní žáci jsou si vědomi síly médií a i jejich vystoupení nepostrádaly jemnou a vhodnou manipulací ze strany vystupujících. Tato stránka projektu je z mého pohledu velmi cenná, protože umět nabídnout a zhodnotit svoji práci je jedna z velmi důležitých kompetencí pro život. Trh práce je nakloněn tomu, kdo má a hlavně umí nabídnout své schopnosti a dovednosti.

Žaloba třídy 9.A použila hudbou podbarvenou presentaci následků výbuchu jaderné elektrárny v Černobylu, obhajoba stavěla na velmi rozumově jednoduchých argumentech a uvedla celou řadu argumentů podporujících bezpečí a kvalitu výroby energie jadernými elektrárnami. Hodnocení poroty pod vedením pana ředitele rozhodla ve prospěch jaderné energetiky.

Třída 9.B postavila vystoupení opačně, žaloba „humorným“ vystoupením zlehčila nebezpečí jaderných elektráren a postavila vystoupení na silné osobnosti žáka, který žalobu vedl. I tady zvítězilo řešení výroby energie v jaderných elektrárnách.

Poslední vystoupení bylo nejlepší ze všech. Nejen tím, jak žáci velmi zodpovědně připravovali a trénovali ve volném čase své vystoupení, ale i jak pojali celou presentaci. Vystupovali téměř všichni členové skupin, všichni byli oblečení ve společenských úborech, vystoupení bylo secvičené a mělo velmi dobrou skladbu. Použili presentaci promítanou na interaktivní tabuli, vhodně si předávali slovo i střídali aktivity. Dokonce připravili jako vhodný argument model „nenarozeného koťěte“, jehož vývoj poškodila radioaktivita. Mě nejvíce potěšilo, že když se odebrala porota k poradě, tak si strany procesu gratulovali k dobrému výkonu.

### **Postřehy z vystoupení**

V závěru příspěvku bych chtěla uvést některé postřehy z vystoupení poroty:

#### **1. pro výrobu elektrické energie v jaderných elektrárnách:**

- nebezpečí pouze ze selhání lidského faktoru
- málo energie z jiných zdrojů, víra v bezpečnost jaderných elektráren
- pro ovzduší jsou bezpečné, vypouštějí pouze páru
- havárii Černobylu zavinil člověk
- bez počítače si dovedu život představit, ale bez televize ne, a bez energie to nejde
- jsem pro výrobu energie, bez „komplů“ neexistuju
- už teď platíme hodně peněz za energie, abychom neplatili víc

- jaderné elektrárny jsou bezpečné, lepší technika a vyškolený vysokoškolský personál
  - citově vnímám nebezpečí jaderné energie, ale rozumově vím, že bez jádra to zatím nejde
2. proti – výroba elektrické energie jiným způsobem:
- strach z další havárie jako byl Černobyl
  - jádro nahradit něčím ekologičtějším, jádra ubývá, bude dražší energie

Zazněly i poznámky o tom, že řešení není v druhu výroby energie, ale ve výrazném snížení spotřeby energie a v celkové změně životního stylu lidí, méně komerčním a pohodlném.

### **Závěrem**

Učím již dlouho a zažila jsem mezi školními lavice spoustu věcí, ale stále znovu mě žáci překvapují. Přeji i vám, aby vás práce se žáky bavila a hlavně aby bavila naše žáky.

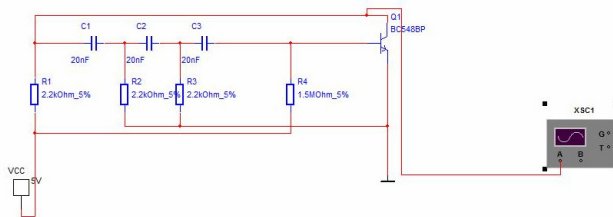
## Generátory harmonických a tvarových kmitů pro studium elektroniky

MIROSLAV TOBYŠKA, JIŘÍ KULIČKA

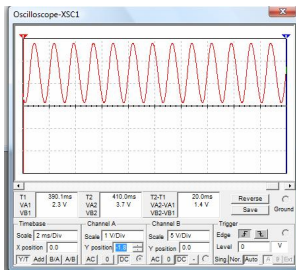
Univerzita Hradec Králové, pedagogická fakulta, katedra informatiky

Seznámení se s generátory harmonických a tvarových kmitů, sloužící pro demonstraci během výuky.

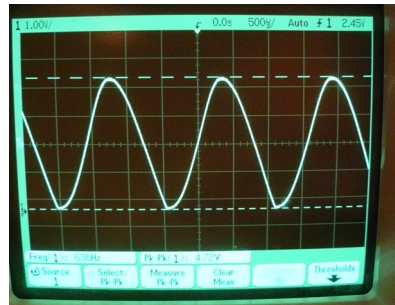
Generátor harmonických kmitů – 700 Hz viz. obr. 1. Jedná se o RC oscilátor který v počítačových simulacích v programu Multisim 2001 pracuje s frekvencí 700 Hz (obr. 2). V reálu však nelze zakoupit kondenzátor 20 nF proto je zde použit kondenzátor 22 nF což nám však posouvá frekvenci na 640 Hz.



Obr. 1 Oscilátor 700 Hz



a)

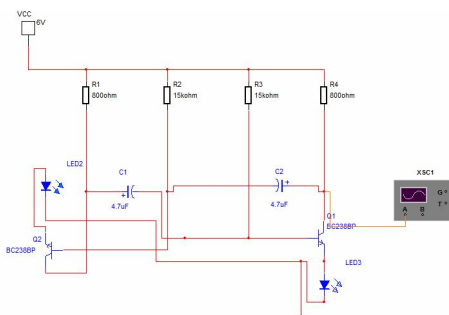


b)

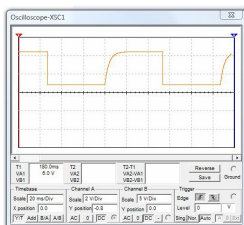
Obr. 2 a) Průběh oscilací v programu Multisim 2001; b) reálný průběh

V obvodech tvarových kmitů jsme použili pro lepší pochopení a vysvětlení astabilní klopný obvod obr. 3, který nám zde slouží jako generátor obdélníkového průběhu.

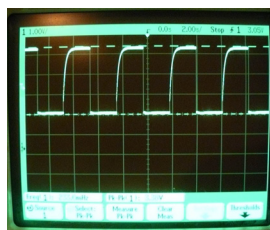
Jeho princip je jednoduchý: Je-li T2 otevřen je T1 uzavřen. Kondenzátor C1 se vybíjí přes výstupní odpor R2 a T1, tím se ovládá báze T1 a při poklesu napětí dojde k otevření T1. Situace je teď opačná, nastal druhý kvazistabilní stav. Kondenzátor C2 se vybíjí přes sepnutý T1 a R2, při poklesu napětí na rozhodovací úroveň se opět otevře T2 a nastává opět první kvazistabilní stav atd. Průběh v simulačním a reálném prostředí je znázorněn na obr. 4.



*Obr. 3 Astabilní klopný obvod - blikáč*



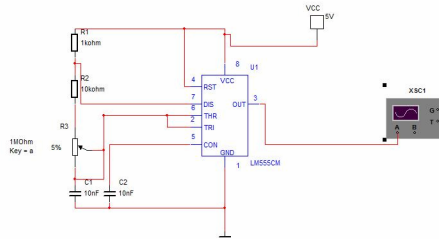
a)



b)

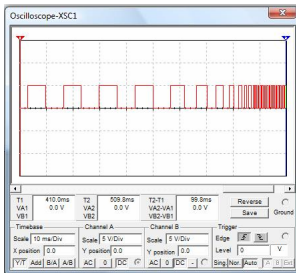
*Obr. 4 a) Průběh v programu Multisim 2001; b) průběh reálného zapojení*

Na porovnání obr. 4 můžeme vidět že modelovaný a reálný průběh sobě téměř odpovídají. Je zde vidět však zkreslení (zaoblení) způsobené kondenzátorem. Pokud bychom použili IO 555 (obr. 5) tak toto zkreslení již vidět nebude (obr 6).



Obr. 5 Generátor obdélníkového průběhu s IO 555

Na uvedených zapojení se nechá vysvětlit např. vznik oscilací, funkce tranzistoru, kondenzátoru atd. Pro studenty to přináší zajímavou a tvůrčí činnost i v případě že nebudou vyrábět plošné spoje a využijí nepájivého pole obr 7. Dále se zde rozvíjí jejich manuální zručnost a především jemná motorika.



Jelikož ne všechny školy jsou vybaveny osciloskopem, tak jsme si zde dovolili uvést několik volně stažitelných a placených programů pro využití zvukové karty jako osciloskopu.

**PCLab** <http://www.bolekvraný.cz>

**Program Osciloskop** <http://www.zelscope.com>

**Soundcard Oscilloscope** <http://www.zeitnitz.de>

Závěrem by chtělo uvést že ne vše co funguje v počítačových simulacích, také funguje v reálném zapojení a opačně. Dále si zde dovoluujeme uvést odkaz na simulační demo verze programů Multisim a Micro-Cap.

Micro-Cap [http://download.chip.eu/cz/Micro-Cap-Evaluation-Student-Version-9.0.1\\_684829.html](http://download.chip.eu/cz/Micro-Cap-Evaluation-Student-Version-9.0.1_684829.html)

Multisim <http://www.dwn.cz/multisim>

## Pokusy s dielektriky

MARTIN TOMÁŠ

*Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická, katedra obecné fyziky*

V příspěvku se zaměřím na možnosti výroby kompozitních dielektrik a měření jejich vlastností. Ukáži výsledky svých měření frekvenční a teplotní závislosti dielektrické konstanty kompozitních materiálů. Dále se zaměřím na poměrně málo známý termodielektrický jev. Vysvětlím princip a popíši současné poznatky o tomto jevu.

### Kompozitní dielektrika

Dielektrika jsou velmi důležitou skupinou materiálů. V současnosti se však na základních školách realizuje pouze několik experimentů s dielektriky. Pokusil jsem se vytvořit nové zajímavé experimenty a vytvořit nové dielektrické materiály. Zaměřil jsem se na kompozitní dielektrika.

Abychom mohli ukázat některé vlastnosti dielektrik, potřebujeme materiál s vysokou hodnotou dielektrické konstanty. Tyto materiály jsou z velké části nevhodné k použití ve výuce. Jedná se často o kapaliny (voda), jedy (kyanidy) či látky velmi drahé (oxidy titanu). Pro demonstrační účely je vhodné použití dielektrika v pevném skupenství. Toto dielektrikum musí být samozřejmě netoxické a levné. Rozhodl jsem se vytvořit kompozitní dielektrikum, které bude splňovat tyto požadavky.

Tento materiál se skládá ze dvou komponent. Jako dielektrické médium jsem použil bezbarvý lak. Jako druhou složku jsem použil práškový kov – chrom, zinek a pentakarbonylové železo. Změřil jsem průměrnou velikost zrn pomocí komparátoru. Průměrná velikost zrn zinku a železa byla přibližně 10  $\mu\text{m}$ . Kovové částice chromu dosahovaly velikosti okolo 0,3 mm. Dielektrickou konstantu vzorků jsem měřil univerzálním LCR – metrem ELC – 131D a toto měření jsem provedl při dvou frekvencích (120 Hz a 1 kHz)

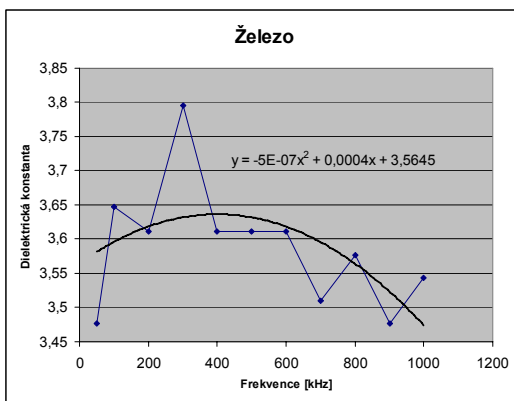
Materiál	Velikost zrn	Frekvence	Dielektrická konstanta	Poznámka
Chrom	~ 0,3 mm	1 kHz	19,12	těsně po zatuhnutí
		120 Hz	7,91	vytvrzený vzorek
		1 kHz	7,85	
Železo	1 – 10 $\mu\text{m}$	120 Hz	5,67	vytvrzený vzorek
		1 kHz	4,91	
Zinek	1 – 10 $\mu\text{m}$	120 Hz	2,06	vytvrzený vzorek
		1 kHz	2,07	

Z práškového kovu a bezbarvého laku jsem vytvořil válcové vzorky a poté jsem změnil frekvenční a teplotní závislost dielektrické konstanty.



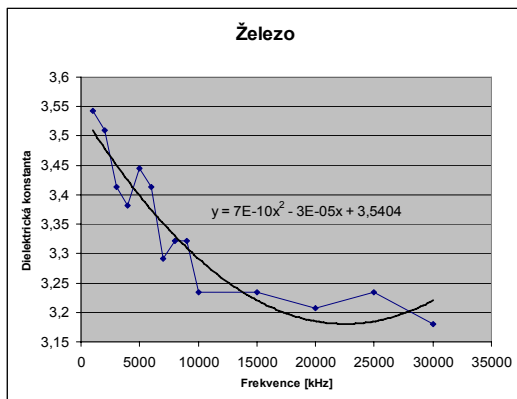
Obr. 1: Vzorek kompozitního dielektrika – chrom

K měření frekvenční závislosti dielektrické konstanty jsem použil přípravek pro měření dielektrik Tesla BP 311.0 a Tesla Q – metr BM 311G. Měření jsem provedl pro frekvence 50 kHz až 50 MHz.



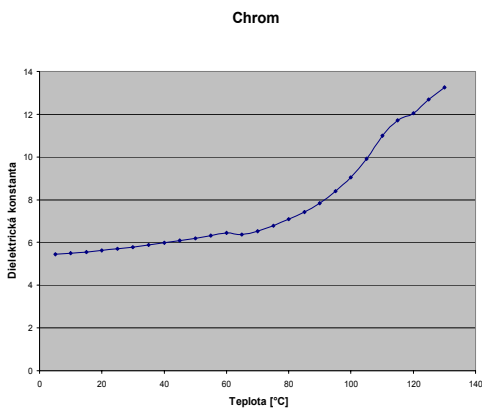
Obr. 2: Frekvenční závislost dielektrické konstanty železa (malé frekvence)



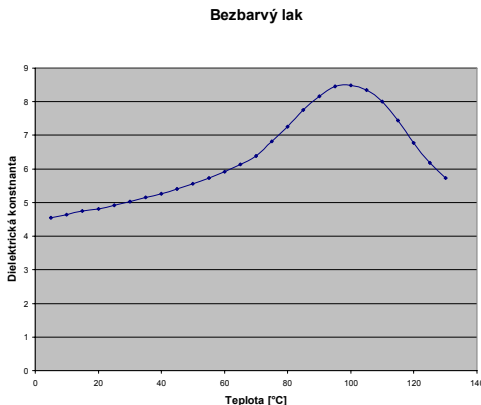


Obr. 3: Frekvenční závislost dielektrické konstanty železa (vysoké frekvence)

Rovněž jsem změřil teplotní závislost dielektrické konstanty chromového vzorku. Vzorek jsem umístil do kádinky se silikonovým olejem a měřil jsem dielektrickou konstantu při různých teplotách (5°C – 130°C).



Obr. 4: Teplotní závislost dielektrické konstanty – chrom



*Obr. 5: Teplotní závislost dielektrické konstanty vzorku bezbarvého laku*

Z naměřených závislostí je patrné, že došlo ke změně vlastností vzorku přítomností kovové složky.

### **Termodielektrický jev**

V roce 1944 byl v Brazílii objeven zajímavý, obecně nastávající jev. Bylo zjištěno, že tání a tuhnutí některých dielektrik je doprovázeno separací elektrického náboje. Objevitelem tohoto fenoménu je Costa Ribeiro. Termodielektrický jev byl objeven náhodou během výzkumu elektretů. Costa Ribeiro zjistil, že jev nastává v okamžiku, kdy mezi dvěma fázemi daného dielektrika postupuje fázové rozhraní. Experimenty byly realizovány s několika materiály – karnaubský vosk, naftalen a parafín. Mezi jednotlivými částmi dielektrika (pevné a kapalné) je možné měřit elektrické napětí a toto napětí je úměrné rychlosti postupu fázového rozhraní. Samotné fázové rozhraní pak funguje jako polopropustná membrána, která propouští pouze určitý typ iontů. Stejný efekt byl pozorován i u vody. Je možné, že existuje spojitost mezi tímto jevem a některými elektrickými jevy v atmosféře. Definitivně však tento jev dosud nebyl vysvětlen. Podrobnější popis tohoto jevu je k dispozici na webových stránkách, které jsem vytvořil na adrese <http://dielektrika.kvalitne.cz>. Tyto stránky jsou věnované celé problematice dielektrik a obsahují i další výsledky měření.

### **Literatura**

- [1] Gross B.: *Theory of Thermoelectric Effect*. Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro, 1953.
- [2] Van Vleck, J.H.: *The Theory of Electric and Magnetic Susceptibilities*. Clarendon Press, Oxford, 1932.
- [3] Havel V.: *Úvod do teorie elektromagnetického pole*. Pedagogická fakulta, Plzeň 1984
- [4] [http://www.clippercontrols.com/info/dielectric\\_constants.html](http://www.clippercontrols.com/info/dielectric_constants.html)

## **MOSEM – low-tech souprava pro pokusy z elektromagnetismu**

*JOSEF TRNA, PETR NOVÁK*  
*Pedagogická fakulta MU, Brno*

### **Abstrakt**

Prezentace "low-tech" soupravy jednoduchých experimentů z elektromagnetismu. Souprava byla vytvořena v rámci projektu MOSEM a je představena spoluautory soupravy-spoluřešiteli tohoto evropského projektu.

### **1 Projekt MOSEM**

Projekt MOSEM (**M**inds-**O**n experimental equipment kits in **S**uperconductivity and **E**lectro**M**agnetism) je řešen od listopadu 2007 do dubna 2010 [1]. Tento projekt nabízí školám a učitelům soubor jednoduchých motivačních fyzikálních experimentů z elektromagnetismu. Výstupem jsou dvě soupravy pomůcek, které jsou doplněny textovými materiály, videi a animacemi. Projekt je založen na konstruktivistickém pojetí výuky fyziky. Problémové motivující jevy a vlastní bádání studentů má zvýšit motivaci ke studiu fyziky na středních i základních školách. Projekt navazuje na předchozí projekty, zejména SUPERCOMET 2 [1].

### **2 Low-tech souprava pro pokusy z elektromagnetismu**

První ze dvou souprav pomůcek (MOSEM – low-tech – kit) umožňuje realizovat sérii jednoduchých experimentů z celého tématu Elektromagnetismu s přesahem do tématu Magnetismus. Pomocí pomůcek této soupravy lze realizovat následující experimenty (ponecháváme původní anglické názvy experimentů):

#### **1. Magnetic poles:**

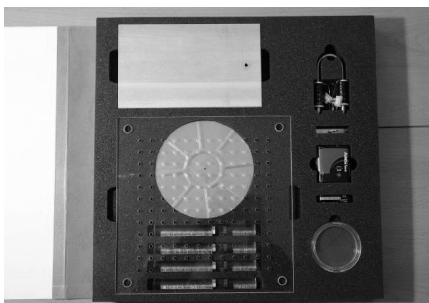
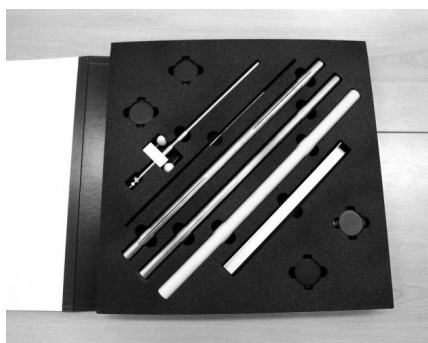
- Set of toy magnets + fluxdetector
- Magnetic construction sticks and balls

#### **2. Magnetic field (produced by permanent magnets):**

- Magnets and solenoids
- Magnetic materials
- Study of magnetic field with filings
- Series of needles hanging above a magnet
- Tile of 5 magnetic rings around a stick
- Tile of many magnetic rings in a tube
- Magnetic dog
- Magnets floating on the water
- Attracting force: measurement with springs
- Repelling force: measurement based on gravity

- “Ski jumping” in a magnetic field
- 3. The Earth’s magnetic field:
  - The unwilling magnet
  - Measurement of component of magnetic field
- 4. Magnetic effect of a current:
  - Magnetic field around a wire
    - a) Oersted’s experiment – vertical version
    - b) Oersted’s experiment – horizontal version
  - Magnetic force between parallel wires (Ampere’s experiment)
  - Magnetic fields from coils
    - a) Field in the centre of a coil
    - b) Field in the centre of a solenoid
    - c) Interaction between a coil and a magnet
- 5. Electromagnets:
  - Iron core (big nail) vertically attracted inside a coil
- 6. Magnetic force on a current (Lorentz force):
  - Pohl experiment
  - Turning effect on a coil (Turning coil between magnets)
  - Electric motors
    - a) Paperclip motor
    - b) One loop motor
    - c) Homopolar motor
- 7. Electromagnetic induction:
  - Induced EMF and current in a moving wire
  - Induced EMF and current in a coil (magnet is pushed into a coil)
  - Eddy currents
    - a) Lazy pendulum
    - b) Electromagnetic brake
    - c) The drunken magnet
    - d) The sliding magnet
    - e) Falling magnet in tube of copper with/without slits
- 8. Generators – A simple AC generator
- 9. Coils and transformers – A simple transformer

Prototyp soupravy vypadá takto:



### **3 Závěr**

Po ukončení projektu je plánována výroba této soupravy a její distribuce v Evropské unii. Další informace o projektu jsou dostupné na stránkách katedry fyziky Pedagogické fakulty MU [2].

### **Literatura**

- [1] [http:// www.mosem.no](http://www.mosem.no)
- [2] <http://www.ped.muni.cz/wphy/>

## **Věřte – nevěřte, ale ověřte**

*MAREK VESELÝ*

*ZŠ a MŠ Kladno, Vodárenská 2115 + Asociace malých debružárů ČR*

Příspěvek v krátkosti představuje nový soubor krátkých fyzikálních povídek, které vybízejí čtenáře (žáky a studenty) k tomu, aby zhodnotili, zda se mohly, či nemohly stát. Na konci každého příběhu je námět na jednoduchý pokus, kterým by se prokázala důvěryhodnost příběhu. Povídky jsou originální – vlastní tvorba autora.

### **Úvod**

Zřejmě fascinace životními situacemi, které by leckterý spisovatel či scénárista ve své bujně fantazie jen stěží vymyslel a také inspirace americkým televizním seriálem (snad prominete tento můj poklesek) „Věřte nevěřte“ (v originále „Beyond Belief: Fact or Fiction“) stály na začátku mého rozhodnutí zkusit psát krátké příběhy. Krátké natolik, aby si je žáci stihli v nedlouhém čase přečíst, zajímavé a netradiční, aby je příběhy upoutaly a fyzikální, aby to mělo vzdělávací efekt.

Vzniklo tak zatím (v době konání 14. Veletrhu) 14 minipovídek, které obsahují vyprávění, či popis situací, které se mohly a také nemusely stát. Ale jenom proto, že něco v nich je buď „tajemné“, netradiční, nebo přímo odporující skutečným situacím (a to především z hlediska fyziky). Sérii těchto příběhů jsem nazval „Věřte – nevěřte, ale ověřte“.

Každý příběh je zakončen otázkou, či otázkami, na které se má čtenář pokusit odpovědět. Když ne jinak, tak aspoň, zda příběhu věří, či nikoliv. Definitivní „rozhřešení“ o věrohodnosti příběhu pak umožní pokus, který si lze podle krátkého popisu uvést pod příběhem provést.

Příběhy vznikaly s cílem sloužit především dětem a vedoucím v klubech malých debružárů, které sdružuje Asociace malých debružárů ČR. Na jejich internetových stránkách jsou také zveřejňovány ([www.debruar.cz](http://www.debruar.cz)) a lze si je odtud stáhnout. Dělán si určité naděje, že snad i učitelé fyziky na školách mohou příběhy ve své praxi použít.

Abych nemusel sáhodlouze popisovat, oč v příbězích jde, uvedu jako součást tohoto příspěvku alespoň jeden příběh.

### **Povídka**

#### **Tajemný balíček**

*Zlámaná Lhota. Od našeho zpravodaje. Zlámanou Lhotu zahalil přízrak nadpřirozenosti. Tamní obyvatelé vyděsil balík, který byl objeven na místní poště. V současné době ho zkoumají vědci ve fyzikálním ústavu. Nelze totiž vyloučit, že se jedná o dosud neznámou tajemnou sílu, která působí proti naší gravitaci. Údajně ho poslala jedné*

*místní rodině babička z Moravy, ale to může být jenom zastírací manévr např. mimozemské civilizace, která se chce vetřít do naší populace. O dalším vývoji situace vás budeme v našich novinách opět informovat.*

Tak to je úryvek z novin, který si naše rodina schovala na památku. Balíček od babičky Boženky z Moravy se stal hlavním hrdinou posledních dní v naší obci. Tedy, jestli se dá o krabici plné švestkových kompotů a moravských koláčů něco takového říci.

Všechno začalo toho rána, kdy poštmistrová Hubáčková vyběhla před poštu a začala křičet něco o zázraku, pak o mimozemšťanech a nakonec o spiknutí a jasném útoku na její osobu. Když se seběhli lidé, aby se dozvěděli více, tak jim začala líčit, že ji vyděsil balík, který byl adresován naší rodině a který zprvu vypadal jako desítky dalších, které na poštu dostává. Jenže ona nerada o něj zavádila a balík se na poštovním stole posunul a zůstal „viset“ ve vzduchu asi tak, jak to vidíte na fotografii, která také vyšla v novinách. Prostě asi jedna třetina byla na stole a zbytek mimo desku stolu.



Někdo neváhal a volal do místních novin a také krajské televize. Poštmistrová Hubáčková se hnala hned domů, aby se upravila a vypadala v televizi „k světu“, jak sama řekla. Televizní štáb z krajské televize opravdu přijel a Hubáčková byla ve večerních zprávách za hvězdu. Jenom na Nově to nebylo. Asi proto, že v balíčku nebyla zohavená mrtvola ani nástražný výbušný systém. Jenom ty těžké kompoty a poměrně lehké koláče – výborné, jaké umí jenom babička Boženka. Jenom jí musíme vysvětlit, jak lépe skládat tyhle věci do balíku, aby zase nevyvolala takové pozdvižení, kterého jsme byli svědky. A ještě jednu věc vám musím říci. Než ten balík prozkoumali, tak ty koláče z části někdo snědl a z části oschly. Ach jo. Tak si asi otevřeme kompot!

*Mohl se příběh stát? Je za „levitujícím“ balíkem opravdu nějaká neznámá síla, nebo se dá tento „úkaz“ nějakým normálním způsobem vysvětlit?*

### **Ověřte si to následujícím pokusem:**

K ověření budete potřebovat papírovou krabičku (např. od zubní pasty) a železnou matici (nebo jiný malý, ale těžký předmět). Do krabičky vložte železnou matici a sešuněte ji k jedné straně (je možné ji tam i přilepit). Krabičku postavte na stůl tak, aby asi její  $\frac{3}{4}$  přesahovaly okraj stolu. Na stole pochopitelně leží ta část, kde se uvnitř krabičky nachází těžká matice. A jak to bylo s tím balíkem? Jak asi byly rozloženy kompoty a koláče?

### **Závěr**

Na příběhy a jejich využití při výuce fyziky, či v jiných zájmových kroužcích s „fyzikální náplní“ necht' si každý udělá názor sám. Jak jsem již v úvodu poznamenal, pří-

běhy jsou volně ke stažení (a použití ve výuce) na internetových stránkách AMD ČR – [www.debruar.cz](http://www.debruar.cz) a dále pak také na stránkách – [www.mojewiki.cz/pancel](http://www.mojewiki.cz/pancel). V psaní budu pokračovat a na výše uvedených stránkách se vždy nové příběhy objeví. Pokud mi budete chtít poslat nějaký námět na povídku, nebo se se mnou podělit o nějaké postřehy, či mě případně upozornit na nějakou nesrovnalost, pak můžete využít moji e-mailovou adresu: [vesely.marek@seznam.cz](mailto:vesely.marek@seznam.cz). Předem děkuji.



## CZELTA na Gymnáziu v Pardubicích – 3. rok projektu

VLADIMÍR VÍCHA, JAN HUBÍK, LUKÁŠ FAJT

*Gymnázium Pardubice, Dašická 1083*

### Abstrakt

Tento článek navazuje na můj příspěvek na minulých Veletrzích nápadů učitelů fyziky 12 a 13. Pro plné pochopení článku je vhodné si nejprve přečíst články předchozí.

Při měření kosmického záření jsme získané zkušenosti promítli do výuky, ale především byl vytvořen program, který umožňuje hromadné zpracování nyní již velkého množství dat a hlubokou analýzu chování detekční stanice.

### CZELTA ve výuce

Téma jsme zatím zařadili do projektového týdne tercií, do astronomie ve fyzikálním semináři (maturanti) a do statistiky a pravděpodobnosti v matematice (maturanti).

#### Projektový týden v terciích

Se zavedením ŠVP jsme na naší škole zavedli projektové týdny pro nižší gymnázium. Tercie mají téma *technika* a součástí týdne je také seznámení s projektem CZELTA a zpracování dat.

Již druhým rokem absolvovali terciáni několik hodin podle tohoto modelu:

- Výuka dovedností v Excelu.
- Přednáška o kosmickém záření a měření stanicí CZELTA.
- Týmová práce na zpracování dat.
- Vyhodnocení, ocenění.

Výuku potřebných dovedností v Excelu provádějí učitelé informatiky, ostatní pak učitelé fyziky.

Při týmové práci dostane každá dvojice svůj počítač a různé excelovské soubory dat z některého dne měření. Úkoly jsou zapsány přímo v souboru a do souboru studenti také provádějí zpracování. Excelovský soubor uloží a je ohodnocen. Několik nejlepších týmů získá jedničku a ti nejlepší ze třídy se mohou jít podívat na detektory na střechu školy.

Studenti mají předepsané následující úkoly:

*Seznámit se s daty v tabulce (list: Data).*

*Určit počet spršek za celý den (list: Hod. součty).*

*Vypočítat, po kolika sekundách průměrně dopadaly spršky na detektory.*

*Vytvořit tabulku hodinových součtů (list: Hod. součty).*

*Graf hodinových součtů v závislosti na čase (list: Hod. součty).*

*Najít nejmenší a největší hodinový součet (list: Hod. součty).*

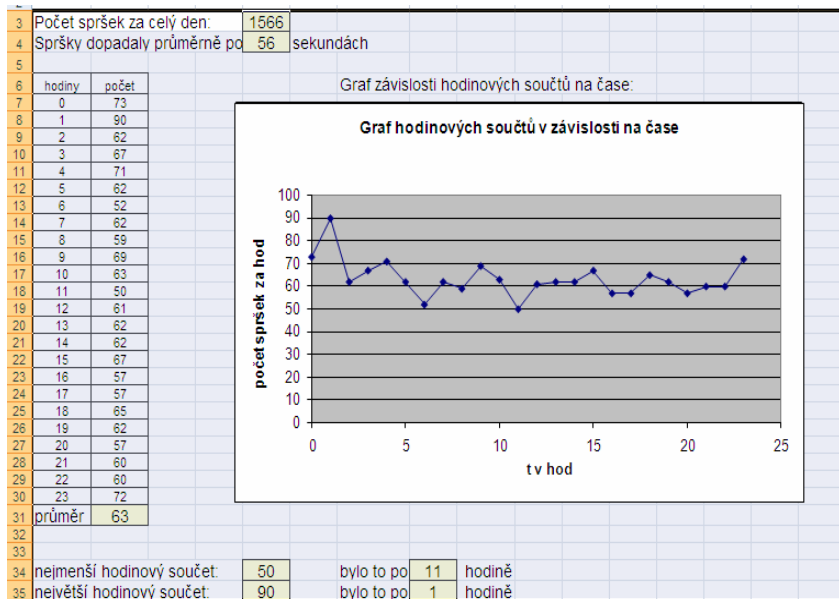
*Vytvořit tabulku teplot detektoru D0, po hodině (list: Teploty).*

*Z grafů posoudit, zda má teplota vliv na počet spršek.*

Základem je porozumět tabulce dat, která má 1500 až 2000 řádků:

rok	měsíc	den	h	min	s	nanosekundy	TDC0	TDC1	TDC2	ADC0	ADC1	ADC2	t0/°C	t1/°C	t2/°C	t°/°C
2007	6	6	0	0	27	76855047,5	1063	3778	2654	422	480	521	22,5	22	22,5	28,5
2007	6	6	0	0	33	107161067,3	1009	3771	1586	195	252	207	22,5	22	22,5	28,5
2007	6	6	0	2	20	496469718,2	1209	3773	2465	1732	767	371	22,5	22	22,5	28,5
2007	6	6	0	2	33	138087008,6	1545	3783	2254	108	162	183	22,5	22	22,5	28,5
2007	6	6	0	4	26	20345292,5	1178	3780	2965	345	140	419	22,5	22	22	28,5
2007	6	6	0	4	50	554923039,2	1015	3776	1560	494	445	260	22,5	22	22	28,5
2007	6	6	0	5	51	998088313,7	687	3772	2632	2047	2047	1548	22,5	22	22	28,5
2007	6	6	0	5	53	573615242,9	1408	3780	2425	502	442	149	22,5	22	22	28,5
2007	6	6	0	6	10	721746123,5	1125	3779	3040	203	277	180	22,5	22	22	28,5

Zde je ukázka jednoho správně vyplněného listu, studenti práci zvládají velmi dobře.



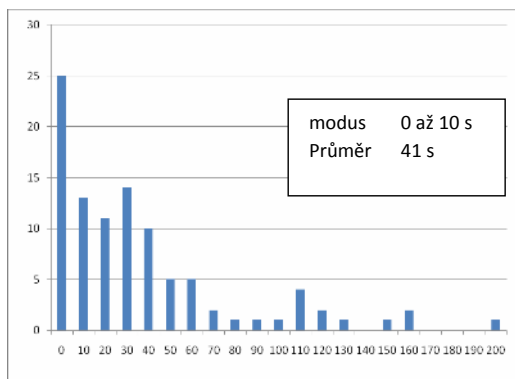
## Matematika (maturitní ročník) – statistika a pravděpodobnost

V kapitole statistika se studenti naučí, co je histogram, a také sestavují histogramy pro různá statistická šetření. Data ze stanice CZELTA jsou pro tento účel dobře využitelná. Jako první se zabývají histogramem energií zachycených v jednom detektoru a pak histogramem časových prodlev mezi příchody spršek.

Časové rozdíly v sekundách mezi příchody 100 spršek (1. 3. 2009)

0	29	10	38	86	36	201	33	169	17
63	1	68	8	116	58	7	31	17	13
5	14	4	15	124	93	77	5	37	12
33	1	2	26	137	34	38	20	129	55
30	15	47	54	40	19	40	48	62	108
23	11	11	13	6	0	46	113	4	46
41	48	24	62	37	6	22	18	1	168
119	20	40	5	1	30	11	72	4	57
39	153	68	55	1	34	20	40	26	4
30	38	119	23	2	10	5	6	1	

Úkol: Sestrojte histogram s rozlišením po 10 sekundách, určete modus a aritmetický průměr. Jaká funkce nejvíce odpovídá histogramu?

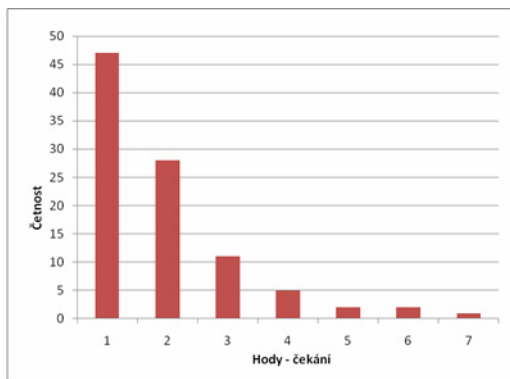


Při tipování nejlepší regresní funkce někdo navrhne hyperbolu, což samozřejmě není správně. Ukážeme, že jde o exponenciálu.

### Házení kostkou

Házeli jsme kostkou tak dlouho, až padlo 200krát sudé číslo. Uděláme histogram „čekání na sudé číslo“. V uvedené tabulce se dočkáme nejpozději po 7. hodu.

2	3	3	6	5	3	3	6	3	3	2	6	4	2	6	4	3	2	5	1
2	5	3	5	5	2	6	5	1	5	1	6	5	4	1	4	6	1	4	6
1	5	4	6	5	2	4	6	4	6	2	6	6	1	5	1	6	2	6	2
2	6	3	3	5	5	4	5	6	6	4	2	5	3	2	6	3	1	4	3
3	3	5	5	1	2	2	6	4	2	1	2	5	5	5	6	6	1	1	3
2	2	5	2	1	3	6	2	5	5	2	2	1	4	1	2	4	3	4	6
1	5	1	3	4	5	4	5	2	2	1	6	1	4	1	4	4	1	1	6
1	2	1	1	4	2	5	2	6	2	3	3	6	6	5	6	5	6	2	1
3	4	6	6	2	6	1	5	5	2	6	5	4	3	6	1	3	6	2	5
6	2	5	2	5	3	4	5	4	4	2	1	6	5	4	2	4	4	1	5



Histogram se nápadně podobá histogramu časových rozdílů spršek kosmického záření. Zdá se, že příchody spršek jsou náhodné jako výsledky při hodu kostkou.

V silách středoškoláka je provést následující úvahu:

Víme, že jev  $A$  při jednom pokusu nastane s pravděpodobností  $p$ .

Proveďme  $k$  nezávislých pokusů. S jakou pravděpodobností  $p_k$  nastane jev  $A$  až při  $k$ -tém pokusu? Pravděpodobnosti nezávislých pokusů se násobí:

$$p_k = (1-p) \cdot (1-p) \cdot (1-p) \cdots p = (1-p)^{k-1} \cdot p$$

Pravděpodobnost  $p_k$  závisí na  $k$  a jde o exponenciální funkci. Můžeme dedukovat, že příchody spršek jsou nezávislé jevy. Tedy alespoň přibližně.

## CZELTA jako vědecký projekt

Na projektu pracují studenti s hlubokým zájmem o věc, a to dobrovolně mimo vyučování. Po třech letech projektu je zřejmé, že někteří z nich pokračují v práci na CZELTĚ i na vysoké škole.

## Vědecká analýza chování stanice

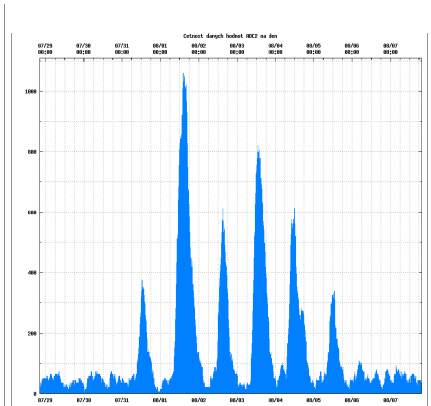
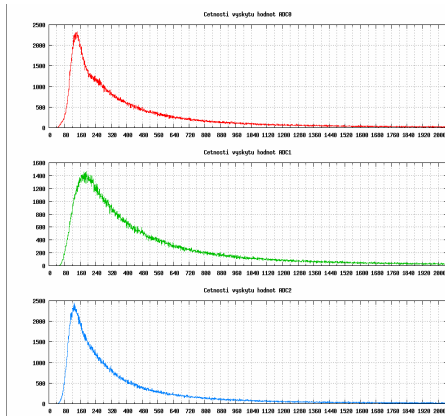
Student Jan Hubík vytvořil program v jazyce C++ (přes 5000 řádků zdrojového textu), který umožňuje:

- Hromadné zpracování obrovského množství dat (např. půl miliónu spršek) v krátkém čase.
- Program zpracovává data nejen z Pardubic, ale z libovolné stanice CZELTA (ČR) nebo ALTA (Kanada).
- Hlubokou analýzu nejrůznějších funkcí stanice.
- Vizualizaci - 2D, 3D grafy, animaci přicházejících spršek.

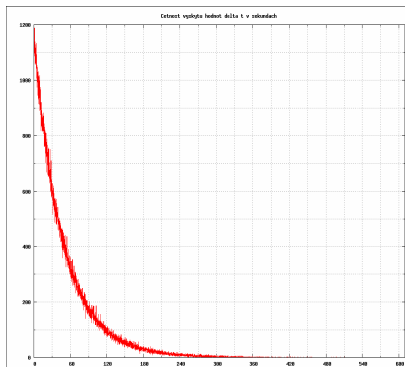
## Program nám umožnil

- Lépe pochopit chování stanice včetně chyb, kterých se nutně dopouští.
- Lepší nastavení konfigurace stanice.
- Sledování oblohy na různých grafech.
- Vyhledávání a zobrazování zajímavých clusterů.
- Porovnávání našich měření s měřeními na jiných stanicích v ČR i v Kanadě.
- Program je k volnému stažení na stránkách naší školy a může sloužit i na jiných školách.

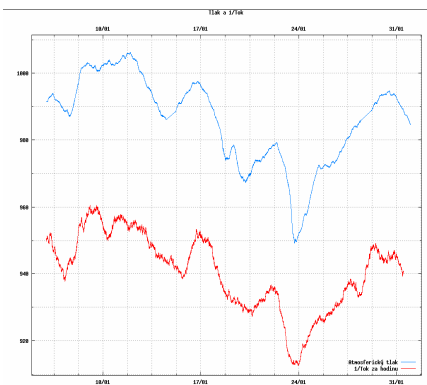
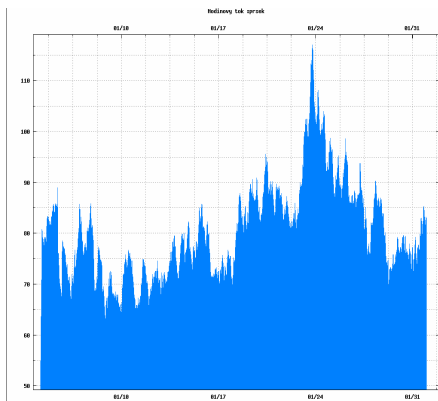
## Vlevo: Energie pohlčená v detektorech



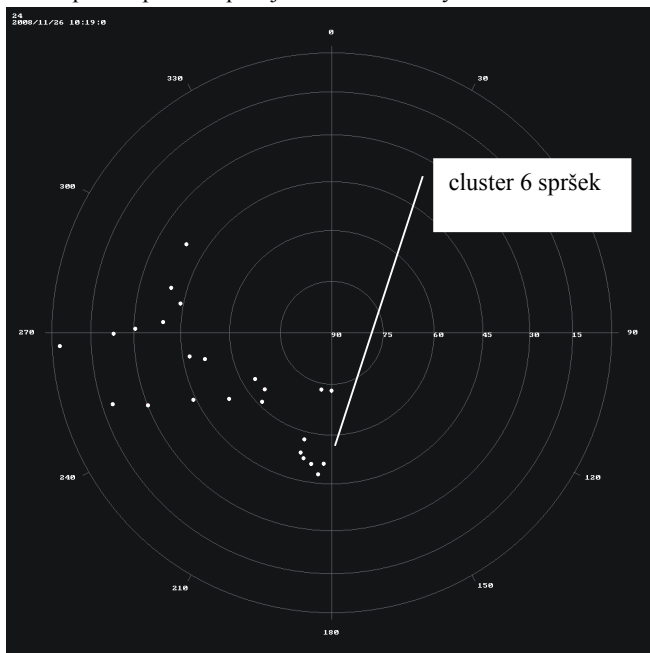
Vpravo: Detektor D2 měřil v letních měsících podezřele často a opakovaně nejvyšší hodnotu pohlčené energie. Ne, to nelétaly v létě částice s vyšší energií. V těchto dnech stanice chybovala díky přehřátí.



Graf je histogram časových rozdílů mezi příchody jednotlivých spršek, v principu stejný jako zpracovávali studenti na 100 sprškách. Program tady ale umožnil zpracovat přibližně 100 000 spršek a graf se tak stal „vyhlazenější“.



Na levém grafu výše vidíme vývoj hodinového toku srážek v závislosti na čase. Na pravém grafu představuje křivka výše závislost tlaku (v hPa) na čase a křivka pod ní je převrácená hodnota hodinového toku srážek. Dvojice grafů dokazuje, že vyšší tlak znamená snížení počtu srážek dopadajících na detektory.



Nalezení zajímavého clusteru z 26. 11. 2008. 24 srážek s maximálním časovým odstupem 37 s mezi dvěma následujícími.

Shluk 6 srážek na rektascenzi 188° a deklinaci 52° je zajímavý a z hlediska náhodnosti málo pravděpodobný.

### **Naše aktivity v roce 2008/09**

- Tři semináře na naší škole za účasti pracovníků ČVUT ÚTEF, učitelů a studentů dalších středních a vysokých škol.
- Vystoupení na semináři v ÚTEF s mezinárodní účastí.
- Účast v soutěži vědeckých a technických projektů – v celostátním kole ocenění České kosmické kanceláře.
- Účast v SOČ obor informatika – v celostátním kole cena ředitele Ústavu informatiky AV.
- Ocenění ředitele ÚTEF při vyhodnocení nejlepších výsledků studentů naší školy.
- Prezentace projektu na STRETECH 2009 na ČVUT v Praze.
- Založení CZELTA wikiédie na stránkách Gymnázia Pardubice, Dašická.

## Fyzika na cestách a v terénu

VOJTĚCH ŽÁK

*Katedra didaktiky fyziky, Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha  
Gymnázium Praha 6, Nad Alejí 1952*

### Abstrakt

Príspevok má dve časti. V prvej ukážeme, jak lze využít zajímavých fotografií z cest ve výuce fyziky. Druhá část se soustředí na náměty fyzikálních měření studentů, např. když cestují vlakem.

### 1 Fotografie z cest ve výuce fyziky

#### 1.1 Úvod

Cestování je pro většinu lidí atraktivní činnost. Cestujeme nejenom po naší zemi, ale také do bližších nebo vzdálenějších koutů Evropy a možná celého světa. Ať tak či onak, přivážíme si s sebou domů digitální fotoaparáty (někdy zabudované v mobilním telefonu) napěchované fotografiemi. A možná právě při cestách narazíme na nějakou fyzikální zajímavost (zvláštní technické zařízení, atmosférický jev apod.), jehož fotografie by se dala využít ve výuce fyziky. Koneckonců s takovou fotografií nemusíme přijít my, ale třeba některý žák<sup>9</sup>, který se může pochlubit, kde byl, co se mu podařilo zachytit, a může si také připravit otázku, která se zobrazené zajímavosti týká. Zvlášť vhodné je vyzvat žáky před letními prázdninami, aby pořizovali fyzikálně zajímavé fotografie. Můžeme vyhlásit i soutěž. V oddíle 1 uvádíme tři náměty, jak se může s danými fotografiemi pracovat.

#### 1.2 Vlak z Pekingu do Lhasy

*Úvod:* Před pár lety byla v Číně dostavěna a zprovozněna železnice (viz [1]) z města Qinghai do tibetského města Lhasa. Díky ní se můžete dostat do Lhasy i z více než 4000 km vzdáleného hlavního města Číny, Pekingu. Nově postavený úsek má délku přes 1100 km a může se pochlubit několika zajímavostmi. Tak například více než polovina nové tratě je postavena na permafrostu, tedy dlouhodobě zmrzlé půdě, což souvisí s tím, že železnice je ve velké nadmořské výšce. K tomu se také vztahuje následující otázka.

**Otázka 1:** Podle fotografie barometru (obr. 1) ze zmíněného vlaku zvaného „raketa na střechu světa“ určete, přibližně do jaké nadmořské výšky vlak vystoupal.

---

<sup>9</sup> Výrazy *žák*, *žáci* rozumíme v celém textu jak chlapce, tak dívky.



**Řešení a odpověď 1:** Jak je obecně známo, s rostoucí nadmořskou výškou klesá atmosférický tlak. Budeme-li předpokládat, že tlak ve vlaku je stejný jako venku, můžeme pomocí MFChT (viz [2]) zjistit příslušnou nadmořskou výšku.

Tlakoměr ukazuje přibližně 540 hPa (jednotka na něm sice latinkou uvedena není, ale zřejmě se jedná o hPa). Podle MFChT odpovídá tlaku 533 hPa (nejbližší hodnota) nadmořská výška 5000 m. Vlak tedy vystoupal do nadmořské výšky zhruba 5000 m.

Obr. 1. Barometr ve vlaku do Lhasy

**Poznámka 1:** Výsledek odpovídá dobře skutečnosti, že barometr byl vyfocen poblíž nejvyššího bodu železnice, který je ve výšce 5072 m (viz [1]). Část železnice je tedy položena výše než vrchol Mt. Blancu, takže je vlastně „nad Evropou“.

### 1.3 Zajímavé zařízení z Tibetu

**Úvod:** Když už jsme dorazili do Tibetu, zastavme se v něm na chvíli. Kromě buddhistických klášterů, světoznámého sídla dalajlamů Potaly a dalších historických zajímavostí, jsme v září roku 2008 narazili i na zajímavé zařízení (viz obr. 2)



**Otázka 2: K čemu zřejmě slouží zařízení (obr. 2) vyfoceně na dvoře jednoho buddhistického kláštera?**

**Řešení a odpověď 2:** Zařízením by se mohla ohřívat voda, např. na čaj, která je v konvici nahoře. Zřejmě to může fungovat tak, že zakřivené zrcadlo v dolní části soustředí sluneční paprsky do ohniska, které leží v konvici (např. v jejím dně).

Obr. 2. Zajímavé zařízení z buddhistického kláštera

**Poznámka 2:** Když jsme byli blízko konvice, tak bylo slyšet šumění – vznikající bublinky syté páry ve vodě. V konvici tedy zřejmě opravdu může dojít k varu vody (podle MFChT ve výšce 3500 m je tlak přibližně 649 hPa a při něm vře voda při zhruba 88 °C).

### 1.4 Mrtvé moře

**Úvod:** Kolem hranice Izraele s Jordánskem se rozkládá velmi zajímavá vodní plocha – Mrtvé moře. Kromě toho, že jeho břehy jsou nejnižší položenými místy na Zemi (uvádí se okolo 400 m pod hladinou světových oceánů – viz [3]), je pozoruhodné zejména tím, že je velmi slané (v porovnání s mořskou vodou obsahuje v průměru asi



10krát více soli). Ze solí převládají chlorid hořečnatý, chlorid sodný a chlorid draselný (viz [4]). Některé důsledky vysoké slanosti (salinity) můžete vidět na fotografiích.



Obr. 3 až 6. Mrtvé moře a okolí (území Jordánska)

**Otázka 3: Na fotografii (obr. 5) je otevřená plastová láhev, ve které je pitná voda, volně přidržovaná u hladiny. Čeho je tato demonstrace dokladem?**

**Řešení a odpověď 3:** Protože je hladina sloupce pitné vody v lahvi výše než okolní hladina slané vody, bude zřejmě hustota slané vody v Mrtvém moři větší než hustota pitné („sladké“) vody (pokud můžeme zanedbat vliv plastové lahve).

**Poznámka 3:** O tom, že vliv plastové lahve je zanedbatelný se můžeme přesvědčit experimentálně: Do plastové lahve nalijeme pitnou vodu a otevřenou ji volně přidržujeme ve větší nádobě naplněnou také pitnou vodou (např. ve kbelíku). Zjistíme, že hladina vody v lahvi je zhruba ve stejné výšce jako okolní hladina ve kbelíku.

**Otázka 4: Jaká část člověka (obr. 3) je nad hladinou Mrtvého moře?**

**Řešení a odpověď 4:** Stačí použít Archimedův zákon a zjistit hustotu vody a těla. Průměrná hustota vody v Mrtvém moři je přibližně  $1230 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  (viz např. [5]) a průměrná hustota lidského těla  $985 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  (viz např. [6]). Vyjde nám, že poměr ob-

jemu celého těla  $V$  a objemu ponořené části těla  $V_0$  je  $\frac{V}{V_0} \approx 1,25$ , což znamená, že asi jedna pětina (nikoli jedna čtvrtina!) objemu lidského těla je nad hladinou.

## 2 Fyzikální měření prováděná, když cestujeme

### 2.1 Úvod

Pro výuku fyziky lze využít nejen fotografie z cest, jak jsme naznačili výše, ale fyzikou se žáci mohou zabývat přímo při cestování. V následujícím uvedeme jeden jednoduchý příklad.

### 2.2 Fyzikální měření při jízdě vlakem

*Úvod:* Když jedeme s žáky vlakem (např. na výlet) nebo když jedou žáci sami vlakem (např. při dojíždění do školy), mohou provést jednoduchá, a přesto zajímavá měření. Úkol můžeme žákům zadat např. takto:

**Otázka 5: Zjistěte a zaznamenejte závislost dráhy uražené vlakem, kterým jedete, na čase.**

*Řešení 5:* Můžeme si všimnout, že kolem železničních tratí jsou umístěny patníky, na kterých je uvedena vzdálenost od určitého bodu na trati. Na některých tratích jsou patníky rozmístěny po 100 m, na jiných po 200 m. Druhý případ se týká také nových železničních koridorů. Např. kolem IV. železničního koridoru (budován mezi Prahou a Českými Budějovicemi) jsou cedule se vzdáleností umístěny na sloupech, které nejsou troleje.

K měření času můžeme použít např. stopky v mobilním telefonu. Některé mobilní telefony nabízejí stopky („stopwatch“) s aplikací „lap timing“, která umožňuje zaznamenat a uložit několik (někdy až desítek) po sobě jdoucích časových údajů. Měření potom můžeme provést tak, že sedíme u okna vlaku a pokaždé, když zaregistrujeme na sloupu (nebo patníku) údaj se vzdáleností, zmáčkneme příslušné tlačítko na telefonu.

Údaje z jednoho měření provedeného při jízdě rychlíkem z Českých Budějovic do Prahy v úseku mezi Veselím nad Lužnicí a Tábořem jsou uvedeny v tab. 1.

$\frac{s}{\text{km}}$	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
$\frac{t}{\text{s}}$	6,77	12,89	18,73	24,66	30,71	37,85	42,74	48,99	55,30	62,38

Tab. 1. Závislost dráhy na čase rychlíku (v čase  $t = 0$  s je dráha  $s = 0$  m)

**Otázka 6: Jaká je průměrná rychlost vlaku v měřeném úseku?**

**Řešení a odpověď 6:** Průměrnou rychlost dostaneme jako podíl celkové dráhy a celkové doby pohybu. V našem případě dostáváme

$$= \frac{2 \text{ km}}{62,38 \text{ s}} \approx 32 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \approx 120 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

**Otázka 7: Jaká je největší okamžitá rychlost při daném pohybu?**

**Řešení a odpověď 7:** Velikost okamžité rychlosti určíme jako průměrnou rychlost mezi dvěma blízkými body na trajektorii (zde máme k dispozici údaje po 200 m). Z tab. 1 je patrné, že minimální přírůstek času je mezi 1,2 km a 1,4 km, a to  $\Delta t = 42,74 \text{ s} - 37,85 \text{ s} = 4,89 \text{ s}$ . Maximální velikost okamžité rychlosti je tedy

$$_{\text{max}} = \frac{0,2 \text{ km}}{4,89 \text{ s}} \approx 40,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \approx 150 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}.$$

**Poznámka 7:** Je samozřejmě možné, že okamžitá rychlost má v některém okamžiku ještě větší maximální hodnotu. „Naše maximum“ jsme určili z nám dostupných údajů.

### 3 Závěr a další náměty

Využití fotografií z cest může významně vzbudit zájem a oživit výuku fyziky. Několik fotografií autora článku (včetně otázek k zamyšlení nad nimi) je volně k dispozici na internetové adrese <http://kdf.mff.cuni.cz/~zak> (v menu vlevo označeno jako !!!AKTUALITA!!! FYZIKÁLNÍ FOTKY Z CEST).

Co se týká fyzikálních měření ve vlaku či v jiných dopravních prostředcích, tak kromě uvedeného je možné určovat např. zrychlení nebo zpomalení na základě změny velikosti rychlosti v čase. Pokud bude měření (např. rychlosti v daném úseku) provádět dostatečný počet žáků, můžeme změřené hodnoty použít při nácviku, jak zpracovávat data z měření (výpočet aritmetického průměru, absolutní a relativní odchylky měření). Pozornost bychom také měli věnovat (v závislosti na věku a zkušenosti žáků) vhodnému zaokrouhlování výsledků (v našem případě jsme v podstatě zaokrouhlovali na dvě platná místa).

### Literatura

- [1] <http://www.chinatibettrain.com/>
- [2] Mikulčák J. a kol.: *Matematické, fyzikální a chemické tabulky*. SPN Praha, 1988.
- [3] [http://de.wikipedia.org/wiki/Totes\\_Meer](http://de.wikipedia.org/wiki/Totes_Meer)
- [4] [http://cs.wikipedia.org/wiki/Mrtvé\\_moře](http://cs.wikipedia.org/wiki/Mrtvé_moře)
- [5] <http://dum.rvp.cz/materialy/stahnout.html?s=kjbdghfo>
- [6] <http://www.converter.cz/tabulky/hustota-pevne.htm>

## Experimenty s čítačem GM01

*PETER ŽILAVÝ*

*Univerzita Karlova v Praze, Matematicko – fyzikální fakulta*

Již několik let se jako součást soupravy GAMAbeta 2007 dodává do škol čítač impulsů GM01. Cílem tohoto článku je seznámit čtenáře s jeho vlastnostmi a obsluhou a přinést několik námětů na fyzikální experimenty s tímto přístrojem i z jiných oblastí fyziky, než je jaderná fyzika, pro kterou byl přístroj původně navržen.

### Úvod

Čítač GM01 je dvoukanálový, procesorem řízený čítač impulsů určený ke školním laboratorním účelům, především ve spojení se soupravou Gamabeta a GAMAbeta 2007 [1]. Je vybaven dvěma ekvivalentními vstupy střídavého signálu, vstupem pro externí napájení AC 9V z přiloženého externího zdroje a USB komunikačním rozhraním, které umožňuje připojení přístroje k počítači.

### Ovládání přístroje

K ovládání čítače slouží pět tlačítek umístěných na čelním panelu přístroje. Horním malým tlačítkem lze nastavovat dobu, po kterou čítač počítá impulsy (10 s, 50 s, 100 s a nekonečno). Zvolená doba je zobrazována vedle tlačítka na displeji. Stiskem velkého tlačítka START proběhne měření podle přednastaveného času, po jehož uplynutí se měření ukončí a naměřený údaj zůstane na displeji do odstartování dalšího měření nebo do vynulování displeje. V režimu NK - nekonečno je měření jedním stiskem tlačítka START odstartováno a následujícím stiskem ukončeno. Naměřený údaj přitom zůstává na displeji, až dokud jej nevymažeme tlačítkem nulování (Nul).



Obr.1 Čítač GM01 v režimu měření z obou vstupů po dobu 10 s

Druhým tlačítkem shora ovládáme pracovní mód přístroje. Tedy to, ze kterého vstupu se údaje zobrazují na displeji. Je možné zobrazovat první vstup (In1 – konektor na

levé straně) nebo druhý vstup (In2 – konektor vpravo) zvlášť, případně oba vstupy (Duo) společně.

Třetím tlačítkem shora (Nul) nulujeme údaj čítače a posledním ovládáme podsvícení displeje.

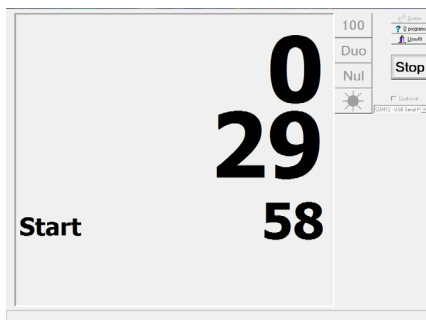
V režimu jednotlivých kanálů (In1, In2) se v prvním řádku zobrazuje velkým písmem počet impulzů. Pokud jejich počet překročí 9999, zobrazují se násobky 10000 na čtvrtém řádku vpravo. Na druhém řádku vlevo se zobrazuje čas měření v sekundách. Třetí řádek je určen pro informační text.

Při měření na obou kanálech současně (Duo) je na prvním řádku zobrazován počet impulzů 1. kanálu. Při větším počtu impulzů než 9999 se vyšší řády zobrazují menším písmem. Totéž platí pro druhý kanál, kterého stav je zobrazen na dalším řádku. Na posledním řádku se zobrazuje informační text a měřený čas.

### Spolupráce přístroje s počítačem

S čítačem je dodáván obslužný program, pomocí kterého můžeme čítač ovládat a naměřené údaje ukládat a zobrazovat na displeji připojeného PC. Displej čítače tak lze také promítnout pomocí dataprojektoru pro celou třídu. Čítač lze ovládat z programu, ale i program lze ovládat z čítače. Program může pracovat ve dvou režimech:

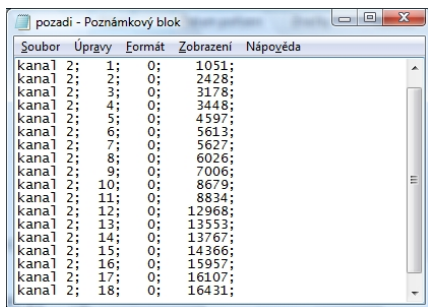
V prvním režimu (režim zobrazování) je zobrazování i ovládání umožněno jak na čítači, tak i v programu. Ovládání čítače z PC je stejné, jako v případě použití tlačítek přímo na přístroji. Na konci měření se výsledné údaje (počet načítaných impulzů za zvolený časový interval) zapiší (připíší) do souboru na pevný disk PC.



Obr. 2 Okno obslužného programu

Frekvenční pásmo čítače v tomto režimu je dáno zapojením vstupů a použitou ochranou proti jejich přetížení. V režimu zobrazování je čítač schopen zpracovat pravoúhlé i harmonické signály o frekvencích do 10 kHz při amplitudě 10 V. Horní mez frekvence klesá se snižující se amplitudou. Např. u pravoúhlých signálů je možné měřit do 3 kHz při amplitudě signálu 1 V, u harmonických signálů je možné měřit do 3 kHz při amplitudě 3 V.

Ve druhém režimu (režim PC) se na displeji čítače objeví velký nápis PC a zařízení se dá ovládat pouze z programu. Na disk se ukládají jednotlivé záznamy (časy v milisekundách od začátku měření) jednotlivých impulzů. V režimu PC je možné nastavit dobu měření od 1 s do 9999 s.



Soubor	Úpravy	Formát	Zobrazení	Nápověda
kanal 2;	1;	0;	1051;	
kanal 2;	2;	0;	2428;	
kanal 2;	3;	0;	3178;	
kanal 2;	4;	0;	3448;	
kanal 2;	5;	0;	4597;	
kanal 2;	6;	0;	5613;	
kanal 2;	7;	0;	5627;	
kanal 2;	8;	0;	6026;	
kanal 2;	9;	0;	7006;	
kanal 2;	10;	0;	8679;	
kanal 2;	11;	0;	8834;	
kanal 2;	12;	0;	12968;	
kanal 2;	13;	0;	13553;	
kanal 2;	14;	0;	13767;	
kanal 2;	15;	0;	14366;	
kanal 2;	16;	0;	15957;	
kanal 2;	17;	0;	16107;	
kanal 2;	18;	0;	16431;	

Obr. 3 Údaje zaznamenané čítačem to textového souboru v režimu PC

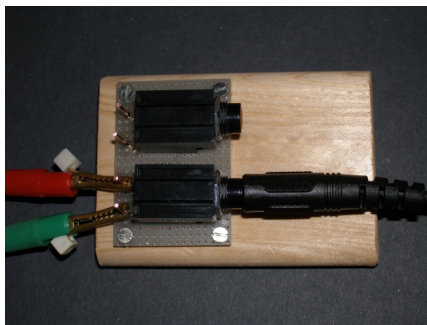
Pokud se nezvolí na začátku měření nový soubor, jsou data z měření připisována do původního souboru. Od dat z předchozího měření jsou oddělena prázdným řádkem. Soubor lze editovat v textovém editoru (PS Pad, Notepad...) a zpracovávat následně např. v tabulkovém procesoru (Excel...).

Jelikož v režimu PC je informace o čase příchodu každého impulzu (příchodu vstupního signálu prahovou úrovní) přenášena přes USB rozhraní do počítače, je možno čítač v tomto režimu použít pro měření periodických signálů pouze do frekvence přibližně 150 Hz. Čas příchodu impulzu je zjištěn a zaznamenán uvnitř čítače a teprve poté přenášen do PC. Čítač je tak schopen zjistit a zaznamenat (v souladu s jeho předpokládaným použitím s detektorem ionizujícího záření) i sekvenci několika impulzů následujících po sobě podstatně rychleji, než odpovídá uvedené frekvenci 150 Hz.

## Jednoduché pokusy s čítačem GM01

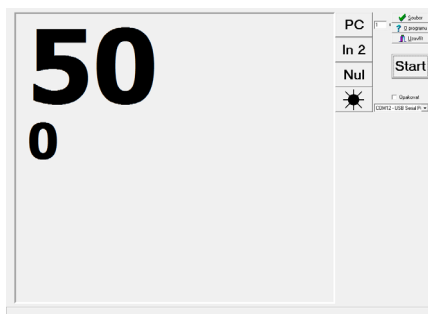
### Měření frekvence napětí elektrické sítě

Čítač GM01 lze jednoduchým způsobem využít k měření napětí elektrické sítě. Stačí přímo připojit jeden ze vstupů čítače k sekundárnímu vinutí síťového transformátoru (jednotky voltů až 24 V). Lze využít existujícího střídavého rozvodu 12 V či 24 V v učebně, případně lze s výhodou využít střídavého zdroje (9 V ~) dodávaného s čítačem. Pro snadné připojení různých zdrojů signálu ke vstupům čítače je vhodné vytvořit si jednoduchý adaptér (obr. 4), který umožňuje použít kabel dodávaný s čítačem.



Obr. 4 Jednoduchý adaptér pro připojení měřených signálů ke vstupům čítače

Samotné měření pak provedeme ve spojení čítače s počítačem v režimu PC (záznam časů jednotlivých impulsů), který umožňuje nastavení doby měření 1 s. Spustíme měření tlačítkem START. Po 1 s čítač ukáže zaznamenaný počet period síťového napětí, který pro dobu 1 s přímo odpovídá měřené frekvenci. V zaznamenaném textovém souboru pak můžeme vidět také rozdíly v časech, které odpovídají periodě síťového napětí 20 ms.



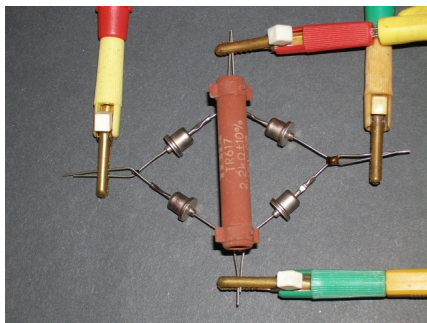
Obr. 5 Měření frekvence elektrické sítě v režimu PC.

### Měření frekvence dvojcestně usměrněného napětí

Předchozí experiment můžeme doplnit o dvojcestný (zatížený) usměrňovač, který připojíme místo čítače ke zdroji střídavého napětí. Vstup čítače pak připojíme na výstup usměrňovače.

Usměrňovač sestavíme ze čtyř diod a zatěžovacího rezistoru (viz obr. 6) „ve vzduchu“ pájením. Odpor rezistoru volíme v řádu kiloohmů. Takto sestavený usměrňovač pak můžeme připojit ke zdroji i k čítači pomocí vodičů s krokosvorkami.

Při samotném měření frekvence pak pokračujeme stejně jako v předchozím případě ve spojení čítače s počítačem v režimu PC. Měřená frekvence 100 Hz je v tomto režimu ještě spolehlivě čítačem zpracována.

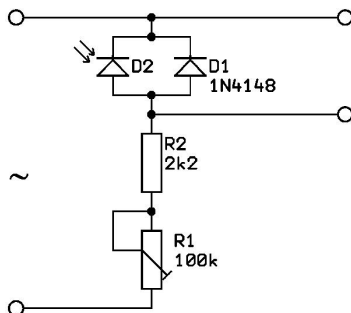


Obr. 6 Sestavený dvojcestný usměrňovač

### Měření doby zakrytí světelné závoří

Čítače se často používají i k měření doby trvání krátkých dějů, např. k měření doby sepnutí kontaktu či zakrytí světelné závoří. Využívá se přitom principu (viz např. [2]), kdy je vstup čítače připojen ke zdroji střídavého (pulzujícího) napětí známé frekvence přes spínací kontakt, logický člen či jiný výstup světelné závoří. Počet impulzů zaznamenaný čítačem je pak přímo úměrný frekvenci zdroje a době sepnutí kontaktu či zakrytí závoří.

Příklad využití tohoto principu s čítačem GM01 ukazuje obr. 7 a obr. 8.



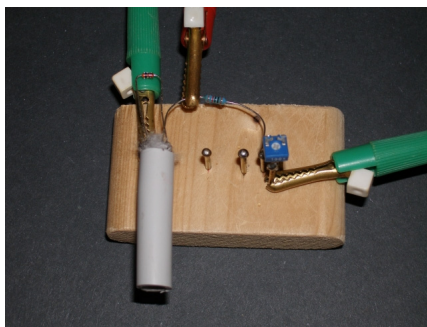
Obr. 7 Schéma zapojení jednoduché světelné závoří pro připojení k čítači GM01

Základem této světelné závoří je (téměř libovolná) fotodioda (D2), ke které je paralelně připojena dioda (D1) s malým napětím v propustném směru (např. Schottkyho dioda BAT 46, zapojení bylo vyzkoušeno ale i s obyčejnou usměrňovací diodou 1N4148). Pokud tuto kombinaci připojíme přes odpor (R1, R2) ke zdroji střídavého napětí, bude na výstupu při osvětlení fotodiody (např. světlem z kapesní svítilny) pouze malé (neharmonické) střídavé napětí, kterého velikost je dána především napětím na D1 v propustném směru. V případě zakrytí fotodiody („nevede“) se na výstupu



objeví pulzující napětí, které již je schopen čítač zaregistrovat. Čítač tak vlastně počítá počet period střídavého napětí zdroje během zakrytí světelné závory.

Poznámky k realizaci: fotodiodu (zvláště pokud je v průhledném pouzdře) je vhodné zezadu začernit (např. lihovým fixem) a umístit do neprůhledné trubičky, aby na ní mohlo dopadat pouze světlo zepředu. Je nutné také dodržet správnou polaritu připojení výstupu závory k čítači: katodu D1 připojit k špičce konektoru „jack“ kabelu od čítače a anodu D1 (uzel s R2 – viz obr. 6) připojit k „zemi“ čítače – kontaktu na konektoru, který je nejbližší plastovému pouzdru (prostřední kontakt konektoru je nezapojen). Pro napájení závory lze s výhodou opět použít střídavý zdroj napětí 9 V ~ dodávaný s čítačem.



Obr. 8 Příjímací část světelné závory

Popsanou světelnou závoru lze využít například k pokusům z mechaniky, kdy svisle puštěným papírem necháme zakrýt světlo z kapesní svítilny dopadající na fotodiodu a ze změřené doby zakrytí a rozměru papíru pak můžeme určit jeho zrychlení.

### Měření akustických frekvencí

Čítače GM01 lze s výhodou využít i při některých pokusech z akustiky. Jelikož v tomto případě už potřebujeme měřit kmitočty v řádu stovek Hz až jednotek kHz, nelze již použít režim PC, ale musíme použít režim zobrazování 10 s. Měření frekvence tedy bude probíhat po dobu 10 s a výsledný počet period registrovaný čítačem musíme vydělit deseti.

K pokusu budeme kromě čítače potřebovat reproduktor, tónový generátor (zdroj harmonického signálu), který je schopen tento reproduktor napájet (výstupní napětí alespoň 3 V), propojovací vodiče a hudební nástroj (např. flétnu).

K tónovému generátoru připojíme reproduktor a paralelně i vstup čítače. Šikovný žák zahraje na hudební nástroj zvolený tón (např. malé a) a pomocí sluchu „naladí“ na generátoru tón stejné výšky. Následně v režimu 10 s spustíme na čítači měření tlačítkem START. Po 10 s čítač ukáže zaznamenaný počet period síťového napětí, který po vydělení deseti odpovídá měřené frekvenci (např. 440 Hz). Pokus pak opakujeme

ještě jednou nebo dvakrát s tónem o oktávu vyšším a ukážeme, že tón o oktávu vyšší má dvojnásobnou frekvenci než tón původní.

Poznámka k realizaci: Aby čítač spolehlivě zpracoval vstupní signál, musí mít tento signál dostatečnou úroveň (viz Úvod). To však někdy může znamenat příliš velkou hlasitost zvuku z reproduktoru. Tento problém lze jednoduše vyřešit zapojením rezistoru o odporu jednotek ohmů do série s reproduktorem.

Díky použití (harmonického) tónového generátoru místo přímého zesílení signálu z mikrofону odpadají problémy při měření frekvence „nesinusových“ tónů.

## **Závěr**

Čítač impulzů GM01 ze soupravy GAMAbeta 2007 lze využít kromě pokusů z oblasti jaderné fyziky také k celé řadě dalších experimentů, kde je potřeba počítat události, měřit frekvence či doby trvání krátkých dějů. Uvedené pokusy jsou jen inspirací k mnoha dalším školním experimentům, které lze s čítačem provést.

## **Literatura**

- [1] Žilavý P.: Pokusy se soupravou Gamabeta 2007, Didfyz 2008, sborník z konference, ed. by L. Zelenický, J. Ondruška, UKF Nitra (2009)
- [2] Havel V.: Demonstrační měření krátkých časových intervalů, In: Veletrh nápadů učitelů fyziky 2, sborník z konference, ed. by K. Rauner, ZČU Plzeň (1997)

## Seznam účastníků

Jméno	Příjmení	Instituce	Email
Gabriela	Abrahamová	Gymnázium Duchcov	g.abrahamova@gmail.com
Magda	Ambrožová	ZŠ Jana Harracha, Jilemnice	magda.a@email.cz
Věra	Bdinková	ZŠ Novolíšeňská, Brno	vera.bdinkova@zsnovolisenska.cz
Renáta	Bednářová	Pedagogická fakulta MU, Brno	Renaata.Bednarova@gmail.com
Markéta	Benešová	Klasické a španělské gymnázium, Brno	mark.benesova@seznam.cz
Waldemar	Berej	Instytut Fizyki UMCS, Lublin, Polsko	w.berej@poczta.umcs.lublin.pl
Jana	Bittnerová	iQpark science center, Liberec	bittnerova@iqpark.cz
František	Blecha	SPŠE Ječná, Praha 2	frablecha@volny.cz
Pavel	Böhm	Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha	pavel.bohm@mff.cuni.cz
Zdeněk	Bochníček	Přírodovědecká fakulta MU, Brno	zboch@physics.muni.cz
Pavel	Borovička	PROFIMEDIA, s.r.o.	p.borovicka@profimedia-cz.cz
Marek	Budziński	Instytut Fizyki UMCS, Lublin, Polsko	marek.budzinski@poczta.umcs.lublin.pl
Miroslav	Buchar	Podještědské gymnázium Liberec	miroslav.buchar@post.cz
Miroslav	Burda	SPŠ a VOŠ technická, Brno	burda.miroslav@gmail.com
Oldřich	Burda	ZŠ Roudnice nad Labem	oldrichb@post.cz
Libuše	Cardová	Nakladatelství Fraus, Plzeň	cardova@fraus.cz
Lenka	Černa	ZŠ Pohořelice	lenka.cerna@zspohorelice.cz
Michaela	Černá	Gymnázium, T. Novákové 2, Brno	cernachaloupka@seznam.cz
Jana	Česáková	Univerzita Hradec Králové	j.ces@centrum.cz
Petr	Česnek	Gymnázium Jihlava	cesnek@gymnazium.ji.cz
Gabriela	Dankaninová	ZŠ Mendíků, Praha 4	g.dankaninova@gmail.com
Ján	Degro	Přírodovědecká fakulta UPJŠ, Košice, Slovensko	jan.degro@upjs.sk

Jan	Dírlbeck	Gymnázium Cheb	dirlbeck@gymcheb.cz
Anna	Dostálová	Gymnázium Žižkova, Kolín	anna.dostalova@gkolin.cz
Hana	Drobilová	Gymnázium L.Píka, Plzeň	HanaDrobilova@seznam.cz
Nataša	Dřínková	Gymnázium Nad Alejí, Praha 6	drinkovi@volny.cz
Ladislav	Dvořák	Pedagogická fakulta MU, Brno	dvorak@ped.muni.cz
Leoš	Dvořák	Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha	leos.dvorak@mff.cuni.cz
Šárka	Fuchsová	ZŠ Jílovská, Praha 4	sarkaf@atlas.cz
Jarmila	Grůšová	SŠ Vratimovská, Ostrava - Kunčice	grusova@post.cz
Marta	Guľová	Gymnázium P. Horova, Michalovce, Slovensko	marta.gulova@centrum.sk
Vlastimil	Havránek	Klvaňovo gymnázium, Kyjov	havranek.vlastimil@seznam.cz
Václav	Heller	Přírodovědecká fakulta UJEP, Ústí nad Labem	hellerv@physics.ujep.cz
Olga	Holá	ZŠ Sopotnice,	olga.hola@email.cz
Renata	Holubová	Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc	renata.holubova@upol.cz
Hana	Horáčková	Brno	hahorackova@seznam.cz
Dagmar	Horká	Masarykovo gymnázium, Vsetín	dagmar.horka@volny.cz
Zdeňka	Horská	ZŠ Krátká, Klášterec nad Ohří	ZHorska@seznam.cz
Jan	Hrdý	Přírodovědecká fakulta UP	hrdy@prfnw.upol.cz
Zdeněk	Hubáček	Gymnázium Uherské Hradiště	hubacek@guh.cz
Josef	Hubeňák	Pedagogická fakulta UHK Hradec Králové,	josef.hubenak@uhk.cz
Margita	Hubeňáková	Gymnázium J.K.Tyla Hradec Králové	hubenak@ttnet.cz
Marie	Chaloupková	Gymnázium Strakonice	chaloupkova@gymstr.cz
Martin	Charvát	ZŠ Plaňany	makuk@volny.cz
Marcela	Chuchlíková	Církevní gymnázium, Plzeň	makrelach@volny.cz
Otto	Janda	Radioklub lázeňského města Karlovy Vary	IsabelaJandova@seznam.cz

Miroslava	Janderková	SPŠ a VOŠ technická, Sokolská 1, Brno	miroslava.janderkova@seznam.cz
Jan	Janíček	SENSIT s.r.o., Rožnov pod Radhoštěm	janicek@sensit.cz
Jakub	Jermář	Matematicko - fyzikální fakulta UK, Praha	jakub.jermar@mff.cuni.cz
Ondřej	Jeřábek	Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc	ondra.jerabek@seznam.cz
Maunová	Kateřina	Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň	k.mauny@seznam.cz
Denisa	Kawuloková	Pedagogická fakulta MU, Brno	77871@mail.muni.cz
Kateřina	Klecanová	SPŠ Duchcov	Katerina.Kolafova@seznam.cz
Martin	Konečný	Matematicko - fyzikální fakulta UK, Praha	konecmar@seznam.cz
Pavel	Konečný	Přírodovědecká fakulta MU, Brno	pavelk@physics.muni.cz
Dana	Kopcová	SŠT Hasičská Ostrava - Hrabůvka	dana.kopcova@seznam.cz
Václava	Kopecká	ZŠ Praha Nebuše, Matematicko - fyzikální fakulta UK, Praha	vkopecka@centrum.cz
Věra	Koudelková	Matematicko - fyzikální fakulta UK, Praha	vera.koudelkova@mff.cuni.cz
Jan	Koupil	Gymnázium Dašická, Pardubice	koupil.jan@gypce.cz
Zdeňka	Koupilová	Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha	zdenka.koupilova@mff.cuni.cz
Jiří	Krásný	ZŠ Komenského ná- městí, Kroměříž	zs.komen.km@zskomenskeho.cz
Martina	Krausová	Gymnázium , Čs. dob- rovolců, Teplice	krausovam@gymtce.cz
Miroslav	Kubera	Gymnázium Matyáše Lercha, Brno	kubera@gml.cz
Jiří	Kulička	Pedagogická Fakulta UHK, Hradec Králové	jiri.kulicka@uhk.cz
Jana	Kunčová	Gymnázium P. Horova, Michalovce, Slovensko	j.kuncova@centrum.sk
Hana	Kunzová	Gymnázium Trhové Sviný	kunzova.hana@seznam.cz
Eva	Kutálková	Přírodovědecká fakulta MU, Brno	evav@physics.muni.cz
František	Látal	Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc	frantisek.latal@centrum.cz

Ľubica	Letanovská	Gymnázium Jura Hronca, Bratislava, Slovensko	letanovska@gjh.sk
Kateřina	Lipertová	Církevní gymnázium, Plzeň	lipertova@lipava.cz
František	Lustig	Matematicko - fyzikální fakulta UK, Praha	Frantisek.Lustig@mff.cuni.cz
Lucie	Makydová	ZŠ Bosonožská, Brno	lucka@physics.muni.cz
Hana	Malinová	Matematicko - fyzikální fakulta UK, Praha	Hana.Malinova@mff.cuni.cz
Miroslava	Maňásková	Gymnázium Uherské Hradiště	mmanaskova@centrum.cz
Václav	Meškan	ZŠ L. Kuby, České Budějovice	meskan@email.cz
Rod	Milbrandt	Rochester Comm Tech College, Rochester MN, USA	rod.milbrandt@roch.edu
Tomáš	Mohler	SŠ přírodovědná a zemědělská, Nový Jičín	tomas@mohler.cz
Iva	Mohylová	Gymnázium Ostrava – Zábřeh	iva.mohylova@centrum.cz
Eva	Mojžišová	Gymnázium , Čs. dobrovolců, Teplice	mojzisova@gymtce.cz
Vladislav	Navrátil	Pedagogická fakulta MU, Brno	navratil@ped.muni.cz
Zdeněk	Navrátil	Přírodovědecká fakulta MU, Brno	zdenek@physics.muni.cz
Tomáš	Nečas	Gymnázium třída Kapitána Jaroše, Brno	t.necas@gmail.com
František	Nesvadba	Gymnázium a Střední odborná škola pedagogická, nojmo	nesvadba@gymspgs.cz
Dagmar	Nešporová	Gymnázium Vídeňská, Brno	nesporova.d@centrum.cz
Eva	Nešverová	Prometheus, spol. s r.o., Praha 4	nesverova@prometheus-nakl.cz
Karel	Nováček	Česká školní inspekce, Plzeň	novacek.karel@email.cz
Petr	Novák	Pedagogická fakulta MU, Brno	newman01@seznam.cz
Vlastimil	Novák	Gymnázium a Střední odborná škola pedagogická, Znojmo	novak@gymspgs.cz

L'udmila	Onderová	Přírodovědecká fakulta UPJŠ, Košice, Slovensko	ludmila.underova@upjs.sk
Emilie	Osobová	Prometheus, spol. s. r.o., Praha 4	osobova@prometheus-nakl.cz
Manuel Filipe	P. C. M. Costa	University of Minho, Braga, Portugalsko	veletrh@physics.muni.cz
Jan	Pafel	ZŠ Antonína Baráka, Lovosice	jan.pafel@centrum.cz
Jitka	Pálková	Střední škola staveb- ní, Třebíč	palkova@spsstrebic.cz
Václav	Pazdera	Gymnázium Čajkovské- ho, Olomouc	pvaclav@centrum.cz
Rostislav	Petr	ZŠ Slezská Třinec	rospetr@seznam.cz
Alena	Pinková	ZŠ Mutějovice	alenapinkova@seznam.cz
Václav	Piskač	Gymnázium tř.Kpt.Jaroše, Brno	vaclav.piskac@seznam.cz
Lenka	Plachtová	Gymnázium Ostrava- Zábřeh	Plachtovalenka@seznam.cz
Zdeněk	Polák	Jiráskovo gymnázium v Náchodě	polak@gymnachod.cz
Krystyna	Raczkowska- Tomczak	Publiczne Liceum Ogól- noksztalcące Nr V, Opole, Polsko	ktomczak@poczta.onet.pl
Miroslav	Randa	Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň	randam@kof.zcu.cz
Jaroslav	Reichl	SPŠST Panská, Praha	reichl@panska.cz
Lukáš	Richterek	Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc	lukas.richterek@upol.cz
Jan	Rosecký	Gymnázium Vincence Makovského, Nové Město na Moravě	jan.rosecky@gym.nmmn.cz
Karel	Ryška	Gymnázium Jihlava	ryska@gymnazium.ji.cz
Lenka	Sekaninová	I.NZG, Brno	lsek@volny.cz
Jana	Schneiderová	SŠT, Ostrava- Hrabův- ka	SchneiderovaJana@seznam.cz
Květoslava	Siváková	SŠ Vratimovská, Ostra- va - Kunčice	sivakovak@seznam.cz
Peter	Spišák	PMS Delta s.r.o. Micha- lovce, Slovensko	spisak.peter@slovanet.sk
Mária	Spišáková	Gymnázium P. Horova, Michalovce, Slovensko	spisakov@gmail.com

Jindřiška	Svobodová	Pedagogická fakulta MU, Brno	svobodova@ped.muni.cz
Lenka	Svobodová	ZŠ Všechnovice	zlen@centrum.cz
Zdeněk	Šabatka	Matematicko - fyzikální fakulta UK, Praha	sabatka.z@seznam.cz
Renáta	Šíblová	ZŠ Jedovnice	r.siblova@tiscali.cz
Hana	Šťastná	ZŠ Otnice	hanastastna@seznam.cz
Linda	Štraubová	ČEZ, Dukovany	linda.straubova@cez.cz
Miroslav	Štros	ZŠ Jungmannova, Roudnice nad Labem	mirastros@seznam.cz
Eva	Talacová	Gymnázium Duchcov	e.talacova@seznam.cz
Jiří	Tesař	Pedagogická fakulta JČU, České Budějovice	raset@pf.jcu.cz
Hana	Tesařová	ZŠ Edvarda Beneše, Lysice	hancatesarova@centrum.cz
Miroslav	Tobyska	Pedagogická fakulta, UHK, Hradec Králové	mirek.tobyska@post.cz
Martin	Tomáš	Pedagogická fakulta ZČU, Plzeň	marty01@kof.zcu.cz
Josef	Trna	Pedagogická fakulta MU, Brno	trna@ped.muni.cz
Tomáš	Tyc	Přírodovědecká fakulta MU, Brno	tomtyc@physics.muni.cz
Ivana	Vaculová	Pedagogická fakulta MU, Brno	ivanavaculova@mail.muni.cz
Zdeněk	Vácha	Gymnázium , Čs. dobrovolců, Teplice	vacha@gymtce.cz
Jan	Válek	Pedagogická fakulta MU, Brno/ Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc	jenouch.valek@centrum.cz
Jiří	Válek	Gymnázium Čakovice	ingjv@seznam.cz
Monika	Vanyová	ZŠ Jána Amosa Komenského, Tvrdošovce, Slovensko	monika.vanyova@centrum.sk
Kristýna	Veselá	Gymnázium Kolín	kristyna.vesela@gkolín.cz
Marek	Veselý	ZŠ a MŠ Vodárenská, Kladno	vesely.marek@seznam.cz
Vladimír	Vícha	Gymnázium Pardubice	vlada.vicha@seznam.cz
Marie	Vlachová	ZŠ Klausova, Praha	marievlachova22@seznam.cz
Veronika	Vlasáková	ZS Křenová, Brno	v.fojtikova@seznam.cz



Jana	Vlášková	Nakladatelství Prometheus, spol. s r.o., Praha 4	vlaskova@prometheus-nakl.cz
Miroslava	Vlčková	Česká školní inspekce, Plzeň	mirka.vl@seznam.cz
Václav	Votruba	ZŠ Palmovka, Praha 8	v.votruba@email.cz
Jarmila	Vyškovská	Masarykovo gymnázium, Vsetín	vyskovskaj@seznam.cz
Ivo	Walder	SŠT, Ostrava- Hrabůvka	walder@sst-ostrava.cz
Alicja	Wujec Kaczmarek	Publiczne Liceum Ogólnokształcące nr V, Opole, Polsko	kaczmarki@atol.com.pl
Gabriela	Zalubilová	Gymnázium Sokolov	zalubilova@gymso.cz
Vojtěch	Žák	Matematicko - fyzikální fakulta UK, Praha	zak.vojtech@seznam.cz
Peter	Žilavý	Matematicko - fyzikální fakulta UK, Praha	Peter.Zilavy@mff.cuni.cz

## **Rejtrík autorů**

Ambrožová, 13	Látal, 147
Babocký, 18	Leššová, 64
Bartoš, 221	Lustig, 152
Bdínková, 23	Malinová, 158
Bednárová, 28	Mandíková, 138
Bittnerová, 30	Maunová, 163
Böhm, 38, 43, 52	Milbrandt, 168
Bochníček, 33	Nečas, 172
Costa, 62	Novák, 77, 239
Česáková, 57	Obr, 18
Degro, 64	Onderová, 177
Drozd, 206	Pawera, 183
Dvořák, Ladislav, 70, 77	Pazdera, 188
Dvořák, Leoš, 82, 128, 144, 206	Piskač, 193
Dvořáková, 128	Raczkovska - Tomczak, 197
Fajt, 245	Reichl, 200
Feretová, 64	Svobodová, 219
Holubová, 87	Staněk, 214
Hrdý, 92, 97, 102	Šabatka, 206
Hubáček, 107	Šíblová, 211
Hubeňák, 110	Tesař, 221
Hubík, 245	Tesařová, 226
Janda, Václav, 18	Tobyška, 231
Janda, Otto, 118	Tomáš, 235
Janiček, 125	Trna, 62, 239
Jermář, 38, 52, 128	Vaculová, 77
Koudelková, 43, 128	Válek, 183
Koupil, 133	Veselý, 242
Koupilová, 138, 144	Vícha, 245
Křížová, 57	Wujec - Kaczmarek, 197
Kulička, 231	Žák, 251
Kycl, 133	Žilavý, 256



# Ústav fyzikální elektroniky

## Akce pro studenty a učitele středních škol

### SEMINÁŘE Z FYZIKY

- ➔ přednášky pro studenty středních škol
- ➔ zajímavé experimenty
- ➔ fyzika minulosti i současnosti
- ➔ aktuální témata
- ➔ domácí i zvaní přednášející

**KDY**

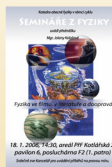
úterý 15:00 – 16:30

**KDE**

Aula PřF, Kotlářská 2, Brno  
budova 12

**PROGRAM A REGISTRACE**

<http://www.physics.muni.cz/kof>



### FYZIKÁLNÍ KAVÁRNA

Kavárna je určena především učitelům fyziky na středních a základních školách. Je to příležitost ke vzájemnému setkávání při šálku dobré kávy, výměně zkušeností, navázání kontaktů s kolegy pracujícími v oboru a získání nových poznatků využitelných při výuce fyziky.

**KDY**

třetí čtvrtek v měsíci, 17:00

**KDE**

Areal PřF, Kotlářská 2, Brno  
posluchárna F2

**PROGRAM**

<http://www.physics.muni.cz/kof>





# Ústav fyzikální elektroniky

## Akce pro studenty a učitele středních škol

### FYZIKÁLNÍ PŘEDSTAVENÍ NA ŠŠ

Ústav fyzikální elektroniky nabízí středním školám v celé ČR dvě fyzikální představení "Pozoruhodný křemík" a "Mrazivý dusík". Představení jsou realizována přímo na střední škole vždy v rámci jedné vyučovací hodiny a nekladou na školu žádné mimořádné prostorové ani časové nároky.

#### POZORUHODNÝ KŘEMÍK

Představení seznamuje s významem křemíku pro moderní civilizaci, zdroji křemíku v přírodě, jeho výrobou. K dispozici je řada ukázek technologických vzorků. Doprovodné experimenty: křemík a infračervené (IR) záření, zdroje světla a jejich vlastnosti. Představení je vhodné jako doplněk učiva mineralogie, chemie, fyziky pevných látek, optiky a v jistém smyslu také základů společenských věd.

#### MRAZIVÝ DUSÍK

Představení je sestavené z experimentů s tekutým dusíkem, demonstrujících závislosti fyzikálních parametrů vybraných systémů na teplotě, včetně tzv. vysokoteplotní superavodivosti. Doprovodný komentář má větší fyzikální hloubku, než je běžné při podobných vystoupeních. Představení je vhodné jako doplněk učiva chemie a fyziky a jako doplněk k různým technologickým předmětům.

### DEMONSTRAČNÍ EXPERIMENTY NA PŘF

Ústav nabízí středním školám následující bloky demonstračních experimentů do hodiny fyziky:

#### ➔ Mechanické kmitání a vlnění.

1.A Mechanické kmity, 1.B Vlny, 1.C Zvuk.

#### ➔ Elektřina a magnetismus.

2.A Elektrostatika, 2.B Elektrický proud v látkách, 2.C Magnetické pole proudovodičů a magnetické vlastnosti látek, 2.D Nestacionární proudy a elektromagnetická indukce, 2.E Elektromagnetické vlny.

#### ➔ Optika.

3.A Geometrická optika, 3.B Vlnová optika, 3.C Zdroje světla, IR a UV záření, 3.D Polarizace světla.

Délka bloku je 60 minut. Min. počet účastníků 20, max. 70. Cena 30 Kč na studenta.

### KDE

Areál PřF, Kotlářská 2, Brno  
posluchárna F2

<http://www.physics.muni.cz/kof/demexp.shtml>



# Ústav fyzikální elektroniky

## Akce pro studenty a učitele středních škol

### FYZIKÁLNÍ SOUSTŘEDĚNÍ CIKHÁJ

Soustředění studentů středních škol na Cikháji je několikadenní akce pořádaná Ústavem fyzikální elektroniky v rekreačním středisku Masarykovy univerzity na Cikháji pod Žakovou horou. Soustředění se koná obvykle v polovině září, informace o dalším ročníku jsou zasílány a registrace zájemců probíhá již v červnu. Soustředění se pravidelně zúčastňují studenti i učitelé ze středních škol z celé Moravy a Slezska.



Těžištěm soustředění jsou přednášky a demonstrační experimenty s fyzikální tematikou, připravené vždy k určitému společnému tématu. Součástí soustředění je i Fyzikální dílna, plná fyzikálního měření a zakončená vědeckou konferencí, a konečně i bohatý sportovní program.

### ÚDiF – DIVADLO FYZIKY



Zejména pro základní školy má divadlo fyziky připravena tato pásma experimentů:

- Fyzika na stavbě,
- Fyzika v kuchyni,
- Výběr toho nejlepšího.

Představení jsou složena z poutavých experimentů a jejich vysvětlení, jež slouží jako názorná ukázka různorodého učiva, které se standardně probírá na středních a základních školách. Naším cílem je inspirovat žáky, studenty a také jejich učitele a předváděné pokusy koncipujeme tak, aby poskytovaly kvalitní materiál k využití v další výuce.

### DALŠÍ INFORMACE

<http://www.udif.cz>

## **Veletrh nápadů učitelů fyziky 14**

### **Konferenční sborník**

**Editoři:      doc. RNDr. Zdeněk Bochníček, Dr.,  
                  Mgr. Zdeněk Navrátil, Ph.D.**

Vydala Masarykova univerzita v roce 2009

1. vydání, 2009    Náklad 75 výtisků

Tisk MSD, Lidická 23, 602 00 Brno

Publikace PŘ-14/09-02/58

ISBN 978-80-210-5022-8

Za odbornou a jazykovou správnost příspěvku odpovídá jeho autor.  
Některé příspěvky byly redakcí formátovány.