

---

UNIVERZITA KARLOVA

Katedra didaktiky fyziky MFF

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA

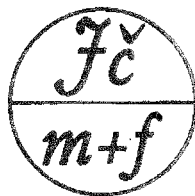
Katedra obecné fyziky FPE

# VELETRH NÁPADŮ UČITELŮ FYZIKY 3

sborník z konference



ZÁPADOČESKÁ  
UNIVERZITA



Praha 1998

---

VELETRH NÁPADŮ UČITELŮ FYZIKY 3  
sborník z konference

Redaktor sborníku: Dr. Ing. Karel Rauner  
Technická redakce: RNDr. Miroslav Randa  
© Pedagogická fakulta ZČU Plzeň 1998

ISBN 80-7043-233-0

## Obsah

Úvodem .....	3
Program Veletrhu nápadů učitelů fyziky – III .....	4
Havel V.: Elektronický trojfázový generátor .....	7
Rauner K., Hůrka J., Suchý J.: Primitivní galvanické články .....	9
Novobilská V.: Rozkladná leidenská láhev .....	13
David P., Jára V.: Souprava demonstračních panelů k demonstraci funkčních závislostí osciloskopem .....	14
Špulák F., Kříž P.: Určení indexu lomu kapaliny pomocí V-hranolu .....	15
Lysenko V.: Indukční motor .....	20
Müllerová E., Zahradka J.: Bezdrátový jednocestný telefon .....	22
Kluiber Z., Zemánek O.: Problematika malouhlových hranic zrn .....	23
Lánský S., Hejný J.: Raketka .....	28
Pachlová J.: Slunce maluje .....	29
Pachlová J.: Nejlevnější vysavač .....	30
Slabá L.: Několik pokusů pro studenty .....	31
Slabý M.: Těžiště .....	32
Černá M., Černý Petr, Bdinková V., Černý Pavel, Sirný A.: Debrujáрске drobnosti z Moskvy .....	33
Vohlídalová M., Vizinger T.: Detektor IR záření. Vysílač FM v pásmu 60 MHz a 70 MHz .....	38
Bezděk A., Kovařík F.: Coriolisova síla. Torricelliho pokus. Brnkačka .....	40
Bezděk A., Jeřábek J.: Vysavač. Dopplerův jev .....	42
Kaštilová D., Janoušek V., Řihošek F.: Mikroelektronika v domácnosti .....	43
Vojkůvková I.: Fyzika (ne)vážně .....	46
Kolín J.: Skákající opičky, chůze po jezeře a reaktivní vozidlo .....	49
Dirlbeck J.: Injekční stříkačka ve fyzice .....	50
Patč B., Berger J., Eger D.: Pevnost přírodních materiálů .....	55
Patč B., Duhajský J.: Postupné a stojaté vlnění na Juliosově vlnostroji .....	57
Hubeňák J.: Deset válců a podnětů k přemýšlení .....	58
Elbanowska S.: Fyzika w zagadkach .....	62
Tokar J.: Diody świeące w roli wskaźników przepływu prądu Elektrycznego .....	66

Tokar B., Trzebuniak A.: Wykorzystanie palników niskociśnieniowych lamp ulicznych do demonstracji widma liniowego .....	71
Brockmeyerová J., Drozd Z.: Kouzelnické triky pro pobavení a odhalení.....	75
Barík I., Machovič L.: Vynútené kmity – netradičné experimenty.....	80
Barík I.: Štyri malé triky hydrodynamiky .....	83
Kvasnicová M.: Voda neposlúcha gravitačné pole.....	86
Dimitrova V.: Metoda analogie ve školním fyzikálním experimentu.....	88
Dimitrova V.: Experimentální metody ve výuce fyziky 7. Ročníku .....	93
Caletka A., Žilavý P.: Optický snímač polohy vozíku vzduchové dráhy.....	95
Drozd Z., Villinger J., Hypius J., Pastor M.: Práce žáků Osmiletého Gymnázia Budánka (Sluneční hodiny. Jak funguje gramofon. Zvuky ze skla).....	99
Lustig F.: Jak dál v experimentech podporovaných počítačem aneb Quo vadis, ISES .....	100
Dvořák L., Koudelková I., Gottwald V., Krása A., Molič J., Švec M.: Pár věcí z tábora .....	102
Bláhová I.: Patří housle do fyziky?.....	106
Kuchař J.: Tepelné čerpadlo .....	110
Rojko M., Vomastek P.: Jednoduchý reproduktor.....	112
Rojko M., Čáp J.: Studium deformace se systémem ISSSES.....	114
Svoboda E.: Elektrická vodivost látek .....	120
Zelenda S., Podávka M.: Kmitání – svěží WWW stránky pro studenty i učitele – databáze, učebnice nebo učební prostředí? .....	122
Benešová J.: Fyzikální soutěže pro žáky základních škol a studenty nižších ročníků víceletých gymnázií.....	126
Kazár P., Holzhauser P.: Jednoduchý systém se zvukovou kartou.....	128
Macek M.: Papírový siloměr .....	130
Ohlasy na Veletrh .....	132
Seznam účastníků Veletrhu nápadů III.....	133



## Úvodem

Po dvou úspěšných ročnících Veletrhu nápadů učitelů fyziky v letech 1997 a 1998 se konal jeho třetí ročník opět v Praze na MFF UK. Setkali se na něm učitelé všech typů škol, kterým nestačí jen křída a tabule k výuce fyziky. Tito učitelé jsou obklopeni žáky, pro které je fyzika dobrodružstvím poznání.

Setkání učitelů probíhalo ve dnech 27. 8. 1998 – 28. 8. 1998. Oproti předchozím ročníkům se lišilo v tom, že na něm vystoupili spolu se svými učiteli i žáci a studenti základních či středních škol a pochlubili se na univerzitní půdě výsledky své práce. Celkem se třetího Veletrhu zúčastnilo 45 učitelů základních škol, 48 učitelů středních škol, 22 vysokoškolských učitelů, 2 pracovníci nakladatelství Prometheus, 25 žáků či studentů a 8 zahraničních hostů z Polska, Slovenska a Německa.

Veletrh zahájil jménem přípravného výboru vedoucí katedry didaktiky fyziky MFF UK doc. RNDr. Milan Rojko, Csc. Účastníky jednání pozdravil jménem děkana MFF UK proděkan prof. RNDr. Miroslav Hušek, DrSc. A pak se již naplno rozeběhl bohatý program, jak je vidět z připojeného dokumentu ve Sborníku. K vysoké technické i obsahové úrovni prezentace příspěvků tentokrát přispěla i kvalitní technika, především pak velkoplošná projekce pokusů malých rozměrů. Techniku zabezpečili pracovníci kabinetu výuky obecné fyziky. Účastníci konference měli také možnost si prohlédnout výstavy pomůcek a učebnic, práce Debružářů a materiály oddělení informačních programů ČEZ, a.s. Konzultační střediska poskytovala učitelům informace k vystavovaným pomůckám.

Tento sborník, který dostáváte do rukou, obsahuje příspěvky účastníků Veletrhu III v tom pořadí, jak byly předneseny. Na konci jsou zařazeny i referáty autorů, kteří se nemohli z různých důvodů zúčastnit. Jednotlivé příspěvky nebyly recenzovány a neprošly jazykovou úpravou. Včas nedodané příspěvky nebyly do sborníku zařazeny. V závěru sborníku je také uveden seznam účastníků a několik ohlasů na Veletrh III.

Organizátoři konference děkují všem těm, kteří na konferenci vystoupili, že své nápady předali nezištně ostatním. Zvláštní ocenění patří studentům a žákům, kteří se nebáli vystoupit na MFF UK, a velmi pěknými vystoupeními o svých aktivitách ve škole vytvořili skvělou atmosféru celého jednání. Poděkování patří i všem ostatním účastníkům, kteří vydrželi pokusy sledovat až do posledního zvonění. Děkujeme také výrobcům a distributorům učebních pomůcek, kteří umožnili učitelům seznámit se s jejich nabídkami. Dík patří i vydavatelům nakladatelství Prometheus a Scientia za možnost nákupu učebnic v průběhu Veletrhu.

Věříme, že úspěšné setkání učitelů fyziky všech typů škol na Veletrhu nápadů bude mít své pokračování i v příštím roce. Těšíme se s Vámi nashledanou.

V Praze 25. září 1998      kolektiv katedry didaktiky fyziky MFF UK Praha

## **Program Veletrhu nápadů učitelů fyziky – III.**

*MFF UK Praha*

27. 8. 1998 čtvrtek

od 8.00 **Prezentace** účastníků v mezipatře budovy Ke Karlovu 5, Praha 2

**Prodejní výstavy učebnic** (nakladatelství Prometheus a Scientia) před posluchárnou F1, Ke Karlovu 5, Praha 2

9.00 **Otevření** ve 2. patře budovy Ke Karlovu 3:

– **výstavek pomůcek** od firem Leybold, Ariane Schola, S&S (praktikum KDF2, KDF3),

– **výstavky prací Debrujárů** (posluchárna M3),

– **antikvariátu knih** (posluchárna M1),

– **konzultačních středisek:**

ing. Švandelík – souprava Gamabeta (posluchárna M2),

ing. Dufková – studijní materiály ČEZu (posluchárna M2),

dr. Lustig – souprava ISES (posluchárna M1).

10.00 **Zahájení** semináře v posluchárně F1, Ke Karlovu 5

10.30 – 12.30 **První blok vystoupení účastníků semináře:**

Havel V.: Elektronický generátor trojfázového napětí

Rauner K., Hůrka J., Suchý J.: Primitivní galvanické články

Novobilská V.: Leydenská láhev

David P., Jára V.: Souprava demonstračních panelů k demonstraci funkčních závislostí osciloskopem

Špulák F., Kříž P.: Měření indexu lomu kapaliny pomocí V-hranolu

Lysenko V.: Indukční motor

Müllerová E., Zahrádka J.: Bezdrátový jednocestný telefon

Kluiber Z., Zemánek O.: Problematika malouhlových hranic zrn

12.30 – 13.30 **Oběd**

13.30 – 15.30 **Druhý blok vystoupení účastníků semináře:** Debrujáři

Lánský S., Hejný J.: Raketka

Pachlová J.: Slunce maluje. Nejlevnější vysavač

Slabá L.: Několik pokusů pro studenty

Slabý M.: Těžiště

Černá M., Černý P., Bdinková V., Černý P., Širný A.: Debrujáské drobnosti z Moskvy

15.30 – 16.00 Přestávka

16.00 – 18.00 **Třetí blok vystoupení účastníků semináře:**

Vohlídalová M., Vizinger T.: Detektor IR záření. Vysílač FM v pásmu 60 MHz a 70 MHz

Bezděk A., Kovařík F., Jeřábek, J.: Coriolisova síla. Brnkačka. Torricelliho pokus. Vysavač. Dopplerův jev

Kaštilová D., Janoušek V., Řihošek F.: Mikroelektronika v domácnosti

Vojkůvková I.: Hry, křížovky, soutěže, pracovní listy pro zpestření výuky

Kolín J.: Skákající opičky, chůze po jezeře, reaktivní vozidlo

Wokounová M.: Využití PC v praktických cvičeních z fyziky

Nováková J. a žáci: „Knedlík a fyzika“

Dirlbeck J.: Injekční stříkačka ve fyzice

28. 8. 1998 pátek

8.00 – 10.00 **Čtvrtý blok vystoupení účastníků semináře:**

Patě B., Duhajský J., Berger J., Eger D.: Pevnost přírodních materiálů. Postupné a stojaté vlnění na Juliusově vlnostroji

Hubeňák J.: Deset válců a podnětů k přemýšlení

**Vystoupení zahraničních hostů:**

Elbanowska S.: „Fyzika v hádankách“

Tabaszewski K.: Výuka fyziky u zrakově postižených žáků

Tokar J. a žáci: Užití svítících diod v učivu o elektrickém proudu

Tokar B., Trzebuniak A.: Využití hořáků pouličních lamp k demonstraci čárového spektra

10.00 – 10.30 Přestávka

10.30 – 12.00 **Pokračování vystoupení zahraničních hostů**

Brockmeyerová J., Drozd Z.: Kouzelnické triky pro pobavení a odhalení

Machovič L., Baník I.: Vynucené kmity – netradiční experimenty

Baník I.: Čtyři malé triky z hydrodynamiky

Kvasnicová M.: Několik paradoxů kolem balonu

Dimitrova V.: Metoda analogie ve školním fyzikálním experimentu. Experimentální metody ve výuce fyziky 7. ročníku

12.00 – 13.00 Oběd

13.00 – 15.00 **Pátý blok vystoupení účastníků semináře** (MFF UK)

Caletka A., Žilavý P.: Optický snímač polohy vozíku vzduchové dráhy

Drozd Z., Villinger J., Hypius J., Pastor M.: Sluneční hodiny. Jak funguje gramofon. Zvuky ze skla

Lustig F.: Jak dál v experimentech podporovaných počítačem aneb Quo vadis, ISES

Dvořák L., Koudelková I., Gottwald V., Krása A., Molič J., Švec M.: Pár věcí z tábora...

Lustigová Z., Bláhová I.: Patří housle do fyziky?

Kuchař J.: Tepelné čerpadlo

Rojko M., Vomastek P., Čáp J.: Jednoduchý reproduktor. Studium deformace se systémem ISES

Svoboda E.: Elektrická vodivost látek

Zelenda S., Podávka M.: Kmitání – svěží WWW stránky pro studenty i učitele – databáze, učebnice nebo učební prostředí?

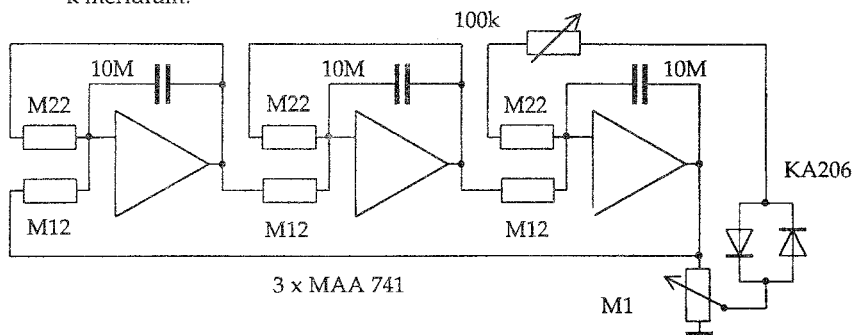
15.00 **Závěr semináře**

## Elektronický trojfázový generátor

Václav Havel, katedra obecné fyziky, Pedagogická fakulta ZČU v Plzni

Demonstraci časového průběhu třífázového napětí je možno provést pomocí trojfázového alternátorku, který býval součástí soupravy s rozkladným transformátorem. Na některých školách jsou dokonce samostatné trojfázové alternátory, které se otáčejí klikou zpravidla přes řemínkový převod. Nevýhodou všech těchto modelů je, že jejich napětí závisí na počtu otáček. Chceme-li průběh napětí sledovat na měřidle s deprezským systémem, musíme otáčet rotorem velmi pomalu. V tomto případě je indukované napětí velmi malé. Při ručním otáčení se také jen obtížně udržuje konstantní frekvence. Jinou možnost poskytovaly analogové počítače. Zde bylo možno modelovat průběh napětí odpovídající sinu a cosinu a pomocí potenciometrů a sčítačky generovat další dva průběhy s potřebnými fázovými posuvy. Nevýhody výše popsané zde nenastávaly. Vzhledem k zapojení byla doba kmitu 6,28 s, což je pro demonstraci téměř optimální. Kromě toho bylo možno časový průběh kdykoliv zastavit a kontrolovat, zda součet všech tří napětí je skutečně nulový a určit i fázové posuvy. Doba analogových počítačů však minula a jen na málo školách je nějaký analogový počítač v provozu. Kromě toho mladí učitelé neradi s těmito starými přístroji experimentují. Také příprava pokusu byla poměrně náročná. Dobré vlastnosti měl odporový trojfázový generátor, vyvinutý na MFF UK. I tento přístroj je však dnes nedostupný. Proto zde předkládám jednoduchý generátor trojfázového napětí, který podle mého názoru má především tyto přednosti:

- nízká frekvence umožňuje sledovat časový průběh napětí pomocí deprežských demonstračních měřidel;
- levné pořízení pomůcky a možnost doplnit ji o výkonový napěťový sledovač;
- operativnost. Generátor se pouze připojí ke zdroji napájecího napětí a k měřidlům.



Obr. 1

Zapojení generátoru je na obr. 1. Na první pohled je patrné, že jde o sériové zapojení tří identických Millerových integrátorů. Činnost celého zapojení je dána soustavou

diferenciálních rovnic (pokud nepřehlídíme k činnosti stabilizace amplitudy a v obrázku nezakresleného obvodu pro zavedení počáteční podmínky).

$$\frac{du_2}{dt} = -\frac{1}{R \cdot C} \left( \frac{u_2}{2} + u_1 \right),$$

$$\frac{du_3}{dt} = -\frac{1}{R \cdot C} \left( \frac{u_3}{2} + u_2 \right),$$

$$\frac{du_1}{dt} = -\frac{1}{R \cdot C} \left( \frac{u_1}{2} + u_3 \right).$$

Z volby součástek vyplývá, že časová konstanta  $R \cdot C = 1$  s. Aby bylo dosaženo požadovaného fázového posuvu  $2\pi/3$ , vychází frekvence  $f = \frac{\sqrt{3}}{4\pi} = 0,138$  Hz. Celkové náklady na sestavení generátoru jsou minimální, neboť lze použít nejlevnější operační zesilovače. Určitou nevýhodou tohoto zapojení je nemožnost volby frekvence.

## Primitivní galvanické články

Karel Rauner, Jaroslav Hůrka, Jiří Suchý, Pedagogická fakulta ZČU Plzeň

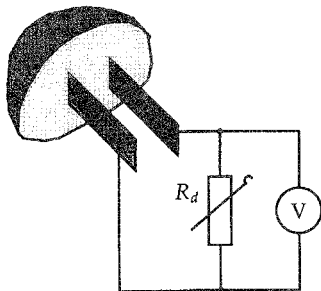
Ponoříme-li do elektrolytu dvě elektrody s různými elektrochemickými potenciály, vznikne mezi nimi napětí. Dostáváme tak jeden z nejstarších zdrojů elektrického proudu – galvanický článek. Běžné galvanické články jsou konstruovány tak, aby co nejlépe vyhověly některému z obvykle požadovaných parametrů: maximální hodnota elektromotorického napětí, minimální vnitřní odpor, maximální náboj při daných rozměrech, co nejstálější elektromotorické napětí, plochá vybíjecí křivka, velká odolnost proti teplotním změnám, odolnost proti otřesům...

Málokdy si však uvědomujeme, že jako elektrolyt lze použít libovolné prostředí obsahující volně pohyblivé ionty. Příkladem, ve kterých se vytvoří galvanické články s neobvyklými elektrolyty, je však celá řada. Jen namátkou lze zmínit nejpřímější důsledky použití dvou různých kovů na výplně zubů; elektrolytem jsou zde sliny. Laiky udivila funkčnost prehistorických galvanických článků, uložených v bagdádském muzeu, poté, kdy byly naplněny šťávou z vyliisovaných vinných hroznů. Erich von Däniken v tom dokonce spatřuje záhadu, která by mohla souviset s dávnou návštěvou mimozemšťanů [1]. Ludvíku Součkoví pak tyto nálezy slouží k podpoře hypotézy o dávných vyspělých civilizacích [2]. Ve výlohách vystavené digitální hodinky, napájené galvanickým článkem, tvořeným plíškou v bramboru, pak měly přesvědčit Američany o síle, která dříve v českých lihovinách vyráběných z brambor.

Hlavním důvodem, pro který nejsou snadno vytvořitelné galvanické články v podvědomí běžných lidí, je to, že projevy elektromotorického napětí nejsou snadno postižitelné smysly. Tento příspěvek se pokouší ukázat jednoduchost konstrukce některých galvanických článků a na několika pokusech dokázat i smyslové vnímání projevů elektromotorického napětí z primitivních galvanických článků.

### Pokus 1. Měření elektromotorického napětí a vnitřních odporů primitivních galvanických článků

**Pomůcky:** citron, brambor, jablko, měděný, hliníkový a zinkový plíšek, vodiče se svorkami, jemný smrkový papír, citlivý voltmetr (do 1 V) s velkým vnitřním odporem, odporová dekáda.



Obr. 1

**Postup:** Zvolíme dvojici plíšků a „elektrolyt“, tj. rozkrojené jablko, citron nebo brambor. Plíšky očistíme jemným smrkovým papírem a zasuneme do „elektrolytu“. Pomocí krokosvorek sestavíme obvod podle obr. 1. Odporovou dekádu nejprve nezapojíme. Moderní číslicové nebo analogové elektronické voltmetry mají velmi vysoké vnitřní odpory ( $> 10 \text{ M}\Omega$ ), proto ukazují přímo elektromotorické napětí  $\varepsilon$  našeho primitivního galvanického článku. Pak připojíme dekádu nastavenou na maximální odpor (alespoň  $100 \text{ k}\Omega$ ). Odpor dekády postupně snižujeme, až voltmetr ukazuje svorkové napětí  $U_m$ .

kteřé je polovinou elektromotorického napětí  $\varepsilon$ . Ze vztahu pro svorkové napětí  $U = \varepsilon - r \cdot I$ , ve kterém  $U$  představuje svorkové napětí,  $r$  je vnitřní odpor zdroje a  $I$  je proud procházející obvodem, dostáváme pro náš případ  $\frac{\varepsilon}{2} = \varepsilon - r \cdot \frac{\varepsilon}{2 \cdot R_d}$ , kde  $R_d$

je odpor dekády v případě  $U = U_m = \frac{\varepsilon}{2}$ . Odtud vidíme, že  $r = R_d$ .

Změřené hodnoty jsou v tabulce 1. Byly přitom použity plíšky o rozměrech: Al (10x52x1) mm, Cu (10x52x1) mm, Zn (11x55x0,5) mm, plíšky byly zasouvány do „elektrolytů“ 1 cm od sebe do hloubky 2 cm. Jako elektrolyt je uvedeno i lidské tělo. Při tomto pokusu držíme plíšky v ruce, elektrolytem je pot a propojení obstarává pokožka a krevní řečiště. Toto uspořádání je již dávno známo každému experimentátorovi ve fyzice, zkouším tak funkčnost citlivých měřicích přístrojů (i běžných, ručkových – deprézských). Stačí přitom vytáhnout z kapsy dvě mince z různých kovů (například 10 Kč a 50 hal.) a každou minci prsty přitisknout k vodičům připojeným k přístroji. Není bez zajímavosti, že u zvláště citlivých přístrojů (galvanometrů) nemusíme ani použít mincí, stačí stisknout jeden vodič prsty levé ruky, druhý prsty pravé ruky. O elektromotorické napětí se pak postará různé chemické složení nečistot a potu na levé a pravé ruce. Je samozřejmě, že údaje získané „lidským“ elektrolytem jsou jen orientační: závisejí na stupni pocení, na složení potu, na individuálním odporu pokožky i na síle stisku. Ani ostatní údaje v tabulce nejsou určovány s větší přesností, použité elektrody samozřejmě velmi rychle polarizují a elektromotorické napětí klesá. To je zvláště výrazné u článku s aluminiovou elektrodou, který by teoreticky měl mít větší elektromotorické napětí než článek Cu–Zn.

Nechce-li se nám pro pokus shánět a stříhat plíšky, můžeme si vypomoci opět mincemi: 10 h, 20 h a 50 h jsou ze slitiny AlMg v poměru 99:1, 1 Kč, 2 Kč a 5 Kč jsou z oceli, galvanicky pokovené niklem, 10 Kč je z oceli, která je plátována a ještě galvanicky pokovená mědí, 20 Kč je z oceli plátované mosazí (CuZn 75:25) a galvanicky pokovené mosazí (CuZn 72:28).

Prostředí	Cu–Zn		Cu–Al	
	$\varepsilon$ / V	$r$ / k $\Omega$	$\varepsilon$ / V	$r$ / k $\Omega$
jablko	0,75	6	0,76	10
citron	0,90	7	0,60	5
brambor	0,85	3	0,66	5
lidské tělo	0,74	9	0,53	10

tab. 1

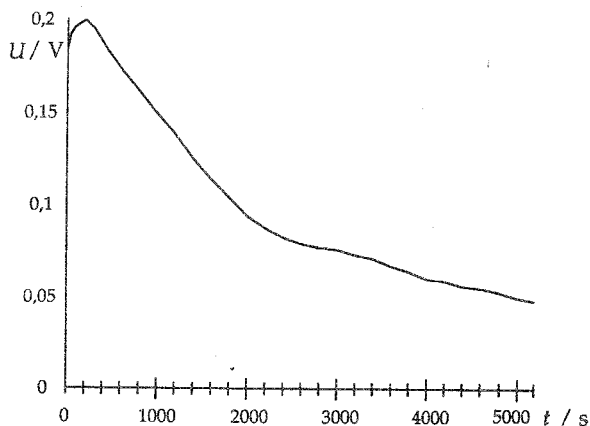
## Pokus 2. Určení náboje primitivního galvanického článku

**Pomůcky:** mince 20 Kč a 50 h, vodiče se svorkami, zapisovač, odporová dekáda.

**Postup:** Zapojení pokusu je obdobné jako na obr. 1, jen místo voltmetru zapojíme registrační zařízení, například liniový zapisovač, například typ TZ 4100. Nastavíme rozsah 0,5 V a rychlost posuvu papíru 0,05 mm·s<sup>-1</sup>. Dekáda je zapojena na hodnotu předem zjištěného vnitřního odporu ve zvoleném uspořádání. V našem pokusu, ve kterém jsme do jablka zapíchli mince 10 Kč a 50 h do poloviny jejich průměru a asi



1 cm od sebe, jsme určili vnitřní odpor 12 k $\Omega$ . Současně jsme připojili přívody k mincím a spustili zapisovač. Zaznamenávali jsme tak vybíjecí křivku v režimu, ve kterém zdroj dodává do vnějšího obvodu maximální výkon. Naměřená vybíjecí křivka je na obr. 2. Zaznamenaná křivka byla samozřejmě ovlivněna fluktuacemi napětí, způsobené nerovnoměrně postupující polarizací elektrod i změnou elektrolytu. Na citlivou aparaturu mají vliv i otřesy a indukované proudy při pohybech experimentátorů. Celková doba záznamu byla 5200 sekund. Náš primitivní mincobjabkový galvanický článek se za tuto dobu nevybil zcela, zbytkový náboj jsme odhadli extrapolací. Z uvedených hodnot a průběhu obr. 2 lze numerickou integrací určit celkový náboj, který je připravený zdroj dodat do vnějšího obvodu: 0,6 C. Celková energie, dodaná do vnějšího obvodu, je pak asi 0,05 J.

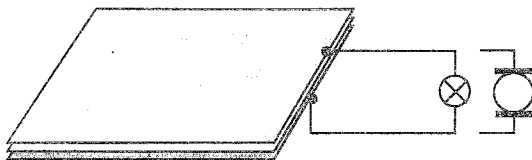


Obr. 2

### Pokus 3. Použití primitivních galvanických článků jako zdrojů proudu se světelným a mechanickým účinkem

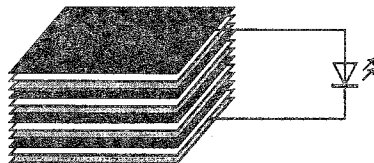
**Pomůcky:** kuprexit a pozinkovaný plech formátu A4, savý papír (filtrační papír) formátu A4, ocet (kyselina citronová, potravinářská citronová šťáva), žárovka na 2 až 3 V, modelářský motorek na 3 V, 4 kusy Cu plíšků formátu telefonní karty, 4 kusy pozinkovaného plechu a 4 kusy pijáku stejných rozměrů, červená svítivá dioda.

**Postup:** Sestavíme-li primitivní galvanický článek z větších kusů kuprexitu a pozinkovaného plechu s pijákem namočeným do octa podle obr. 3, stačí proud dodávaný k obvodu k nažhavení žárovky na malé napětí, případně k roztočení modelářského motorku. K rozsvícení svítivé diody stačí menší proud, musíme však zapojit několik článků do baterie podle obr. 4. Použijeme k tomu čtyři pozinkované plechy, 4 Cu plechy a 4 pijáky namočené v octu. Místo savých papírů je možné použít filtrační papír, místo octa roztok kyseliny citronové, případně potravinářský koncentrát citronové šťávy. Chceme-li i v pokusu podle obr. 4 použít kuprexitu, musíme tři dvojice pozinkovaných plíšků a kousků kuprexitu vodivě propojit (například sletovat na okraji pájkou).



Obr. 3

▨ plechy pozinkované  
▨ pijáky  
▨ plechy Cu



Obr. 4

**Literatura:**

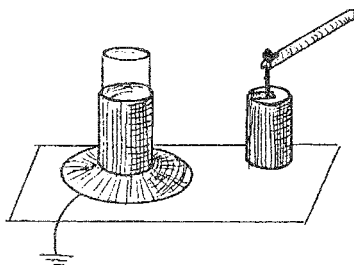
1. Däniken, E.: Vzpomínky na budoucnost, Orbis, Praha 1971, str. 39, 54, 193
2. Souček, L.: Tušení souvislosti, Československý spisovatel, Praha 1980, str. 44

## Rozkladná leidská láhev

Věra Novobilská, PF UJEP Ústí nad Labem

### Popis pomůcky:

vnější elektrodu tvoří plechovka (např. od kompotu), dielektrikum tvoří plastová seříznutá láhev s rovným dnem o nepatrně menším průměru a vyšší asi o 4 cm než vnější plechovka a vnitřní elektrodu tvoří opět plechová nádoba s nepatrně menším průměrem než má plastová láhev. (Vnitřní plechová nádoba byla upravena z větší rozříznutím a sletováním včetně přiletování měděné tyčinky s konduktorovou kuličkou.) Z horní seříznuté části vnitřní plechovky byl ponechán proužek asi 2 cm x 4 cm, který ohnutý v pravém úhlu dovnitř slouží jako držák tyčinky. K vyjmutí vnitřní plechovky slouží např. lepenková trubička od fólie k meotaru, která je opatřena dvojitým zářezem pro uchopení tyčinky (viz obrázek).



Obr. 1: Rozkladná leidská láhev

### Popis pokusu:

Leidskou láhev postavíme na uzemněnou desku a kuličku přiblížíme k jedné elektrodě indukční elektřiny, jejíž druhá elektroda je uzemněná a necháme přeskocit několik jisker. (O nabití se lze přesvědčit kloubovým vybíječem.) Nabitou leidskou láhev rozložíme – nejprve lepenkovou trubičkou vyjmeme vnitřní elektrodu, potom rukou plastovou láhev. Každou ze tří částí lze vzít bez obav do ruky. Po sestavení láhve obráceným postupem a propojením vnitřní a vnější elektrody přeskochí jiskra.

## **Souprava demonstračních panelů k demonstraci funkčních závislostí osciloskopem**

*Václav Jára, Pavel David, katedra fyziky, PF JU, České Budějovice*

Souprava demonstračních panelů umožňuje pouze po připojení ke zdroji (je součástí soupravy) a osciloskopu, bez další přípravy, velice rychle a názorně demonstrovat časové průběhy proudu a napětí na doutnavce, integraci napětí s pilovým a pravoúhlým průběhem, derivaci napětí s pilovým a pravoúhlým průběhem, efektivní hodnoty střídavého proudu, tlumené kmity, funkci usměrňovače, magnetickou hysterezní smyčku. Byla konstruována především s ohledem na možnost názorné demonstrace funkčních závislostí těchto průběhů na plynule či skokem měnitelných parametrech obvodů tak, aby studenti získali rychle přesnou představu o vlivu parametrů obvodů na časovou závislost průběhů sledovaných veličin.

Právě v možnosti demonstrace funkčních závislostí na parametrech reálného obvodu (přímé manipulace s prvky) má souprava v současné době velkou přednost před počítačovým modelováním těchto časových závislostí, při němž studentům chybí přímá vazba na realitu a vše se odehrává v úrovni teoretického poznání a počítačové simulace. Přesto, že souprava je konstrukčně staršího data, je pro možnost demonstrace dynamických závislostí na parametrech reálných obvodů značně využívána a u studentů oblíbená.

## Určení indexu lomu kapaliny pomocí V-hranolu

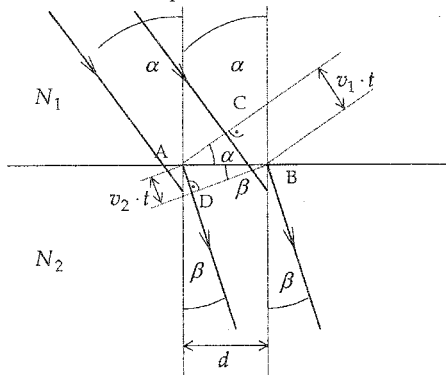
František Špulák, Pavel Kříž, Katedra fyziky PF JU Č. Budějovice

### Teorie:

Světlo se v prostředí o indexu lomu  $N$  šíří rovnoměrně přímočaře s rychlostí  $v$ , pro níž platí

$$v = \frac{c}{N}. \quad (1)$$

Uvažujme nyní rovinné rozhraní dvou prostředí o indexech lomu  $N_1, N_2$  (Obr. 1).



Obr. 1

V trojúhelníku ABC platí

$$\frac{v_1 \cdot t}{d} = \sin \alpha, \quad (2)$$

v trojúhelníku ABD platí

$$\frac{v_2 \cdot t}{d} = \sin \beta. \quad (3)$$

Vydělením (2) a (3) dostaneme

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}, \quad (4)$$

odtud po dosazení z (1) a úpravě

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \quad (5)$$

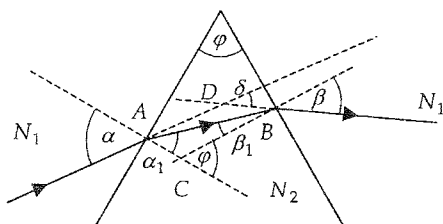
nebo také

$$N_1 \cdot \sin \alpha = N_2 \cdot \sin \beta, \quad (6)$$

což je tzv. Snellův zákon lomu. Je-li  $\alpha > \beta$ , jde o lom ke kolmici a  $N_1 < N_2$ , je-li  $\alpha < \beta$ , jde o lom od kolmice a  $N_1 > N_2$ . V tomto případě je pro jistý úhel dopadu  $\alpha_m$  úhel lomu pravý a nastane tzv. totální odraz paprsku, tzn. žádný paprsek neprojde do druhého prostředí. Pro mezní úhel platí

$$\alpha_m = \arcsin \frac{N_2}{N_1}. \quad (7)$$

Nyní budeme využívat Snellova zákona lomu (6) při průchodu světla optickým hranolem k výpočtu indexu lomu materiálu, z něhož je vyroben. Optickým hranolem rozumíme kolmý hranol s podstavou tvaru rovnoramenného trojúhelníka, jehož ramena svírají úhel  $\varphi$ , který se nazývá lámavý úhel. Necháme dopadat paprsek pod úhlem  $\alpha$  na obdelníkovou stěnu, jejíž jednu stranu tvoří rameno trojúhelníkové podstavy (viz Obr. 2).



Obr. 2

Pro bod A plyne z (6)

$$N_1 \cdot \sin \alpha = N_2 \cdot \sin \alpha_1, \quad (8)$$

pro bod B plyne z (6)

$$N_1 \cdot \sin \beta = N_2 \cdot \sin \beta_1. \quad (9)$$

V trojúhelníku ABC platí

$$\alpha_1 + \beta_1 = \varphi \quad (10)$$

a ze čtyřúhelníka ABCD plyne

$$\alpha + \beta = \varphi + \delta, \quad (11)$$

odtud

$$\delta = \alpha + \beta - \varphi. \quad (12)$$

Budeme hledat takový úhel  $\alpha$ , aby úhel  $\delta$  byl minimální, tj. aby nastala tzv. minimální deviace. Derivujeme postupně vztahy (12), (8), (9) a (10) podle  $\alpha$ , tedy

$$\frac{d\delta}{d\alpha} = 1 + \frac{d\beta}{d\alpha}, \quad (13)$$

$$N_1 \cdot \cos \alpha = N_2 \cdot \cos \alpha_1 \cdot \frac{d\alpha_1}{d\alpha}, \quad (14)$$

$$N_1 \cdot \cos \beta \cdot \frac{d\beta}{d\alpha} = N_2 \cdot \cos \beta_1 \cdot \frac{d\beta_1}{d\alpha}, \quad (15)$$

$$\frac{d\alpha_1}{d\alpha} + \frac{d\beta_1}{d\alpha} = 0. \quad (16)$$

Z (13) plyne pro minimální deviaci

$$\frac{d\delta}{d\alpha} = 0 = 1 + \frac{d\beta}{d\alpha} \Rightarrow \frac{d\beta}{d\alpha} = -1. \quad (17)$$

Z (16) máme

$$\frac{d\alpha_1}{d\alpha} = -\frac{d\beta_1}{d\alpha}. \quad (18)$$

Dosadíme (17) a (18) do (15) a dostaneme

$$-N_1 \cdot \cos \beta = -N_2 \cdot \cos \beta_1 \cdot \frac{d\alpha_1}{d\alpha}. \quad (19)$$

Vydělením (14) a (19) máme

$$\frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{\cos \alpha_1}{\cos \beta_1}. \quad (20)$$

Vztah (20) platí pro  $\alpha = \beta \Rightarrow \alpha_1 = \beta_1$ , potom pro minimální deviaci platí z (12)

$$\delta_m = 2 \cdot \alpha - \varphi. \quad (21)$$

Dosadíme z (10) do (9) a protože  $\alpha = \beta$ , dostaneme vztah

$$N_2 \cdot \sin \varphi \cdot \cos \beta_1 - N_2 \cdot \cos \varphi \cdot \sin \beta_1 = N_1 \cdot \sin \alpha. \quad (22)$$

Z (8) vyjádříme  $\sin \beta_1$  a  $\cos \beta_1$  a dosadíme do (22). Po úpravě dostaneme

$$\sin \varphi \cdot \sqrt{N_2^2 - N_1^2 \cdot \sin^2 \alpha} = N_1 \cdot \cos \varphi \cdot \sin \alpha + N_1 \cdot \sin \alpha, \quad (23)$$

umocněním a úpravou máme

$$N_2 = \frac{N_1 \cdot \sin \alpha}{\sin \varphi} \cdot \sqrt{2 + 2 \cdot \cos \varphi}. \quad (24)$$

Převedením goniometrických funkcí argumentu  $\varphi$  na poloviční argument a dosazením za  $\alpha$  z (21) dostaneme po úpravě vztah

$$N_2 = N_1 \cdot \frac{\sin \frac{\delta_m + \varphi}{2}}{\sin \frac{\varphi}{2}}. \quad (25)$$

**Pomůcky:** tužka, papír, úhloměr, V-hranol, zdroj světla, kapalina

**Úkoly:**

- Navrhněte dva různé postupy měření indexu lomu materiálu, z něhož je vyroben V-hranol. Na základě teorie odvoďte příslušné vztahy.
- Proveďte měření indexu lomu materiálu, podle vašich návrhů v úkolu a). Výsledky porovnejte.
- Navrhněte postup měření indexu lomu kapaliny pomocí V-hranolu. Odvoďte potřebné vztahy.
- Proveďte měření podle vašeho návrhu z úkolu c).

**Řešení:**

1. postup podle následujícího uspořádání (obr. 3):

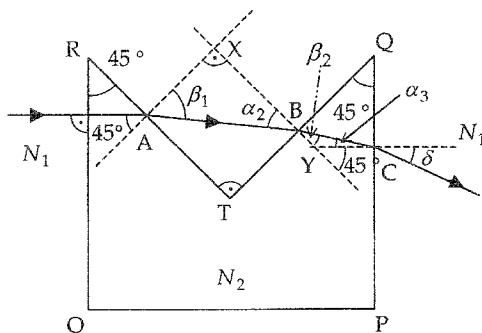
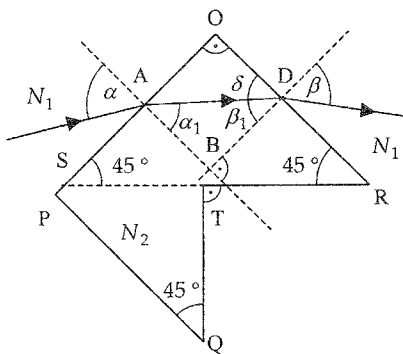
Část SRO tvoří optický hranol s lámavým úhlem  $90^\circ$ . Nastavíme-li minimální deviace, můžeme ze vztahu (25) určit index lomu materiálu. Protože  $\varphi = 90^\circ$ , dostaneme

$$N_2 = N_1 \cdot \left( \cos \frac{\delta_m}{2} + \sin \frac{\delta_m}{2} \right), \quad (26)$$

kde  $N_1$  je index lomu okolního prostředí, kterým je nejčastěji vzduch s  $N_1 \approx 1$ .

Nyní nastavíme paprsek tak, aby nastala minimální deviace, tuto deviaci úhloměrem změříme a ze vztahu (26) určíme index lomu  $N_2$ .

- postup podle následujícího uspořádání (obr. 4):



Obr. 3, 4

Pro bod A platí z (6)

$$N_2 \cdot \sin 45^\circ = N_1 \cdot \sin \beta_1, \quad (27)$$

Pro bod B platí z (6)

$$N_1 \cdot \sin \alpha_2 = N_2 \cdot \sin \beta_2, \quad (28)$$



Pro bod C platí z (6)

$$N_2 \cdot \sin \alpha_3 = N_1 \cdot \sin \delta. \quad (29)$$

V trojúhelníku ABX je

$$\alpha_2 + \beta_1 = 90^\circ, \quad (30)$$

v trojúhelníku BCY je

$$\alpha_3 + \beta_2 = 45^\circ. \quad (31)$$

Vyřešením soustavy rovnic (27) až (31) s neznámými  $N_2, \beta_1, \alpha_2, \beta_2, \alpha_3$  vypočteme  $N_2$ , tedy

$$N_2 = N_1 \cdot \sqrt{\frac{2 + \sin^2 \delta \pm \sqrt{4 \cdot \sin^2 \delta - 3 \cdot \sin^4 \delta}}{2}}. \quad (32)$$

Předpokládáme-li, že v okolí je vzduch, musí být  $N_2 > N_1$ , což splňuje pouze kořen s kladným znaménkem, tedy

$$N_2 = N_1 \cdot \sqrt{\frac{2 + \sin^2 \delta + \sqrt{4 \cdot \sin^2 \delta - 3 \cdot \sin^4 \delta}}{2}}. \quad (33)$$

Nastavíme paprsek tak, aby dopadal kolmo na stěnu OR a změříme úhel lomu  $\delta$  na stěně PQ. Ze vztahu (33) vypočítáme index lomu materiálu  $N_2$  za předpokladu, že okolním prostředím je vzduch.

c) Uspořádání stejné jako v úkolu a) u 2. postupu, pouze do části RTQ nalijeme kapalinu s indexem lomu  $N_3$ . Rovnice (27) a (28) se změň na tvar

$$N_2 \cdot \sin 45^\circ = N_3 \cdot \sin \beta_1, \quad (34)$$

$$N_3 \cdot \sin \alpha_2 = N_2 \cdot \sin \beta_2, \quad (35)$$

rovnice (29) až (31) zůstanou stejné. Řešením soustavy rovnic (29), (30), (31), (34) a (35) s neznámými  $N_3, \beta_1, \alpha_2, \beta_2, \alpha_3$  dostaneme pro index lomu kapaliny

$$N_3 = \sqrt{N_2^2 - N_1 \cdot \sin \delta} \cdot \sqrt{N_2^2 - N_1^2 \cdot \sin^2 \delta}, \quad (36)$$

kde  $N_2$  je index lomu materiálu, který jsme určili v úkolu b) a  $N_1$  je index lomu okolního prostředí.

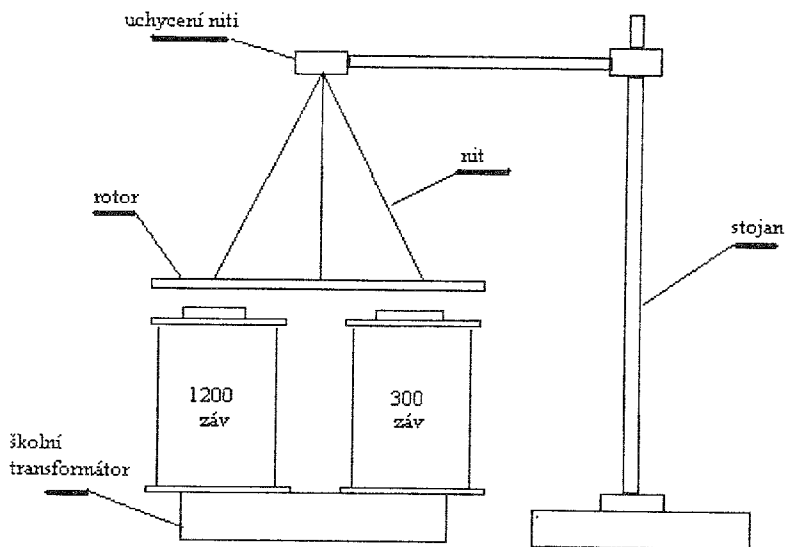
Opět nastavíme paprsek tak, aby dopadal kolmo na stěnu OR a změříme úhel lomu  $\delta$  na stěně PQ. Ze vztahu (36) vypočítáme index lomu kapaliny  $N_3$  s použitím  $N_2$  jako výsledku úkolu b) a  $N_1$  jako indexu lomu vzduchu, protože předpokládáme, že okolním prostředím je právě vzduch.

## Indukční motor

Vladimír Lysenko, PŘF OU Ostrava

**Potřeby:** Školní transformátor, cívky 1200 záv., 300 záv., stojan pro chemické pokusy, hliníkový kotouč  $\varnothing = 200$  mm, tloušťka cca 1 mm, nit, propojovací šňůry.

**Příprava:** Rotor elektromotoru tvoří hliníkový kotouč upevněný na závěsné niti (3-bodové upevnění). Cívku s 1200 závitů budeme krátkodobě připojovat na 220 V, cívku s 300 závitů budeme propojovacím vodičem zkratovat.



Obr. 1 Jednofázový indukční motor

**Provedení:** Cívku s 1200 závitů napojíme na síťovou šňůru s vidlicí 220V–2,5A. Cívku s 300 závitů budeme propojovat vodičem nakrátko. Hliníkový kotouč nastavíme excentricky nad transformátor. Cívku s 1200 závitů krátkodobě připojíme na 220 V. Kotouč (rotor) se roztočí až po zkratování cívky s 300 závitů. Nemáme-li k dispozici cívku s 300 závitů, lze ji vynechat, ale musíme použít „plné“ jádro (nikoliv složené z plechů).

**Vysvětlení:** Elektrické proudy v cívkách jsou navzájem posunuty o  $180^\circ$ , dosahují tedy maxima v různých časových okamžicích. Nad póly transformátoru se vytváří postupné magnetické pole jako při posouvání magnetu. Toto pole budí ve vodičném kotouči vířivé (Foucaultovy) proudy. Interakce posuvného pole a indukovaného pole vířivými proudy generuje eliptické točivé magnetické pole postačující k vytvoření malého záběrového momentu k roztočení rotoru.

**Poznámky:** Na uvedené pomůcce lze demonstrovat elektromagnetickou indukci, vířivé (Foucaultovy) proudy, točivé magnetické pole a jako celek pak činnost jednofázového elektromotoru. K zajištění záběrového momentu namísto rozběhového vinutí nebo tzv. stíněného pólu se v této pomůcce používá pomocné cívky se zkratovaným vinutím.

Velikost točivého momentu lze měnit umístěním pólů transformátoru vůči ose rotace rotoru (kotouče). Funkci pomocné cívky splní také plné jádro transformátoru, to se ale vlivem vířivých proudů zahřívá.

**Literatura:**

1. Recknagel, A.: Physik-Elektrizität und Magnetismus, VEB Verlag Technik, Berlin, 1986.

## Bezdrátový jednocestný telefon

*Eva Müllerová, Josef Zahradka, gymnázium dr. I. Pekaře, Mladá Boleslav*

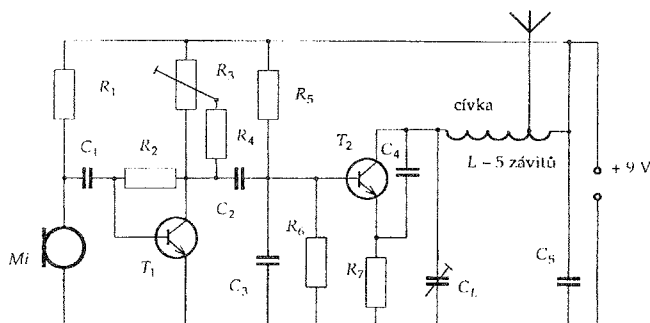
Pomůcka slouží k dorozumívání mezi návštěvníky hvězdárny a obsluhujícím personálem na hvězdárně v Mladé Boleslavi. Jedná se vlastně o vysílač pracující v pásmu 80–110 MHz. Příjemce používá miniradio se sluchátky. Dosah tohoto přístroje je několik desítek metrů. (Experimentálně byl použit na vzdálenost větší než 300 m).

Pomůcku vytvořili studenti David Koubek a Jan Novák z Pekařova gymnázia v Mladé Boleslavi. (Teprve při bližším zkoumání vyšlo najevo, že se o pomůcku dozvěděli v nějakém časopisu. Žel, nepodařilo se zjistit, ve kterém. Takže se omlouváme neznámým autorům.) Na pomůcku však některé prvky změnili a celé dílko je původní práce žáků připravujících se k maturitě.

Jako anténa vyhovuje každý drát v délce 20–40 cm. Velmi úspěšně však funkci plnil i obyčejný deštník. Napájecím zdrojem je 9V baterie.

### Součástky:

Mi	mikrofonní vložka elektret
T1	KC 238
T2	KF 173
L	cívka 5 závitů s odbočkou na 1. závit
CL	ladicí trimrový keramický kondenzátor 20 pF
R1	2k2
R2	220 k
R3	trimrový potenciometr 2k2
R4	1 k
R5	10 k
R6	4k7
R7	470
C1, C2, C5	68–100 n
C3	470–680 pF
C4	15 pF



## **Problematika malouhlových hranic zrn**

*Z. Kluiber, O. Zemánek, gymnázium Zborovská 45, Praha 5*

**Zadání úlohy:** Zjištění misorientace daného bikrystalu

**Účel práce:** Práce si klade za cíl určit misorientaci daného bikrystalu jinou než klasickou cestou ruční numeriky. Jako počítačová alternativa byla zvolena metoda využívající několika již existujících programů.

### **OSNOVA:**

#### **I. Teoretický úvod**

- 1.2 Pojem hranice zrn
- 1.3 Koincidenční mřížka
- 1.4 Podstata misorientace hranic zrn
- 1.5 Princip Laueho metody

#### **II. Postup vlastní práce**

- 2.1 Získání snímků
  - 2.1a Příprava vhodného vzorku. Výroba monokrystalů a její úroveň u nás
  - 2.1b Vyhotovení lauegramů
- 2.2 Simulace stereografické projekce v programu Stereo. Určení reflexí bodů CSL mřížky
- 2.3 Digitalizace snímků. Přenos dat do počítače. Kalibrace měřítka
- 2.4 Práce v programu LuciaG. Určení polohy daných bodů vzhledem k souřadnému systému
- 2.5 Vložení naměřených hodnot do datového souboru
- 2.6 Výpočet misorientace pomocí programu Lauex
- 2.7 Diskuse zjištěných hodnot

#### **III. Závěrečné zhodnocení a přínos práce**

---

#### **I. Teoretický úvod**

*K čemu vlastně slouží výzkum hranic zrn?*

Mnoho *makroskopických* fyzikálních a chemických vlastností pevných látek souvisí s jejich vnitřní *mikroskopickou* stavbou.

- plasticita, zpevnění (mostní konstrukce, turbíny)
- rozpustnost
- elektrická a tepelná vodivost (dálková vedení elektrického proudu)

*Důležitý faktor – typ hranic zrn a jejich orientace v krystalu.*

- zvýšení vnitřní energie materiálů
- pohyb dislokací přes hranici zrn v polykrystalu
- magnetismus (interakce s volnými elektrony a magnetickými doménami)
- vysokoteplotní supravodiče (závislost velikosti kritického proudu na prostorovém rozmístění hranic a jejich krystalografických parametrech)

## 1.2 Hranice zrn

- dvojrozměrné rozhraní oddělující oblasti se stejným chemickým složením a krystalovým uspořádáním (mezifázové rozhraní)
- *krystalická struktura, která je součástí jak jednoho tak druhého zrna*
- modely hranic
  - dislokační model* (čarová, šroubová)
    - čarová dislokace
    - $D = b/\Theta$ , pro malé úhly  $\Theta$  je struktura hranice tvořena jádry dislokací obklopenými úseky neporušeného krystalu. Pro větší úhly:
      - ostrůvkový model* (dislokace přestanou být definovány)
      - ostrůvky, místa pevného spojení zrn
- popis hranice zrn
  - maticí rotace
    - 1) 5 hlavních parametrů: osa a úhel rotace, orientace tečné roviny rozhraní v daném místě (normála k hranici)
    - 2) vedlejší parametry (translační vztahy krystalů a poloh roviny rozhraní určující stabilitu polohy krystalu)
  - *odchylky od ideální hranice*
    - matice rotace reálného bikrystalu je součin matice ideálního bikrystalu a matice rotace kolem dodatečné osy  $\alpha$  o úhel  $\Delta\phi$  (periodicita)

Většinu hranic zrn nelze popsat jen soustavou dislokací  $\Rightarrow$

## $\Rightarrow$ 1.3 Koincidenční mřížka

- čili CSL (Coincidence Site Lattice)
- *sekundární mřížka mřížkových bodů náležejících oběma krystalům současně*
  - osa rotace a rovina rozhraní
  - periodicita krystalu
- důležitý parametr: parametr  $\Sigma$ 
  - udává, kolikrát je primitivní buňka koincidenční mřížky větší než elementární buňka (nepřímá úměra koincidence mezi mřížkami sousedních krystalů)
  - $1/\Sigma \dots$  objemová hustota CSL bodů
- ovlivňuje: korozi, energii hranice, atp.

**1.4 Podstata misorientace zrn** (zrno – monokrystalická oblast krystalu, tj. oblast s jednou převládající orientací)

- vzájemné natočení zrn bikrystalu (rotaci zrn bikrystalu okolo jisté osy  $\alpha$  o  $\Delta\phi$ )
- malouhlová hranice zrn je misorientace mezi 1 a 3 stupni

## 1.5 Princip Laueho metody

- metody ke zjištění misorientace
  - 1) *Bergova-Barretova*
    - široký paralelní kolimovaného svazku monochromatického rtg. záření
    - otáčení krystalu kolem normály k povrchu vzorku a kolem osy goniometru, splnění Braggovy podmínky

## 2) Laueho metoda

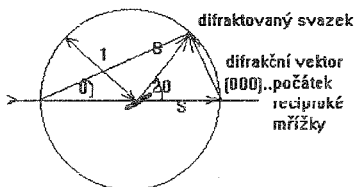
- spojité záření ( $\lambda$  od  $2 \cdot 10^{-11}$  do  $2 \cdot 10^{-10}$  m)
- fixní umístění vzorku

Spojité spektrum  $\Rightarrow$  mnoho rovin splňujících Braggovu podmínku:

$$S - S_0 = \lambda \cdot \sigma_{hkl}$$

Ewaldova reflexní kulová plocha

- jednotkové kulové plochy kolem průsečíku roviny rozhraní a rtg. svazku
- difrakční body v místě průniku difrakčních vektorů  $\lambda \cdot \sigma_{hkl}$  reciproké mřížky a E. koule



$$|\sigma_{kl}| = \frac{1}{d_{hkl}}, \quad d_{hkl} \text{ je mezivrstevná vzdálenost}$$

- spojité záření  $\Rightarrow$  úsečka ve směru vektoru  $\sigma_{hkl}$  ( $\lambda_{\min} / d_{hkl}$  a  $\lambda_{\max} / d_{hkl}$ )

Pozn: Přesnost Laueho metody pak leží řádově mezi 0,5 až 1 stupněm

## II. Vlastní práce

### 2.1a Parametry materiálu:

Vzorek bikrystalu molybdenu o rozměrech  $15 \times 5 \times 0,5 \text{ mm}^3$ , rovina volného povrchu (totožná s rovinou řezu) je (101). Předpokládaná (ideální případ) osa rotace je (101), resp.  $\left( \frac{\sqrt{2}}{2} \ 0 \ \frac{\sqrt{2}}{2} \right)$ . Osa je tedy na rovinu povrchu kolmá. Úhel je 0,679 63 rad, což odpovídá 38,94°.

### Charakteristika vzorku:

prostorově centrovaná kubická soustava (angl. BCC)

mozaiková struktura reálných zrn.

vzájemné orientace zrn se liší „velmi málo“

monokrystal – krystal, jehož odchylka se pohybuje u jednotlivých zrn řádově v jednotkách stupňů

– přírodní výskyt vzácný (výhradně minerály)

$\Rightarrow$  umělá výroba monokrystalů

- vyloučení existence mozaikové struktury (snaha o isotropii)
- metody výroby
  - zonální tavba (vysokofrekvenční tavení)
  - electron-bombarding (svazek elektronů)

### 2.1b Příprava lauegramů:

Lauegram – rentgenový snímek vzniklý na filmu difrakcí rovin bikrystalu

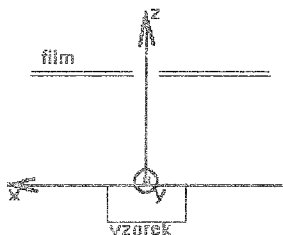
metody snímání:

- transmise („za vzorek“)
- reflexe („před vzorek“)

Na filmu se zobrazí body odpovídající diskretním vlnovým délkám

- soustava elips či parabol (transmise)
- soustava hyperbol (reflexe)

(Orientace filmu k volnému povrchu krystalu  $\Rightarrow$  určení roviny souměrnosti.)



*konvenční vzdálenosti  $d = 30 \text{ mm}$ , pravoúhlový systém*

Snímek: Difrakční body – zrno A a B, superpozice A + B je možné použít pro kontrolu dále zjištěných údajů.

### 2.2 Simulace stereografické projekce (program Stereo):

stereografická projekce – promítá prostorový útvar (projekční kouli) na projekční rovinu.

projekční koule – množina všech stejných soustředných kružnic příslušejících jednotlivým krystalovým rovinám

pomocné geometrické sítě: Greningerova, Leonhardtova (měření úhlů)

Wulfova (vynášení bodu, určení reflexí)

program Stereo – rychlejší získání srovnatelných výsledků.

Natočení zrna A vůči zrna B kolem osy  $\langle 111 \rangle$  38,94 stupně ( $\Sigma 9$ ). Porovnání lauegramů se simulacemi jejich reflexí (Millerovy indexy reflexe). Kontrola ze simulace superpozice.

### 2.3 Digitalizace snímků. Přenos dat do počítače

- 1) pomocí CCD kamery
- 2) sejmutí referenčního měřítka

kalibrace poměru  $\frac{\Delta x}{\Delta y}$  (aspect ratio)



3) přenos do programu LuciaG.

určit, jaké skutečné délce odpovídá vzdálenost odečtená z monitoru

**2.4 Měření poloh CSL bodů.**

obecně: stačí pouze po třech bodech z každého zrna

přesněji: optimální je počet kolem dvaceti bodů (metoda nejmenších čtverců)

(zmenšení chyb na dílenském mikroskopu – opakované měření)

výpočet polohy středu pro *každý* z lauegramů z referenčních bodů

Pozn: Při našem měření bylo užito obrazovky 704 na 548 pixelů a na každý z nich připadl na ose  $x$  asi 0,183 mm a na ose  $y$  asi 0,18 mm. Po zkušenostech s příliš jemným měřítkem bylo použito kalibrovaného kříže s chybou měření od 0,25 do 0,3 mm.

**2.5 Vložení dat do souboru (reflexe a polohy bodů)**

přepočtení poloh bodů do skutečného měřítka

**2.6 Program Lauex**

zadání teoretických hodnot osy a úhlu rotace

výpočet na principu Laueho metody a metody nejmenších čtverců

cyklické upřesňování pro další CSL body

výsledek po určitém počtu cyklů konverguje

Pro měřený vzorek molybdenu vypočetl program dodatečnou hodnotu misorientace  $1,12^\circ \pm 0,41^\circ$ .

**2.7 Diskuse**

Provedená metoda je méně přesná než výsledky získané pomocí dílenského mikroskopu (chyba měření kolem 0,1 mm).

Větší přesnosti počítačové metody by mohlo být dosaženo pomocí automatického výpočtu „středů“ měřených bodů a dalších metod v programu LucieG. Přesnost výpočtů by také ovlivnilo zadání více bodů do programu Lauex.

Pozn: Pro korektnější výsledek by bylo třeba stanovit chyby měření především při zpracování na počítači (nedostatečná ostrost obrazu). Přitom by se neměla pominout chyba způsobená konečnou tloušťkou filmu atd. Korekce vzdálenosti  $d$  je zahrnuta v běhu programu Lauex.

**III. Závěrečné zhodnocení práce:**

Práce se pokusila zrychlit a snížit pracnost výpočtu osy a úhlu misorientace bikrytalů. Z předešlých výsledků vyplývá, že užití standardních metod pro odečítání bodů CSL-mřížky je sice časově podstatně náročnější, nicméně dává přesnější výsledky. Z toho plyne, že v práci popsaná metoda je spíše než pro přesné určení misorientace vhodná pro předběžné rychlé zjištění a pro její kontrolu. Zjištěné údaje ukazují na potřebné další zpřesňovací metody.

Práce přinesla výsledky měření misorientace daného bikrystalu molybdenu.

## Raketka

Stanislav Lánský, Jaroslav Hejný

Příspěvek popisuje výrobek dětí z Klubu malých debružárů při ZŠ Brankovice.

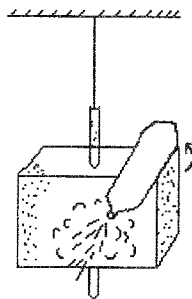
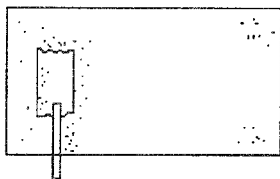
### Materiál:

Úlomek (asi 4x2 cm) ze starého pravítka z celulóidu, špejle, alobal, nit, krabička od zápalek, drátek nebo lepidlo, kleště, hřebík, svíčka, zápalky

### Příprava a provedení:

Úlomek pravítka zabalte do alobalu. Aby v raketce zůstal otvor na únik hořících plynů, přiložte před zabalením kousek špejle tak, jak to vidíte na obrázku. Krabičku od zápalek propíchněte větším hřebíkem a vzniklým otvorem protáhněte špejli. Špejli zavěste pomocí niti na místě pokusu (třeba na větev stromu). Raketku připevněte pomocí drátku (nebo vhodného lepidla) ke krabičce od zápalek.

Z raketky vytáhněte opatrně špejli a svíčkou nahřívejte zadní část raketky v okolí otvoru. Za chvíli se „palivo“ vznítí, vzniklé plyny unikají otvorem a raketka se roztčí.



### Vysvětlení:

Stlačený plyn v uzavřené nádobě „tlačí“ stejnoměrně na všechny strany. Tlaková síla „našla“ v našem pokusu otvor. V okolí otvoru tato síla klesá k nule, plyn tudíž proudí ven. Na protilehlé straně nádoby (rakety) působí síla nadále a tlačí nádobu opačným směrem, než je směr proudícího plynu. Je to tzv. reaktivní síla. Naše raketka ukazuje princip raketového pohonu.

Pokus je zcela bezpečný, je třeba ale počítat s velkým zápachem při hoření umělé hmoty, proto je lepší jej provádět na volném prostranství.

# Slunce maluje

J. Pachlová

Pokus připravili žáci 1. a 2. třídy ZŠ ve Stráži u Tachova a jejich snažení a výsledky zapsala Tereza Pachlová ze 4. třídy.

**Pomůcky:** připravené barevné papíry (15 druhů), vystřižené tvary z kartónu, popř. koženky, krajky ap., deska, špendlíky

**Provedení:** Nejdříve jsme si připravili 15 druhů červených papírů (tapetový, barevný ze školního souboru, krepový), jiné jsme postupně barvili (pastelkou, voskovkou, křídou, fixem, vodovkou, temperami, olejovou červenou barvou, emailovou, potravinářskou, razítkovou,...). Suché papíry jsme položili na nástěnku (desku) a na ně jsme pomocí vystřihávaných tvarů tvořili obrázky. Špendlíky jsme je připevnili k desce. Celé jsme dali na okno. A teď jsme čekali, jak budou papíry reagovat na slunce. Naše okno ve škole tak bylo ozdobeno téměř 4 týdny.

**Vysvětlení:** Slunce je velmi účinný odbarvovací a bělicí prostředek (dřívější bělení prádla). Dokáže odstraňovat barvu z našeho oblečení, nábytku a z dalších předmětů. Při tvorbě obrázků jsme využili právě této vlastnosti slunce.

**Využití pro praxi:** Zjistili jsme, které barvy jsou méně odolné vůči slunečnímu svitu a které více.

**Výsledky reakce na slunce:**

Červený papír	Reakce na slunce	
1. Razítková barva	Papír se téměř vybělil. Obrázek výrazný.	☼☼☼
2. Potravinářská barva	Papír se velmi odbarvil. Obrázek výrazný.	☼☼☼
3. Barevný ze souboru A	Pod kartonovými tvary obrázek výrazný. Pod krajkou méně (slunce jí prosvítlo).	☼☼☼
4. Barevný ze souboru B	Pod kartonovými tvary obrázek výrazný. Kde špatně doléhal, slunce vniklo – obr. nevýrazný	☼☼
5. Fixem	Bělilo hodně. Obrázek výrazný.	☼☼☼
6. Křídou (+ slabá vrstva laku)	Obrázek jemně znatelný.	☼
7. Tapetový	Obrázek jemně znatelný.	☼
8. Krepový	Obrázek velmi jemně znatelný.	☼
9. Vodové barvy A	Velice slaboučce viditelné tvary.	☼
10. Vodové barvy B	Žádná.	●
11. Pastelkou	Žádná.	●
12. Emailem	Velice slaboučce viditelný obrázek.	☼
13. Olejovou	Žádná.	●
14. Voskovkou	Žádná.	●
15. Temperou	Žádná.	●

**Poznámka:** ☼☼☼ – slunce odbarvovalo velmi hodně

☼☼ – slunce odbarvovalo znatelně; středně

☼ – slunce odbarvovalo málo

● – slunce neodbarvovalo

## Nejlevnější vysavač

J. Pachlová

Pokus připravili žáci 4. třídy ZŠ Stráž u Tachova.

Pořízení a provoz tohoto „vysavače“ vás nebude stát ani korunu, ba ani haléř. A to už za to stojí!!!

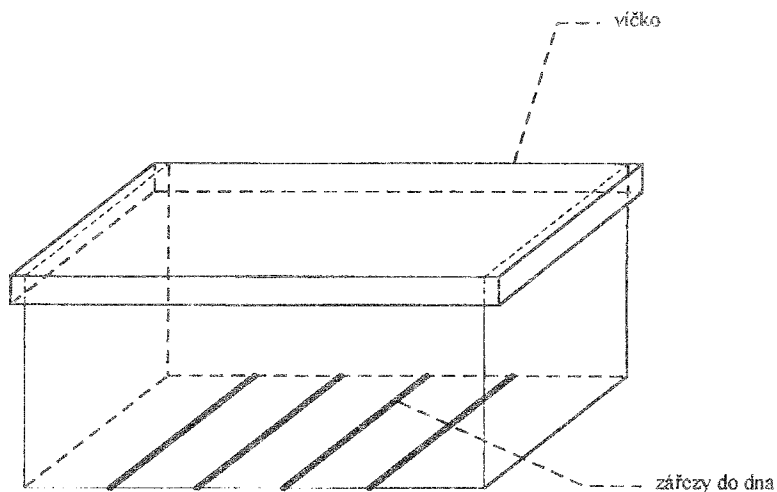
**Pomůcky:** umělohmotná krabička s víčkem („obdélníková“ od máslové Romy, od salátu ap.), nožík (nebo pilka na železo, ostré nůžky).

**Provedení:** Do obdélníkového dna vyřízneme několik příčných zářezů širokých asi 2–4 mm. Krabičku necháme zavřenou. Vysavač je připraven zbavit od prachu oblečení, čalounění gauče, křesel, menší koberečky a jiné tkaniny.

**Vysvětlení:** Třením o tkaninu se umělohmotná krabička elektricky nabije a přitahuje drobné částičky prachu, suchých drobečků, které se uvnitř shromažďují.

Po čištění stačí jen krabičku otevřít a vysypat. Pokud ji budete vyplachovat, pro další použití musí být zcela suchá.

Debrujár umí odpad správně využít a ve prospěch přírody i ekologicky použít!



## Několik pokusů pro studenty

*Lenka Slabá*

*Príspevek je popisem pokusů studentů 1. ročníku SPŠ stavební České Budějovice, které zastupuje student Petr Březina.*

### Oválná kapka

**Pomůcky:** noviny, voda

**Provedení:** Ze starých novin vybereme ty, které dobře sají vodu. Pokud na list novin vodu kápneme, zjistíme, že po určité době pronikne do novin, ale kapka je oválná.

**Vysvětlení:** Noviny jsou tvořeny z vláken, která bývají kladena jedním směrem a proto vznikne oválná kapka.

### Léčitelství

**Pomůcky:** plastelína, svíčka, zápalky, sklenička

**Provedení:** Z plastelíny vytvoříme placičku, tu položíme kamarádovi např. na ruku. Do placičky zapícheme svíčku a zapálíme ji. Když se svíčka rozhoří, přikryjeme ji sklenkou. Po určité době svíčka zhasne a pokožka se vyboulí směrem do skleničky.

**Vysvětlení:** Hořící svíčka způsobí ohřátí vzduchu ve sklence, ale po určité době už nemá kyslík a zhasne. Teplý vzduch se začne ochlazovat, jeho objem se zmenšuje a ve sklence vznikne podtlak, díky kterému se pokožka vyboulí dovnitř.

**Poznámka:** Tohoto jevu využívají léčitelé. Pokožka se roztáhne a dochází k jejímu lepšímu prokrvení. Může se použít 1–60 baněk. Léčí se jím bolesti uší, tváří, dásní, ramen, kolen, otoky, akné. Používají se k celkovému povzbuzení. Jsou bezpečné, nemají nežádoucí účinky. Ale pozor! Zesilují vliv alkoholu.

### Práce a energie

**Pomůcky:** sklenička s vodou, sklenička se směsí písku a dřevěných pilin

**Provedení:** Po nakloněné rovině pustíme dvě stejné skleničky stejných hmotností, z nichž jedna je naplněna vodou a druhá směsí písku s dřevěnými pilinami.

**Vysvětlení:** Když se valí sklenička s vodou, voda ji zaplňující (mimo tenkou vrstvu přiléhající ke stěnám) se neotáčí. Proto potenciální (polohová) energie této skleničky se téměř úplně přemění na kinetickou (pohybovou) energii postupového pohybu. Při valení skleničky se směsí písku a pilin se značná část její potenciální energie přemění v kinetickou energii otáčivého pohybu, neboť sklenička spolu s celým obsahem se otáčí jako jeden celek. Proto kinetická energie postupového pohybu (a tím i rychlost valení) skleničky s vodou bude větší než skleničky se směsí písku a pilin.

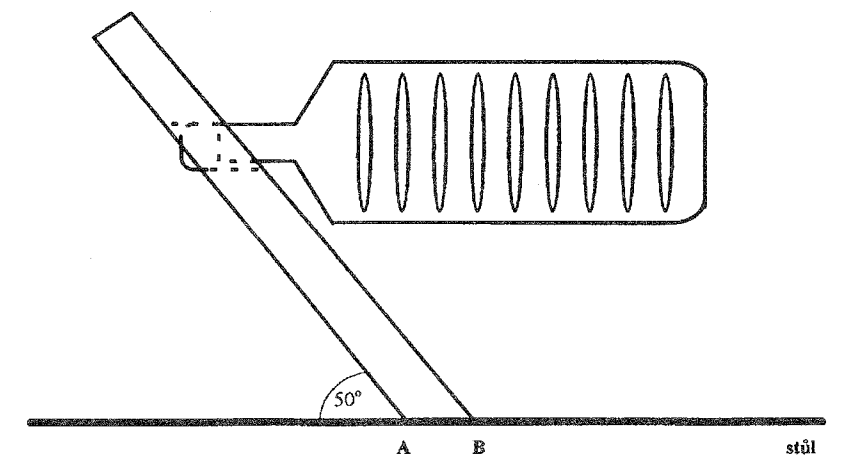
## Těžiště

Milan Slabý, ZŠ Dukelská ulice, České Budějovice

**Pomůcky:** Hranatá plastová láhev od sirupu o objemu 1 litr, dřevěné prkénko.

**Výroba:** Do prkénka o rozměrech 320 x 100 x 20 mm vyvrtáme 200 mm od spodního okraje pod úhlem 50° otvor o průměru 33 mm. Pod stejným úhlem seřízneme dolní konec prkénka.

**Provedení:** Vodou naplněnou láhev zasuneme víčkem do otvoru v prkénku a prkénko postavíme seříznutým koncem na stůl. Rovnováha nastane tehdy, když svislá těžnice prochází mezi body A a B.



## Debrujařské drobnosti z Moskvy

RNDr. Miroslava Černá, Petr Černý – ZŠ Litovel, Jungmannova ul.

RNDr. Věra Bďinková, Pavel Černý, Aleš Širný – ZŠ a MěVG Klobouky u Brna

Ve dnech 11. – 19. 7. 1998 se zúčastnili děti a vedoucí z klubů malých debuřářů z Litovle a Klobouk Mezinárodního intelektuálního festivalu v Moskvě. Mládež ze 17 zemí světa zde obhajovala své nejlepší projekty z oblasti vědy a techniky. Festival byl součástí Světových sportovních her mládeže, organizovaných pod záštitou Mezinárodního olympijského výboru.

Čeští debuřáři připravili projekt společně s dětmi z Velké Británie, kterým tak umožnili jako začínajícím debuřářům zúčastnit se výstavy na tak významné úrovni. Projekt „Hraj si a přemýšlej“ pomocí pokusů ve formě hraček pomáhal účastníkům a návštěvníkům festivalu a výstavy poznávat taje i kouzlo fyziky.

Většinu těchto hraček jsme představili v předchozích sbornících, včetně nejúspěšnějšího – „létajícího“ motýla na tyči. Návštěvníci debuřářské vesničky si sami mohli některé hračky vyrobit a třeba přitom využít dřívko ze zrovna smlsané zmrzliny:

### Šplhající panáček (obr. 1a)

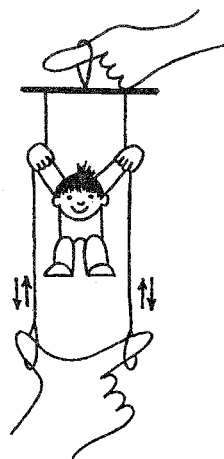
**Pomůcky a potřeby:** dřívko od nanuku, tenký provázek, výkres, nůžky, pastelky, lepidlo, sešívačka papíru s náplní, špejle, krepový papír, plastelína, vrtačka (hřebík a kladívko)

**Provedení:** Do dřívka od nanuku vyvrtáme tři otvory o průměru použitého provázku. Vzdálenosti jsou uvedeny na obr. 1b).

Otvorem ve středu dřívka provlečeme provázek tak, aby vzniklo očko na prst. Krajními dírkami provlečeme dva provázky (dlouhé 30–40cm) a na koncích u dřívka je zasukujeme.

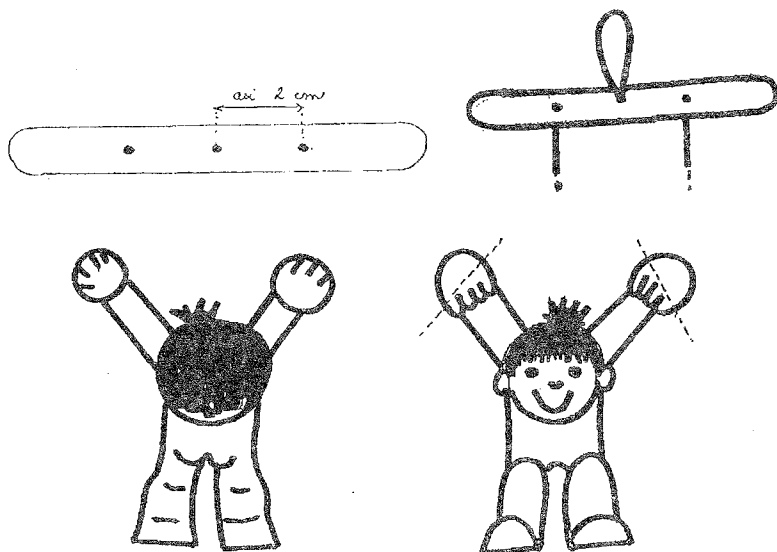
Obě poloviny panáčka (obr. 1b) překreslíme na výkres, vybarvíme, vystihneme a položíme na sebe. V místě, kde jsou ruce, vymodelujeme pomocí špejle otvor na protáhnutí provázku. Poloha je na obrázku označena čárkovanou čarou. Z obou stran toto místo zpevníme sešívačkou na papír a špejli vysuneme. Nakonec obě poloviny panáčka slepíme k sobě.

Rukama panáčka provlečeme připravené provázky. Na jejich koncích vyrobíme očka pro palec a ukazováček. Chceme-li, aby se panáček sám vracel dolů, zhotovíme z krepového papíru a plastelíny zátěž v podobě batohu.



Obr. 1a

Hračka je hotová. Horním očkem provlečeme ukazováček levé ruky. Oběma dolními očky na provázcích provlečeme palec a ukazováček pravé ruky. Střídavým pohybem palce a ukazováčku (nahoru a dolů) se posouvá šplhající panáček nahoru. Lehkým poklepnutím levé ruky na dřívko spadne panáček dolů a může začít znovu šplhat nahoru.



Obr. 1b

Zkušenosti jsme nejen předávali, ale snažili jsme se získat i nějaký nápad pro naši činnost.

Děti z KMD Litovel a Klobouky pro vás připravily ze získaných námětů v Moskvě následující hračky:

### Káča s překvapením

**Potřeby:** Šablony (obr.2), tvrdý papír, lepidlo, zápalky nebo párátka (kulatá se špičkami na obou koncích), nůžky

Káču vyrobíme tak, příslušný kruh se vzorem podlepíme tvrdým papírem a vystihneme. Doprostřed zapíchujeme zápalku nebo kulaté párátko a zafixujeme lepidlem. Po zaschnutí uchopíme vzniklé držátko mezi palec a ukazováček a roztočíme.





Obr. 2a, 2b, 2c

**a) Káča s mincí**

Na výrobu této káči použijeme kruh a). Káču roztočíme. Ve středu kruhu se objeví stříbrná mince.

**b) Káča se spirálou**

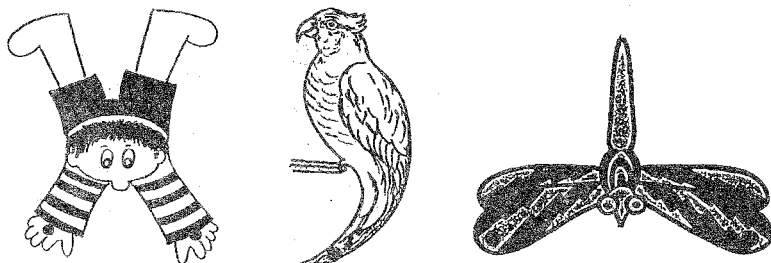
Roztočíme-li káču se spirálou ve směru hodinových ručiček, zdá se nám, že se spirála zavíjí. Při roztočení kruhu na opačnou stranu se spirála rozvíjí.

**c) Káča se skrytými barvami**

Kruh c) na výrobu druhé káči má vzor sestavený z různých černých a bílých úseků. Roztočíme-li káču rychle, uvidíme barvy. Při otáčení na druhou stranu budou barvy jiné.

**Hračky – figurky ve stabilní poloze v různém provedení**

Potřeby: šablony, lepenka z krabice, nůžky, lepidlo, mince (příp. matičky)



obr. 3

**Provedení:** Vystříháme šablony – panáčka, papouška, vážku (obr. 3) a nalepíme je na karton, vystříháme, vybarvíme. Ze zadní strany do označených míst nalepíme těžší mince (příp. matičky) podle velikosti šablon. Panáček stojí na nose, papoušek na noze (výstupku) na provaze a vážka na „nose“, třeba na tužce. Rozkýváme-li je, nespadnou.

**Vysvětlení:** Přilepením těžších mincí se podařilo snížit těžiště figurek. Nachází se pod opěrným bodem, a proto je poloha figurek stabilní.

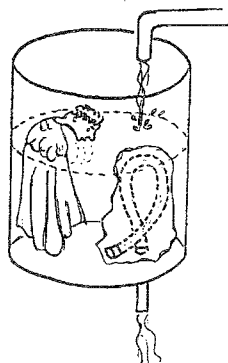
### Tantalova váza (obr. 4)

Tato hračka nám připomíná příběh Tantara ze starořeckých pověstí. Tantalos byl odsouzen k věčným mukám strádání hladem a žízní. Stál ve vodě, ale nemohl se napít. Jakmile se Tantalos trochu nahnul, voda zmizela. Za chvíli opět stoupala.

**Potřeby:** 2 nádoby (2 plastové lahve 2l), kousek umělohmotné hadičky, plastelína, tuby od léků, kousek drátu, vlny, vrtačka, vteřinové lepidlo, plastová láhev, tenké brčko, barva

**Provedení:** Najdeme dvě nádoby, které můžeme na sebe postavit, případně je můžeme vytvořit z dvoulitrových plastových lahví.

Do dna horní nádoby vyvrtáme otvor. Do otvoru vsuneme pevnou umělohmotnou hadici, ze které uvnitř nádoby vytvoříme smyčku tak, aby druhý konec byl u dna, ale neopíral se o něj. Pak smyčku zakryjeme skálou z plastelíny a vytvoříme figurku Tantara (trubičky od šumivého celaskonu, drátek, vlna) a nalepíme vedle skály.



obr. 4

Nádoby postavíme na druhou nádobu, kterou natřeme neprůhlednou barvou.

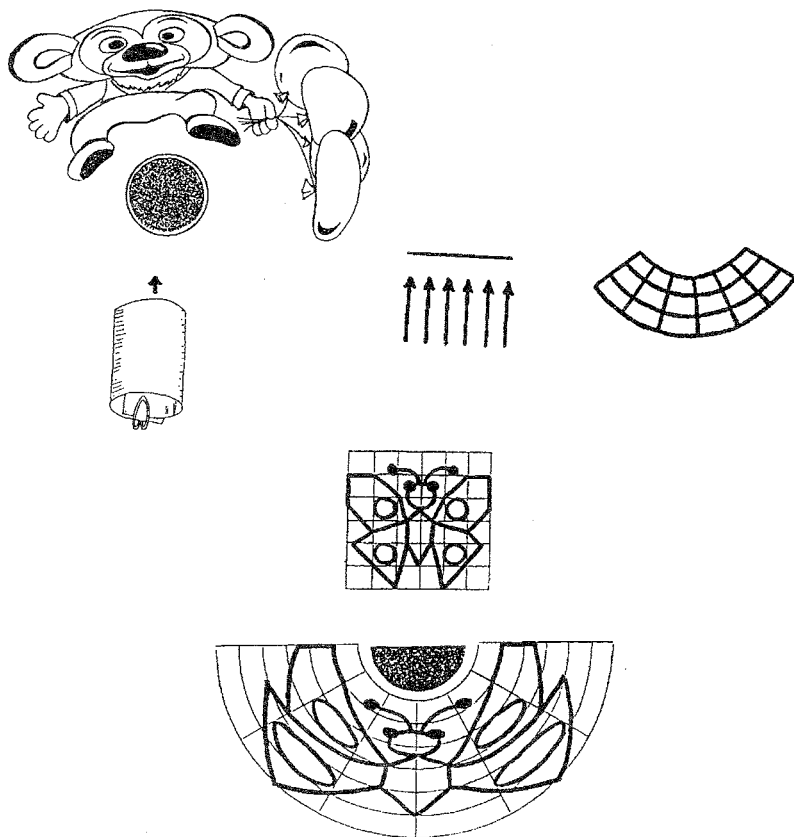
Pak naléváme vodu do horní nádoby malým proudem (láhev s tenkým brčkem). Nádoba se pomalu naplňuje, v určité výšce u hlavy Tantara však začne hladina klepat. Vytékání přestává a nádoba se opět naplňuje...

**Vysvětlení:** Vodu naléváme do nádoby. Voda postupně naplňuje nádobu až k vrcholu smyčky. Když se hadice naplní, začne voda vytékat, až bude hladina nižší než je otvor hadice u nohy Tantara. Vytékání přestává a nádoba se znovu naplňuje... Děj se opakuje.

Aby hračka správně fungovala (střídal se naplňování nádoby a pokles hladiny), je třeba sladit přitékající a odtékající proud. Proud přitékající vody musí být menší než proud odtékající vody.

### Zrcadlový svět

Naučte se s námi kreslit obrázky, které ve válcovém zrcadle vypadají jako v reálném světě.



*obr. 5a, 5b, 5c*

**Potřeby:** stříbrný papír (z květin, allobal) nebo plech z plechovky, výkres, kancelářské sponky, tužka, pravítko

**Provedení:** Nejdříve si vyrobíme z daných pomůcek válcové zrcadlo a vyzkoušíme si jeho funkci na následujícím obrázku (obr. 5a).

Pak si prověříme, jak se v zrcadle změnila vodorovná čára, rovnoběžné svislé šípky a zakřivená síť (obr. 5b). Rovná vodorovná čára se ve válcovém zrcadle zobrazí jako křivka, rovnoběžné šípky se změnila v rozbíhavé a zakřivená síť se změnila v zrcadle v pravoúhlou čtvercovou síť.

Těchto poznatků využijeme při kreslení obrázků, které se ve válcovém zrcadle přenesou do reálné podoby. Do čtvercové sítě nakreslíme jednoduchého motýla, pak ho přeneseme do zakřivené sítě (obr. 5c). V zrcadle uvidíme původního motýla. Stejným způsobem můžeme vytvářet i další obrázky.

## Detektor IR záření. Vysílač FM v pásmu 60 MHz a 70 MHz

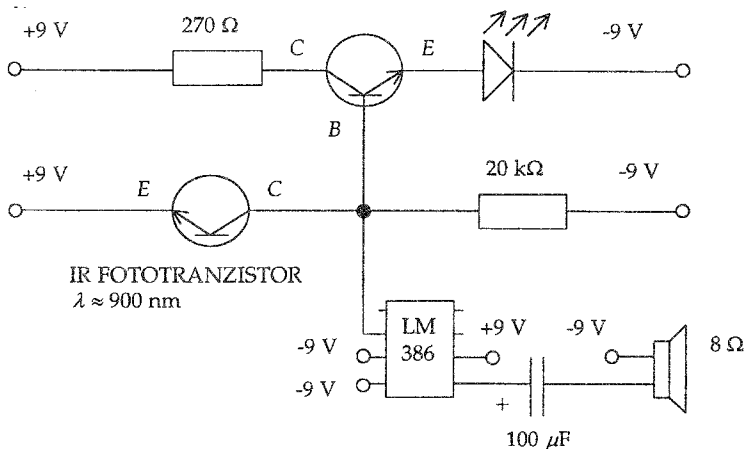
Tomáš Vizingr, RNDr. Miroslava Vohlídalová, G. Voděradská, Praha 10

### 1. Detektor IR záření

K sestavení tohoto detektoru mě přivedlo to, že jsem chtěl nějakým způsobem zjistit přítomnost záření, které nelze zjistit smysly. Použity byly obyčejné součástky, které se dají koupit v každé prodejně elektroniky. Napájecí napětí je 9 V.

Schéma přístroje je rozděleno do dvou částí. První má za úkol detekovat přítomnost IR záření svitem diody s tím, že čím jasnější je svit, tím jasnější je i intenzita přicházejícího záření. Samotná detekce se provádí v IR fototranzistoru, který je v tomto případě nejcitlivější na vlnovou délku okolo 900 nm. Díky tomu, že fototranzistor reaguje na záření v úhlu 30°, je možno tímto přístrojem také zjistit směr, odkud záření přichází.

Druhá část obvodu slouží k detekci modulovaného IR záření, což je záření nějakým způsobem pozměněné k naší potřebě. Takovéto záření se nachází např. ve všech druzích dálkových ovladačů (televize, video). Abychom mohli zjistit, že se o takovýto druh záření jedná, je signál přicházející od fototranzistoru zesílen integrovaným obvodem 20x, odfiltrován a střídavý proud, který je výsledkem přicházejících modulovaných impulzů (či změn intenzity), produkuje zvukové vlnění na připojeném reproduktoru.

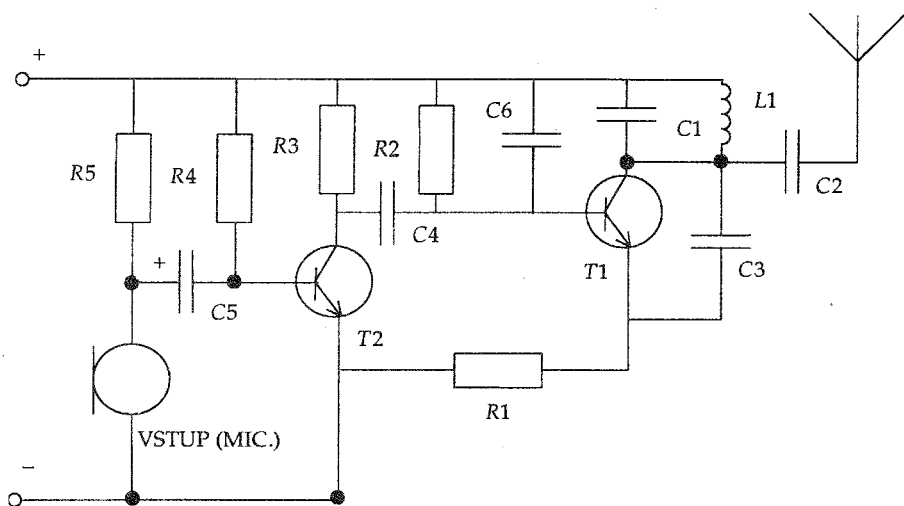


### 2. Vysílač FM v pásmu 60 MHz a 70 MHz

I tento přístroj byl zhotoven bez využití složitých součástek. Byly použity jen kondenzátory, rezistory, dva tranzistory a cívky. Napájecí napětí je 9 V. Zdrojem zvuku

kového nízkofrekvenčního signálu může být buď mikrofon, nebo i jiný zdroj. V mém případě byl tímto zdrojem walkman s nahrávkou rozhovoru.

Nejtěžší částí při sestavování tohoto přístroje bylo naladění rezonančního obvodu na požadovanou frekvenci. K tomuto účelu je kondenzátor, účastní se rezonance, otočný. Změnou jeho kapacity tak dosahujeme podle Thomsonova vztahu změny frekvence. Přijímačem vyzařovaných vln může být i obyčejné rádio, které umí přijímat frekvenčně modulované vlny. Výše uvedený rozsah není nijak omezující, změnou parametrů prvků rezonančního obvodu (cívky a kondenzátoru) lze frekvenci libovolně měnit, zkoušel jsem funkčnost přístroje i v pásmu 88 MHz–108 MHz. Pro tyto účely je však vyhrazeno pouze pásmo 27 MHz (citizen band). Zbylá část obvodu přicházející NF signál upravuje, filtruje a připravuje šířku výsledného VF pásma. Jako anténu lze použít obyčejný kus drátu, který i tak zaručuje dobré výsledky. Dosah vysílače byl ověřen v praxi, nosnou vlnu bylo možno zjistit bez významnějšího rušení na obyčejném rádiu, v terénu (zdi, stromy), ve vzdálenosti přes 40 m, což je při výkonu 50 mW uspokojivý výsledek.



## **Coriolisova síla. Torricelliho pokus. Brnkačka**

Alexej Bezděk, Fanda Kovařík, Gymnázium Říčany

### **Coriolisova síla**

Tento pokus je sestavený z gramofonu, na němž je připevněno jakési lešení a na něm je upevněno malé kyvadélko. Když toto kyvadlo rozkýveme podle přesně vyznačené rysky a gramofon bude v klidu, bude se podle ní stále kývat (zachovává si stále svoji kmitovou rovinu vůči gramofonu a i ke stojícímu kotoučovému disku).

Ale co když tento přístroj zapneme? Deska se pod kyvadlem začne otáčet, kyvadlo už nebude kmitat podle vyznačené rysky, protože ta už bude úplně někde jinde. Je vidět, že kyvadlo kmitá pořád stejně vůči nám i gramofonu, ale pozorovatel na točícím se kotoučovém disku pozoruje, že kyvadlo se pomalu, ale jistě, začíná stáčet od rysky a že začíná opisovat rozetu – hvězdičku.

Tuto sílu, která tento jev způsobuje, nazýváme **Coriolisova síla**.

S touto silou se setkáváme celý náš život. Kde? Na Zemi, protože Země se otáčí, ale jakékoliv kyvadlo rozkývané podle nějaké rysky si svoji rovinu kmítu zachovává vůči hvězdám, ke kterým se Země otáčí. Takže Země je jakási gramofonová deska v pohybu a hvězdy jsou jakoby gramofon. Na tuto sílu si musí dávat hlavně pozor střelci na větší vzdálenosti, protože jakmile vystřelí, kulka má směr podle hlavně, ale než doletí k cíli, pootočí se pod ní Zem a nemusela by zasáhnout cíl!!!!

### **Torricelliho pokus**

Torricelli byl významný matematik a fyzik, který navázal třeba na dílo Galileiho: pohyb na nakloněné rovině atd. Ale nejvýznamnějším jeho vynálezem byl roku 1643 rtuťový barometr, kterým dokázal existenci atmosférického tlaku.

Jeho pokus vypadá následovně: Skleněná trubice o délce něco přes jeden metr je naplněna rtuťí. Jeden z jejích konců je zaslepen a druhý je ponořen do nádoby se rtuťí tak, že nad hladinou rtuťí ční skleněná trubice o délce 1 m.

Celý význam tohoto pokusu spočívá v důkazu existence a působení atmosférického tlaku vzduchu. Hladina rtuťového sloupce klesá až k vyrovnaní obou tlaků, a to atmosférického a hydrostatického. Hladina klesá a ustálí se ve výšce cca. 0,76 m a v této výšce setrvává. Pokus prováděný na našem gymnáziu je podobný. V našem případě plníme 10 m dlouhou hadici a místo rtuťi používáme vodu. Vrchní část hadice tvoří z jedné strany zaslepená skleněná trubice, abychom mohli lépe pozorovat vzniklé vakuum.

## **Brnkačka**

Pokus, demonstrující vzájemné působení dvou těles, je sestaven ze dvou dřevěných hranolů, mezi ně je vložena železná a velice ohebná pružina. Úplně na konci je ještě přidělaná tzv. podlaha brnkačky z překližky .

**Takto sestavený pokus používáme tímto způsobem:**

Pružinu přitáhneme co nejbližší k sobě a zpevníme provázek. Těsně k jedné straně pružiny umístíme gumovou zátku nebo dřevěný váleček a je-li brnkačka v klidu, provázek přepálíme. Výsledek? Váleček po přepálení provázku poletí ve směru vyvrstvení a současně se brnkačka rozhoupe proti směru letícího válečku. Obě tělesa na sebe *navzájem* působila silami opačných směrů a podle zákona akce a reakce byla uvedena do pohybu.

Na principu zákona akce a reakce se např. pohybuje kalmar v mořských hlubinách (který nejprve vodu nasává a potom ji velkou rychlostí protlačuje otvorem ven), nebo raketa, směřující např. k sousedním planetám.

### **Zákon AKCE a REAKCE**

Působí-li dvě tělesa /zde to jsou: brnkačka a váleček/ navzájem na sebe silami stejně velikými, ale opačného směru, nazýváme jejich působení akcí a reakcí.

## Vysavač. Dopplerův jev

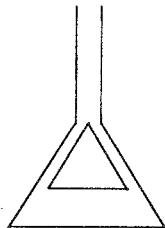
Bezděk A., Jeřábek J., Gymnázium Říčany

### VYSAVAČ

**Pomůcky:** Vysavač, u kterého je možnost nasadit hubici na výfukový otvor a docílit tím toho, aby nám vzduch proudil ven, velká, pro lepší názornost skleněná nálevka a papír formátu A3.

**Příprava:** Na konec hubice od vysavače umístíme nálevku korpušem dolů a z papíru zhotovíme kornout, který svým tvarem přesně kopíruje vnitřní stranu nálevky.

**Provedení:** Po spuštění vysavače uchopíme papírový kornout a proti proudícímu vzduchu jej přibližuje směrem dovnitř nálevky. Ten bude nejprve klást odpor, ale v jistém okamžiku jej překoná a proti proudu vzduchu i proti gravitaci vnikne do nálevky, kde setrvá, dokud jej nevyndáme, nebo nevypneme vysavač.



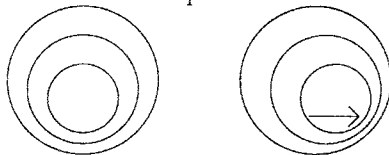
**Vysvětlení:** Protože štěrbinou mezi nálevkou a kornoutem proudí vzduch relativně vysokou rychlostí, je v těchto místech tlak nižší, než atmosférický a kornout je proto atmosférickým tlakem vtlačen do nálevky. Toto dokazuje Bernoulliho rovnice, ze které vyplývá, že čím je vyšší rychlost proudícího vzduchu, tím je nižší tlak a naopak.

### DOPPLERŮV JEV

**Pomůcky:** Nízkofrekvenční oscilátor (tónový generátor), reproduktor.

**Příprava:** Reproduktor připojíme k nízkofrekvenčnímu oscilátoru alespoň 2 m dlouhými dráty dostatečně pevně, aby se nám neutrhli, až s ním později budeme točit nad hlavou. Na oscilátoru zvolíme takový tón, aby nám vyhovoval.

**Provedení:** Nejprve pustíme oscilátor a reproduktor necháme v klidu. Všichni uslyší stále stejný tón, tedy tón o stejné výšce. Poté budeme reproduktorem točit nad hlavou. Nyní bude výška tónu střídavě stoupat a klesat.



**Vysvětlení:** Toto objevil významný matematik a fyzik, otec astrofyziky Christian Doppler, po němž je jev pojmenován. Vše spočívá v tom, že pohybuje-li se zdroj k nám, vydává sice stále stejný tón, ale my slyšíme tón vyšší. Vzdaluje-li se od nás, je tomu naopak. Způsobuje to změna vlnové délky, která je znázorněna na obrázcích a) zdroj v klidu b) zdroj v pohybu. Tohoto principu se využívá například u policejního radaru, v lékařství, nebo při zjišťování radiální rychlosti hvězd (pohyb se projeví posunutím spektrálních čar – při pohybu k nám k modrému konci, při vzdalování k červenému konci spektra).

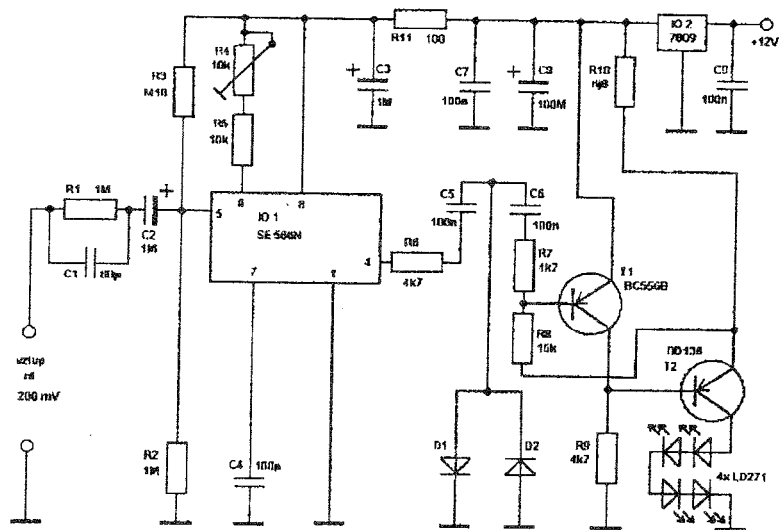


## Mikroelektronika v domácnosti

Kaštilová D., Janoušek V., Řihošek F., Gymnázium J. Š., Přerov

*Příspěvek obsahuje dvě ukázky ze seminární práce studentů 4. ročníku Gymnázia Jakuba Škody v Přerově.*

### 1. ukázka: Zařízení pro přenos zvuku infračerveným zářením



Obr. 1: schéma zapojení vysílače

Toto zařízení je určeno pro bezdrátový poslech televize (rádia, magnetofonu) na sluchátka. Je možné jej také použít i pro bezdrátový poslech elektronických hudebních nástrojů. Malé rozměry a malá váha umožňují nosit infrapřijímač v kapse, a být tak nezávislý na zdroji signálu, který je přijímač schopen přijímat i odrazem od stěny, nábytku apod. Zařízení se skládá z vysílače a přijímače. Vysílač převádí nízkofrekvenční signál na infračervené záření. Schéma vysílače je na obr. 1. Přijímač slouží pro zpětné převedení infračerveného záření na nízkofrekvenční signál. Schéma přijímače je na obr. 2.

**Technické údaje infrasystému:**

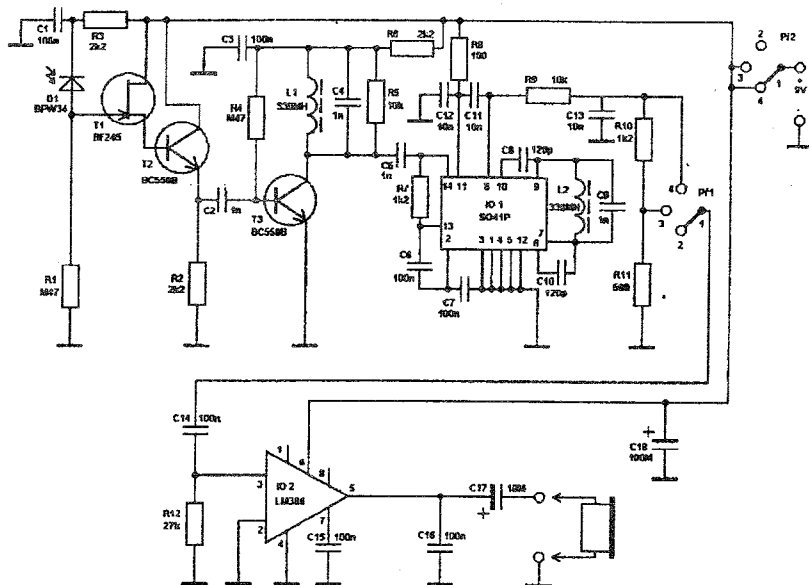
Napájecí napětí pro přijímač: 9 V, odběr proudu 12 mA

Napájecí napětí pro vysílač: 12 V až 24 V, odběr proudu 100 mA

Nosný kmitočet vysílače: 300 MHz

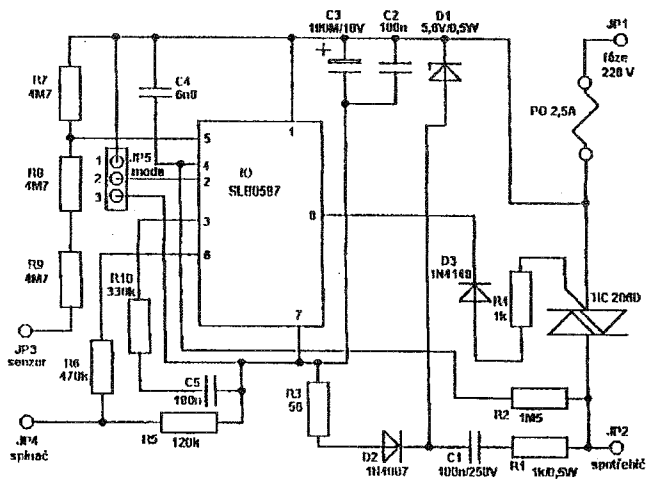
Vstupní nf napětí pro modulátor vysílače: 100 mV až 300 mV

Dosah příjmu: 5 metrů.



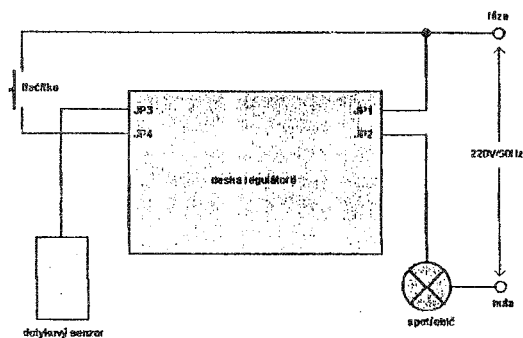
Obr. 2: schéma zapojení přijímače

## 2. ukázka: Fázově řízený inteligentní stmívač osvětlení



Obr. 3: schéma zapojení regulátoru

Toto zařízení umožňuje jednoduchým způsobem plynule regulovat intenzitu a spotřebu elektrického osvětlení napájeného síťovým napětím 220 V bez vážnějších zásahů do jeho stávající elektroinstalace. Princip spočívá v tom, že se mezi spotřebič a fázi elektrického napětí umístí regulátor. Regulátor umožňuje dva typy doteků – krátký a dlouhý. Při krátkém stisku se spotřebič ze zapnutého stavu vypne nebo z vypnutého stavu zapne na maximum. Při dlouhém stisku dochází k plynulé regulaci intenzity osvětlení (ke zvyšování nebo snižování). Schéma regulátoru je na obr. 3, schéma připojení regulátoru k síti a ovládacím prvkům je na obr. 4. Jedinou nevýhodou tohoto regulátoru je to, že se dá použít jen pro osvětlení s obyčejnými žárovkami na 220 V. Pro zářivky, doutnavky a podobné zdroje světla nelze použít. Zářivky totiž potřebují pro zážeh určité napětí, které nelze jen tak měnit.



Obr. 4: připojení desky regulátoru k síti a k ovládacím prvkům

Poznámka: Obě zařízení je možné získat jako stavebnice, které nabízejí specializované prodeje.

## Fyzika (ne)vážně

Iva Vojkůvková, Biskupské gymnázium Bohuslava Balbína, Hradec Králové

*Příspěvek čerpá z nápadů žáků secund Biskupského gymnázia Bohuslava Balbína v Hradci Králové.*

Naše gymnázium je zaměřeno humanitně, takže někteří žáci s přírodovědnými předměty občas trochu válčí a laboratorní práce či řešení problémů jsou pro ně spíše na obtíž. Výuku se proto snažím zpestřit též různými soutěženími, kvízy, uměleckou tvořivostí, zajímavostmi z historie i aktualitami z praxe atp. Dávám však přednost aktivnímu zapojení žáků do přípravy takových doplnění hodiny (za což je nemine odměna v podobě „malé“ či „plnohodnotné“ jedničky). Podobně využívám i hodin, kdy ve třídách supluji (a nemám od kolegů zadanou pro žáky práci). Pro Veletrh jsem připravila malý přehled námětů s ukázkami.

**Soutěže:** Pokud opakujeme obsáhlejší kapitolu a máme více času, žáci se doslova předhánějí v přípravě soutěží typu Riskuj, Kufr, Kolotoč aj. Jsou schopni si vypracovat otázky už doma, připravit učebnu, vyžádat si pomůcky. Pro mne pak zbývá jen funkce nejvyššího rozhodčího. Jelikož už ve třídách učím druhým rokem, pravidla se ustálila a ke sporům nedochází. K této položce není třeba ukázek, snad jen poznámka: televizní techniku nahradí tabule magnetická (jsou-li otázky předem připraveny v čitelné podobě) nebo obyčejná (pokud se otázky čtou).

**„Luštěníiny“:** Podařilo se mi již vytvořit docela slušnou zásobárnu, z níž vybírám:

(1) Hledejte skryté fyzikální termíny:

Malý lidoop okusil banán. (pokus)  
Já bych chtěl eso. (těleso)  
Při natírání pokapal i nás. (kapalina).  
Dívky koply na střechu míč. (plyn)  
Byl na tom docela dobře. (atom)  
Sob je mi na nic, chci losa. (objem)  
Pepo, hybaj na kutě. (pohyb)  
Když je teplé počasí, Labe má nízkou hladinu. (síla)  
Dědeček dvorek zametl akorát o velkých svátcích. (tlak)  
Řezat měnící a mňhající se pstruhy je surovost. (zatmění)  
Náš roztomilý pokojový pinč očky pozoroval kotě. (čochy)

(2) Uspořádejte písmenka do slov:

nulceS, aiklpayn, lypny, klomuela, klat, rjkoitaetre, jokspy, kylytpzor  
slaPac, rilliTorcle, schimerAde, sleCusi, weNtno

(3) Po vyškrtání všech slov dostanete ze zbylých písmen tajenku:

M	Č	O	Č	K	A	T	O	V	P
R	O	R	I	K	I	T	C	A	A
E	Z	L	L	N	L	O	O	R	S
P	R	A	E	A	E	A	N	M	C
A	C	M	K	K	L	W	D	T	A
P	A	B	O	I	U	D	T	K	L
R	D	D	H	T	O	L	O	O	A
S	L	A	P	B	O	O	A	O	N
E	O	S	Í	L	A	R	K	K	O
K	U	O	S	M	E	T	R	O	V

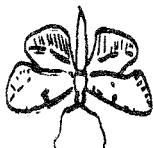
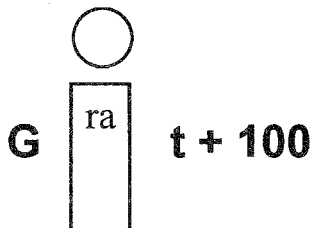
atom, bod, čočka, iont, kladka, lambda, metr, molekula, motor, newton, nov, oko, osa, paprsek, pascal, síla, tlak, var, zrcadlo  
(Torricelliho pokus)

Někdy bývá legenda k osmisměrkám i obrázková, nebo se mají hledat všechny pojmy z jedné oblasti (např. z optiky, z mechaniky kapalin a plynů atp.)

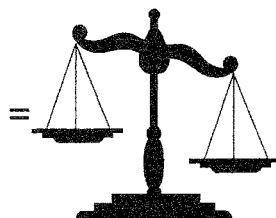
(4) Vyřešte rébusy:



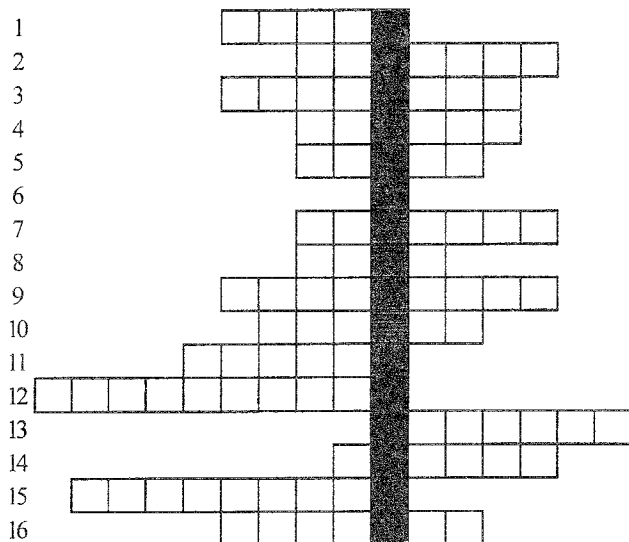
lo



e:la



(5) Vyluštěte křížovku:



Legenda: 1 – veličina se značkou  $l$ , 2 – jev, kdy není vidět Slunce či Měsíc, 3 – přístroj k měření tlaku v uzavřené nádobě, 4 – druh čočky, 5 – nejvíce zastoupený plyn v atmosféře (značka N), 6 – značka síly, 7 – v nádobě je větší tlak než  $p_a$ , 8 – zastaralá jednotka atmosférického tlaku, 9 – přitažlivost nejen zemská, 10 – francouzský fyzik, křestním jménem Blaise, 11 – fáze Měsíce, 12 – pohyb s konstantní rychlostí, 13 – průsečík těžnic, 14 – jednoduchý stroj, 15 – druh čočky, 16 – druh kulového zrcadla.

(Atmosférický tlak)

**Umělecká tvorba:** Zejména v suplovaných hodinách (Čj, Hv, Vv), ale i v předprázdninových hodinách fyziky je možno propojit fyziku a estetiku. Žáci takto nacvičili scénky, skládali básničky a písničky, vytvářeli loga, koláže a kreslené vtipy. Videozáznam scénky hrané na oslavách 5. výročí školy bohužel nemá kvalitní zvuk, proto jsem ho oproti předpokladu na Veletrh nepřivezla. Námět scénky byl jednoduchý – žáka neúspěšného ve fyzice navštívili se svými objevy významní fyzikové a příští žákovou známkou při zkoušení byla pak už jednička.

## Skákající opičky. Chůze po jezeře. Reaktivní vozidlo

Mgr. Julius Kolín a studenti primy gymnázia Ústavní 400, Praha 8

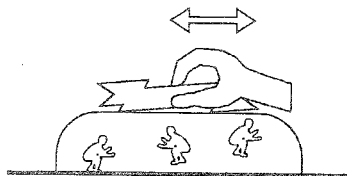
Petr Kohout, prima B: Skákající opičky

**Pomůcky:** průhledný obal od polárkového dortu, čtvrtka A4, slabší papír, nůžky, liščí ohon nebo kožešina a případně pastelky.

**Provedení:** Posilnění polárkovým dortem můžeme přistoupit k vlastní konstrukci.

Na čtvrtku nakreslíme prostředí, ve kterém se naše opičky budou pohybovat. Vhodné jsou palmy a všelijaká exotická zeleň. Ze slabšího papíru vystříháme několik malých kousků (opiček), které vhodně anatomicky i barevně upravíme. Vezmeme rozměrnější průhledný kryt od výše zmíněné dobroty a vložíme dovnitř opičky. Zespodu přilepíme čtvrtku (prostředí). Třeme-li liščím ohonem či kožešinou horní část průhledného krytu, opičky vesele poskakují.

**Vysvětlení:** Statická elektřina.



Jan Hrudka, prima B: Chůze po jezeře



V Bibli se psalo o tom, že Ježíš chodil po jezeře. Přemýšlel jsem o tom, zda je to vůbec možné.

**Pomůcky:** litrová či půllitrová sklenice, lžice, voda, sůl a umělohmotná figurka z Kinder vajíčka.

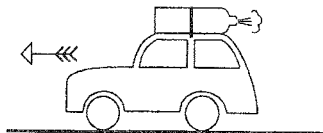
**Provedení:** Naplníme sklenici vodou a vložíme do ní figurku. Vidíme, že klesá ke dnu. Nasypeme do vody trochu soli a zamícháme. Opět vložíme figurku. Celý proces přisypávání soli a míchání opakujeme dokud figurka nezačne stoupat.

**Vysvětlení:** Pokud má slaná voda dostatečnou hustotu, mohou v ní stoupat i tělesa, která v neosolené vodě klesají ke dnu.

Ondřej Hlušíčka, Jiří Kocian a Jiří Sýkora, prima B: Reaktivní vozidlo

**Pomůcky:** součástky ze stavebnice Merkur, sífonová bombička, drát a špičatý hřebík.

**Provedení:** Na libovolné vozítko, které si můžeme sestavit například ze stavebnice Merkur, připevníme drátem sífonovou bombičku. Takto upravený stroj budeme provozovat na dlouhé chodbě nebo venku na velkém prostranství.



! **Za asistence pana učitele** provedeme propíchnutí bombičky špičatým hřebíkem!

Vozidlo se začne pohybovat směrem, který je opačný ke směru unikání plynu z bombičky.

**Vysvětlení:** Platí zákon akce a reakce. Šťastnou cestu!

## Injekční stříkačka ve fyzice

Dírlbeck J., ZŠ Františkovy Lázně

Proč injekční stříkačka? Učím na škole, kde zákyně a poslední dobou i někteří žáci odcházejí na zdravotnickou školu a jako důvod uvádějí, že se vyhnou matematice a fyzice. Také pokud položí otázku, pak zní: Proč se máme učit fyziku? K čemu nám to v životě bude? Podobně se ptají žáci, kteří odcházejí do učebních oborů kuchař, cukrář.

Rozhodl jsem se jim to trochu přiblížit. Jako zdravotní sestry se budou s hydromechanikou a aeromechanikou často setkávat. Stejně jako s mechanikou (páka, těžiště) při manipulaci s pacienty. Podobně i cukráři a kuchaři. Zdobení dortů. Jak na dortu udělají pravidelné ozdoby pomocí stříkačky? Platí i zde Pascalův zákon. V termice pak látky vodivé a nevodivé. Var za zvýšeného nebo sníženého tlaku apod.

Někteří pak sami vymýšleli nové pokusy, např. model hydraulických brzd, listovní váhy, lis a při probírání akustiky píšťalu.

### 1. Stlačitelnost, rozpínavost a pružnost plynů

**Pomůcky:** Injekční stříkačka.

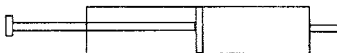
**Užití:** Při probírání vlastností plynů. Žáci dostanou stříkačku a provedou pozorování podle návodu učitele. 1. Po uzavření dolního konce stříkačky prstem, působí na píst silou, vzduch se stlačuje. Po uvolnění pístu se píst posune působením vzduchu na píst. Pokusíme se se žáky odvodit, že pokud je vzduch stlačitelný a rozpínavý, je také pružný.

**Využití v praxi:** Plnění míčů a pneumatik vzduchem.

2. Stejný pokus můžeme zopakovat jen s jiným koncem zadání – žáci se mají pokusit stlačit píst až na konec stříkačky. Můžeme položit otázku: Proč nelze píst stlačit až na dno? Odpověď: Mezi pístem a dnem je těleso. Plynné těleso.

**Využití v praxi:** Žákům zatím dělá problémy rozlišení látky a tělesa.

### 2. Užití Pascalova zákona – model hydraulického zařízení

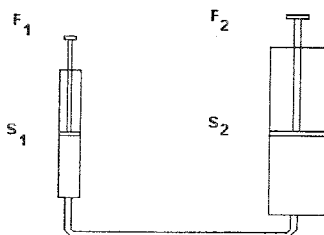


**Pomůcky:** Injekční stříkačky různých průměrů, hadička na spojení (případně lepidlo na nerozebiratelné spojení), event. další pomůcky podle zvolené modifikace základního pokusu.

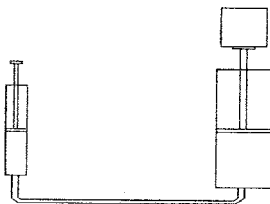


**Využití:**

- a) Žáci se sami přesvědčí jakou sílu musí vyvinout při působení na malý a na velký píst. K tomu je vhodné použít stříkačky s velkým rozdílem průměrů např. 2 ml a 20 ml.



- b) Úpravou tohoto pokusu můžeme ukázat použití hydraulického zařízení jako zvedáku. Opět si žáci sami mohou udělat představu o velikosti působící síly, která zvedá těleso. Jako zátěž se mohou využít závaží ze sady pro vážení.



Po provedení pokusu s modelem hydraulického zvedáku můžeme žákům zadat i početní příklad. Pro schopnější žáky i s výpočtem plochy pístu. Znájí objem stříkačky např. 20 ml, změří si výšku válce a vypočtou plochu pístu. Při měření je třeba kontroly zda měří výšku objemu válce 20 ml, neboť píst se může zvednout více. Zatížení, které zvedají je 500 g. Jak velký tlak je pod pístem? Pro slabší žáky zadáme plochu pístu (pro 20 ml je plocha 3,125 cm<sup>2</sup>).

$$S = 3,125 \text{ cm}^2$$

$$F = 5 \text{ N}$$

$$p = x \text{ Pa}$$

$$p = \frac{F}{S}$$

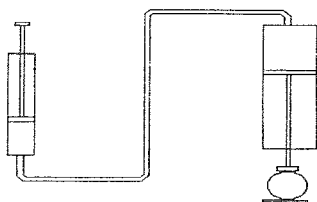
$$p = \frac{5}{0,0003125} \text{ Pa} = 16000 \text{ Pa} = 16 \text{ kPa}$$

Je možné pokračovat další úlohou: Jak velkou silou působí prst na malý píst při zvedání tohoto tělesa? (5 ml plocha pístu  $1,136 \text{ cm}^2$ )

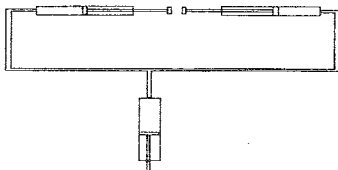
$$F = p \cdot S,$$

$$F = 16000 \cdot 0,0001136 \text{ N} = 1,8 \text{ N}.$$

- c) Jinou úpravou stejného pokusu předvedeme funkci hydraulického lisu. Opět si žáci sami provedou a zjistí, jak působením malé síly je možné vyvolat sílu, která deformuje tělesa. K deformaci je možné použít modelínu, ale efektnější je použití plechových obalů od limonád.

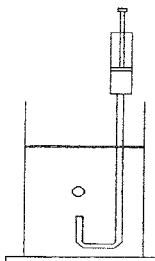


- d) Další úpravou s použitím tří stříkaček je možné připravit demonstraci automobilových brzd. Tak žáci získají představu, že Pascalův zákon není jen poučka, ale má uplatnění v každodenním životě.



- e) Další možností, jak využít tuto pomůcku, je vytvoření problémové úlohy, kdy změníme průměry stříkaček. Otázky pro žáky: Který píst bude přetlačen? Je tlak všude stejný? Je síla na pístech stejná?

### 3. Plování těles v kapalině – působení vztahové a gravitační síly na těleso



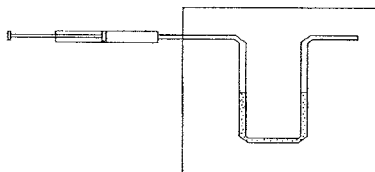
**Pomůcky:** Injekční stříkačka, hadička, gumička či drátek, kapaliny rozdílné hustoty (např. voda, olej, líh, med) je vhodné obarvit, vysoká nádoba (plastová láhev).

**Užití:** Plování, vznášení se, klesání těles v kapalině. Žákům se ukáže, že mnohé kapaliny se nemísí a díky různým hustotám se dají oddělit. Můžeme upozornit na praxi, např. odstranění ropných látek z vody.

### 4. Přetlak a podtlak plynu v uzavřené nádobě

**Pomůcky:** Injekční stříkačka, plastická trubička, karton, kancelářské sporky kovové, obarvená kapalina.

**Užití:** Působením na píst se vytvoří přetlak plynu a poruší se rovnovážná hladina kapaliny v ramenech. Z rozdílu hladin pak můžeme vypočítat přetlak plynu v uzavřené nádobě. Opačným působením na píst vytvoříme podtlak a opět žáci mohou určit, o kolik je tlak ve stříkačce menší než tlak atmosférický. Jako příklad z praxe se může uvést odběr krve u lékaře.



### 5. Var kapaliny za sníženého tlaku

**Pomůcky:** Injekční stříkačka, voda o teplotě 55°–65° C.

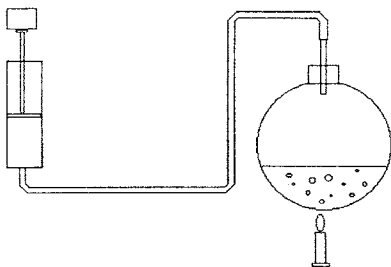
**Užití:** Velmi jednoduchá demonstrace varu vody za sníženého tlaku, kterou si žáci sami provedou, a tak se přesvědčí, že voda vaří, tedy přeměňuje se na páru v celém svém objemu i za sníženého tlaku. Ten dosáhnou uzavřením dolního konce stříkačky a povytážením pístu.



## 6. Princip tepelného motoru – převod tepelné energie na práci

**Pomůcky:** Injekční stříkačka, plastová trubička, závaží (1 kg), varná baňka, voda, kahan.

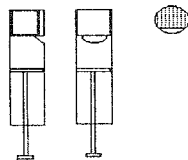
**Užití:** Princip tepelného motoru. Zahříváním vzniká pára. Zvětšuje objem a tlak působící na plochu pístu vyvolá sílu  $F$ . Ta působí po dráze  $s$  a zvedá závaží. Pokus se může využít i pro výpočet práce  $W$ . Hmotnost 1 kg byla posunuta po dráze, kterou změříme.



## 7. Hudební nástroj – píšťala

**Pomůcky:** Injekční stříkačka, dřevěná kulatina.

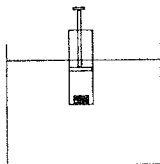
**Užití:** V akustice. Kmitání vzduchového sloupce. Změnou délky dochází ke změně tónu. Délka sloupce se mění posouváním pístu.



## 8. Model „Listovní váhy“

**Pomůcky:** Injekční stříkačka, kádinka s vodou.

**Užití:** Při probírání Archimédova zákona si žáci mohou připravit tento pokus a tříde ukázat využití vztahové síly při měření malých hmotností.



## Pevnost přírodních materiálů

Břetislav Patč, Jiří Berger, Daniel Eger, 3. ZŠ, Brandýs nad Labem

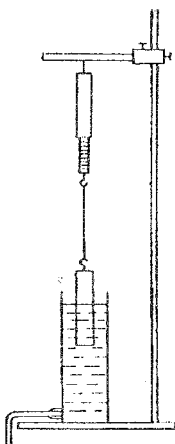
### 1. Pevnosti v tahu vlasu a pavoučího vlákna

**Potřeby:** lidský vlas, pavoučí vlákno, siloměr s rozsahem 1 N (přesnost 10 mN), siloměr s rozsahem 0,2 N (přesnost 1 mN), válcová nádoba s výtokem kapaliny, plovák, stativ.

**Provedení:** Uspořádání pokusu je na obr. 1. Vlas v délce asi 10 cm oboustranně uchytíme proužky samolepky, do kterých uděláme otvory pro zavěšení. Průměry vlasu i vlákna zjistíme porovnáním s optickou mřížkou z optické soustavy pod mikroskopem ( $\varnothing$  vlasu 0,05 mm,  $\varnothing$  pavoučího vlákna 0,015 mm). Vypouštíme zvolna vodu z válcové nádoby. Klesající plovák vyvolává pomalý a plynulý nárůst napínací síly. Na počátku měření výtok kapaliny přerušujeme. Stoupající siloměr je svědectvím o tečení materiálu. U vlasu dochází k tečení přibližně při napínací síle 300 mN, u vlákna při 10 mN. Při dalším vypouštění kapaliny průběžně odečítáme napínací sílu až do hodnoty, kdy se vlas či vlákno přeruší (u vlasu přibližně 700 mN, u vlákna 30 mN).

**Závěr:** Rovný lidský vlas je přibližně kruhového průřezu, vlákno je složeno z jistého počtu tenčích vláken, jejichž počet závisí na počtu vláknotvorných bradavek určitého druhu pavouka. Průměry vlasu a vlákna použijeme k výpočtu průřezu a dále napětí, při kterých dojde k přerušení.

**Poznámka:** Protože pevnost organických vláken neroste lineárně s jejich průřezem, nelze provést porovnání s pevnostní např. vláken kovových podle tabulkových hodnot. Zjištěné hodnoty platí tedy jen pro uvedené průměry.



Obr. 1

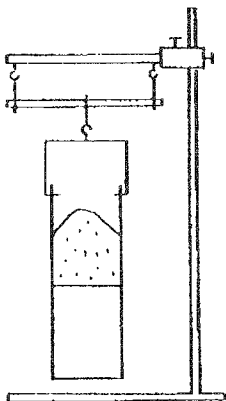
## 2. Pevnost v ohybu stébla rákosy obecného

**Potřeby:** stébla rákosy o délce asi 20 cm hladká i s kolínkem, závaží 6 kg a další drobnější v celkové hodnotě asi 4 kg, stativ s možností vodorovného uložení oboustranně podepřeného nosníku ze stébla s roztečí 15 cm

**Provedení:** Uspořádání pokusu je na obr. 2. Nosník je zatěžován jednobodově uprostřed. Po zavěšení závaží 6 kg se nosník viditelně prohne (po odlehčení se opět vyrovná). Zvětšujeme zatížení až do hodnoty, kdy se konstrukce stébla zhroutí. Obdobně provedeme se stéblem s kolínkem uprostřed a hodnoty porovnáme.

**Závěr:** Výška profilu stébla je 6–9 mm, poměr výšky k délce nosníku je přibližně 1:20. Ten je srovnatelný s poměrem např. ocelových nosníků používaných ve stavebnictví. Zatížení, při kterém dojde k destrukci je přibližně 100 N, což je při malé hmotnosti stébla (přibližně 2 g) překvapující.

**Poznámka:** V přírodě je velmi dlouhé stéblo rákosy (2–2,5 m) svisle jednostranně větknuto a namáháno v ohybu při větru. Přítomnost kolínek zvyšuje pevnost stébla. Kolínko není tedy „slabým“ místem, stéblo se v něm nevylomí.



Obr. 2

## Postupné a stojaté vlnění na Juliusově vlnostroji

Jan Duhajský, Břetislav Patč, 3. ZŠ, Brandýs nad Labem

**Potřeby:** Juliusův dvouvláknový vlnostroj s možností změny těsnosti vazby mezi kmitavými elementy a s vytvořením volných nebo pevných konců, 2 olověná závaží.

**Provedení:** Na vlnostroji demonstrujeme následující pokusy:

### 1) Postupné vlnění

- a) **Vliv vazby na rychlost šíření:** Při nenapnutém vlnostroji se vliv nestejné těsnosti vazby mezi jednotlivými elementy (nahore nejtěsnější) projeví měnění se rychlosti vlny. Napínáním se těsnost vazby zvyšuje a rychlost vlnění roste. Zároveň stírá rozdíl mezi horní a dolní částí.
- b) **Odraz od volného (se stejnou fází) a od pevného (s opačnou fází) konce prostředí**
- c) **Částečný odraz:** Výměnou dvojice závaží u středního kmitavého elementu zmenšíme nebo zvětšíme jeho moment setrvačnosti a na této nové hranici prostředí pozorujeme částečný postup i částečný odraz s odpovídajícími fázovými změnami. Na hranici s menším momentem se vlnění zrychlí, s větším momentem zpomalí a po přechodu a odrazu do původního prostředí má rychlost opět původní hodnotu.

### 2) Stojaté vlnění

- a) **Oba konce prostředí volné:** Vznik půlvlny počínaje a konče kmitnou a nárůst o celistvý počet půlvln při vyšších frekvencích ( $1/2$ ,  $1$ ,  $1\ 1/2$  atd.).
- b) **Oba konce prostředí pevné:** Vznik půlvlny počínaje a konče uzlem a dále obdobně jako v a).
- c) **Jeden konec pevný, druhý volný:** Vznik čtvrtvlny počínaje uzlem a konče kmitnou a nárůst opět o celistvý počet půlvln ( $1/4$ ,  $3/4$ ,  $1\ 1/4$  atd.) při vyšších frekvencích.

### 3) Skládání vlnění

Vyvolání více druhů vlnění různých frekvencí s různou počáteční fází, případně stojatého i postupného vlnění současně.

## Deset válců a podnětů k přemýšlení

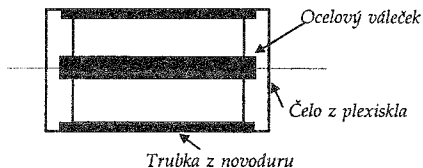
Josef Hubeňák, VŠP Hradec Králové

V době výpočetní techniky, mikroprocesorem řízených spotřebičů a elektronických (vý)tvorů *Tamagoči* je jaksí zpozdlí nabízet žáku pohled na jednoduchý válec, kutálející se po stole. Několik dobrých důvodů k takovému postupu se ale nabízí:

1. Válec můžeme pozorovat, potěžkat, změřit a zvážit, popsat přesně jeho vzhled.
2. Pohyb válce po nakloněné rovině lze měřit, jiné efekty podrobně popsat.
3. Válec je možné porovnat s dalším, velmi podobným a zjistit rozdíly v pohybu.
4. Můžeme vyslovit domněnky o příčině rozdílů v chování objektů.
5. Válec lze rozebrat a bez nebezpečí poškození zase složit v celek.
6. Je-li k dispozici (na střední škole jistě) dostatečná úroveň fyzikální teorie, lze měřením a výpočtem potvrdit vyslovenou hypotézu.
7. Válečky jsou levné a může je dostat do rukou každý žák.

Jde zřejmě o práci s jednoduchými *černými skřínkami*. Sedm výše uvedených bodů jen dokládá rozvíjení fyzikálního pohledu na objekt a jeho chování.

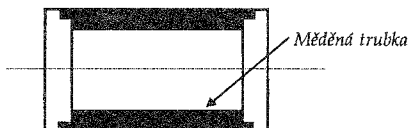
Válec 1.



Celý váleček má délku  $L=60$  mm, průměr  $D=40$  mm a hmotnost  $m=72,6$  g. Z toho ocelový váleček má hmotnost  $m_0=39,4$  g.

Po nakloněné rovině o délce  $l=0,9$  m a výšce  $h=1,0$  m se skutálí za čas  $t_1=4,2$  s.

Válec 2.



Parametry druhého válce jsou stejné, pouze ocelový váleček nahradila měděná trubka stejné hmotnosti.

Po nakloněné rovině se tento válec skutálí za delší čas  $t_2=4,4$  s. Je výhodné pouštět oba válečky současně, zpoždování druhého válce je pak zřetelné.

Kvalitativní vysvětlení objeví žáci sami: druhý váleček má více hmoty uloženo ve větší vzdálenosti od osy otáčení a stejnou kinetickou energii bude mít při menší výsledné rychlosti na konci nakloněné roviny.

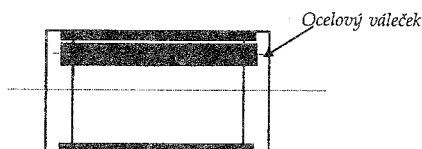


Kvantitativní hodnocení lze provést až se znalostí momentu setrvačnosti  $J$  s použitím zákona zachování energie:

Potenciální energie v tíhovém poli na počátku pohybu je rovna kinetické energii na konci nakloněné roviny:

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot J \cdot \omega^2 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

**Válec 3.**

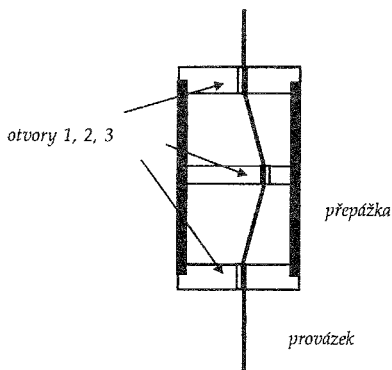


Je stejný jako válec první, jen ocelová vložka je umístěna mimo osu. Jeho chování pozorujeme:

- při pohybu po vodorovné rovině – pohyb je nerovnoměrný, váleček mění rychlost otáčení,
- na nakloněné rovině – z jisté polohy se váleček valí několik centimetrů do kopce!
- na nakloněné rovině – z jisté polohy se váleček trhaně valí dolů.

Chování tohoto objektu lze využít při výkladu rovnovážné polohy. U žáků vzbudí úsměvy a živý zájem.

**Válec 4.**

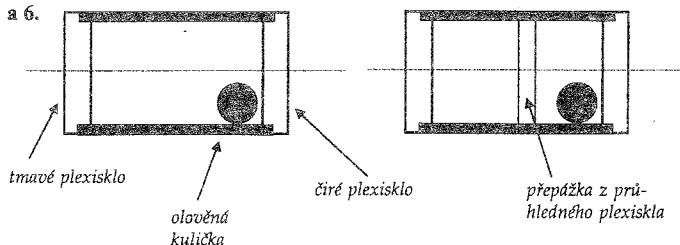


Metr dlouhý provázek uchopíme na koncích a mírně napneme. Třecí síly udrží váleček v libovolném místě provázku. Lehce povolíme napětí provázku – a váleček zdánlivě bez příčiny klouže dolů. Zase jej můžeme zastavit kdekoliv. Zvětšení napětí v provázku žáci ovšem nepostřehnou, takže objekt se chová na první pohled zcela záhadně.

**Úkol pro žáky:** navrhnout vnitřní uspořádání válečku, které by vysvětlilo jeho chování.

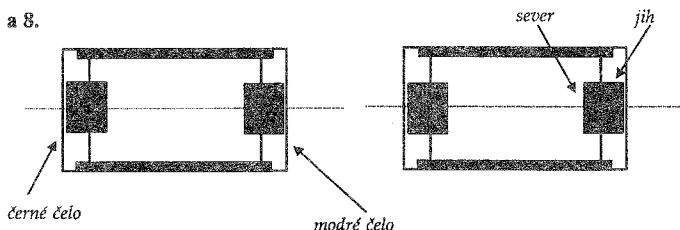
Nakonec vše rozebereme a znovu složíme.

Válec 5. a 6.



V obou válečkách je vidět olověnou kuličku. Zajímavé chování ukazují teprve při plavání na vodě: jeden lze naklopit tmavým nebo čirým čelem vzhůru, druhý je vždy nakloněn tak, že vzhůru míří tmavé čelo. Přepážka vymezující polohu přítěže není na první pohled patrná.

Válec 7. a 8.

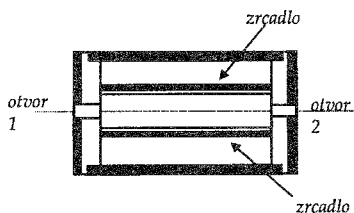


Dvojice identických válečků je opatřena permanentními magnety uvnitř, jak ukazuje náčrt. Na vodorovné desce stolu se někdy valí k sobě, jindy se odpuzují. Zajímavé je chování na dvou nakloněných rovinách: při malém sklonu je váleček „vyhnán“ z nejnižší polohy, nebo se druhý z válečků přibližuje a zase vzdaluje.



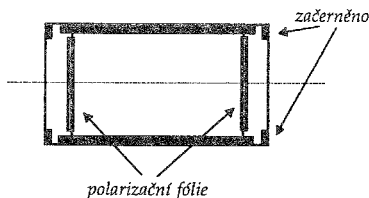
Čela lze zameňovat a získat i jiné efekty. Žáci zabývající se právě magnetickými jevy naleznou podstatu rychle, důležitá je možnost manipulace s objekty a vnímání sil vlastní rukou.

Válec 9.



Čela tohoto válečku jsou začerněna a je nutné do něj pohlédnout. Pak s překvapením zjistíme, že místo jednoho otvoru vidíme v průhledu tři i více otvorů. Vtip je ve dvou rovnoběžných rovinných zrcadlech uvnitř a je úspěchem žáků, když toto vysloví dříve, než váleček rozeberou.

Válec 10.

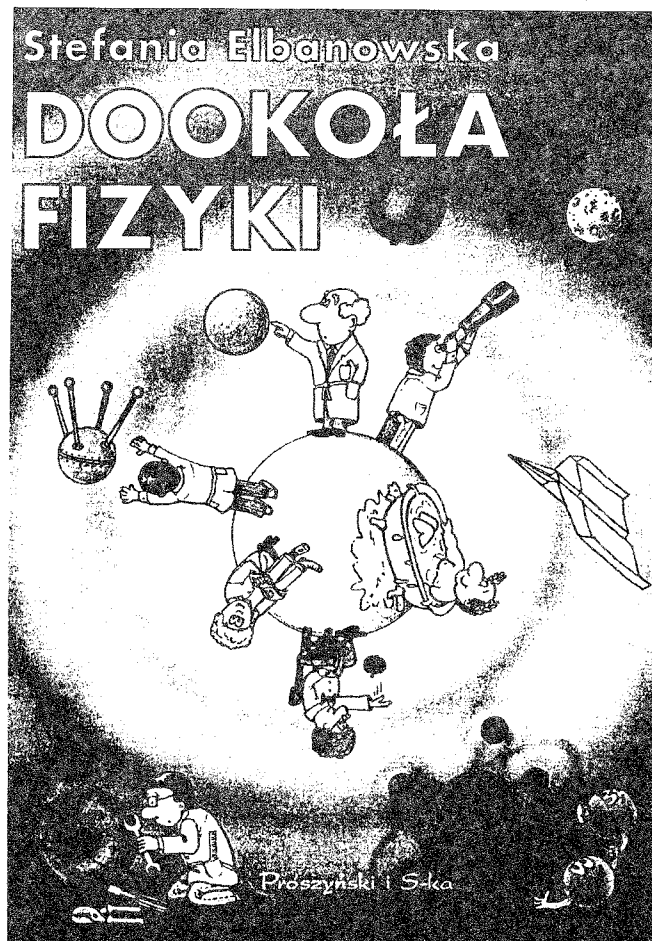


Válečkem lze pohlédnout na okolní předměty, jen ubylo trochu jasu. Čelo válečku lze ale otáčet a pak se projeví něco nového: dvakrát za  $360^\circ$  obraz ztmavne do modra a dvakrát se opět rozjasní. Čela lze vyjmout a je na nich nalepena našedlá fólie. Fyzik ví, že jde o polarizační fólii a tu lze získat zdarma z LCD displejů vadných kalkulačků a jiných zařízení, která jako neopravitelná končí svůj život. Tady jsou fólie příjemným zpestřením vyučování fyzice.

## Fizyka w zagadkach

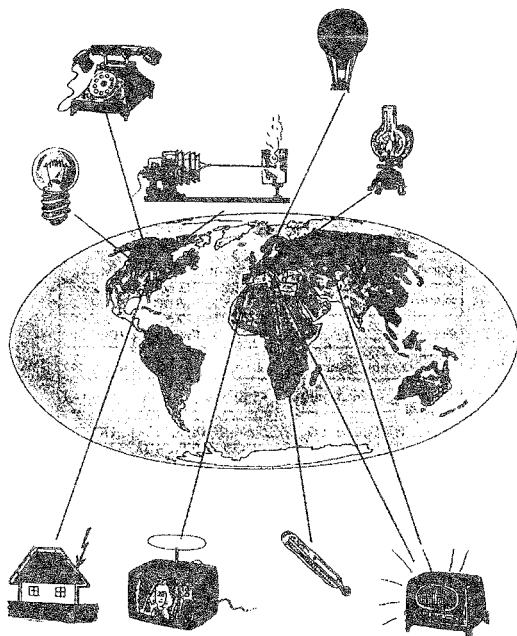
Dr. Stefania Elbanowska, Zakład Dydaktyki Fizyki, Instytut Fizyki  
Doświadczalnej, Uniwersytetu Warszawskiego, ul. Smyczkowa 5/7, 02-678  
WARSZAWA

Dla uczniów starszych klas szkoły podstawowej w wieku 12–15 lat proponuję nauczanie fizyki poprzez zabawę. Propozycje te zebrałam w książce pt. „Dookoła fizyki” (rys. 1). Zawiera ona zagadki, anegdoty, zabawy słowne. Książka ta może być wykorzystywana w sytuacjach, kiedy wskazana jest swobodniejsza forma lekcji.



Rys. 1

Zabawy słowne zawarte w pierwszym rozdziale pomagają uczniom ośwoić się z terminologią fizyczną: z nazwami przyrządów, zjawisk i procesów fizycznych oraz wielkości fizycznych. Aby sprawnie poruszać się w świecie fizyki trzeba znać terminy używane w tej dziedzinie nauki (podobnie jak do odczytania tekstu konieczna jest znajomość alfabetu). Sądzę, że różne zagadki i zabawy ze słownictwem fizycznym ułatwią uczniowi oswojenie się z terminologią fizyczną.



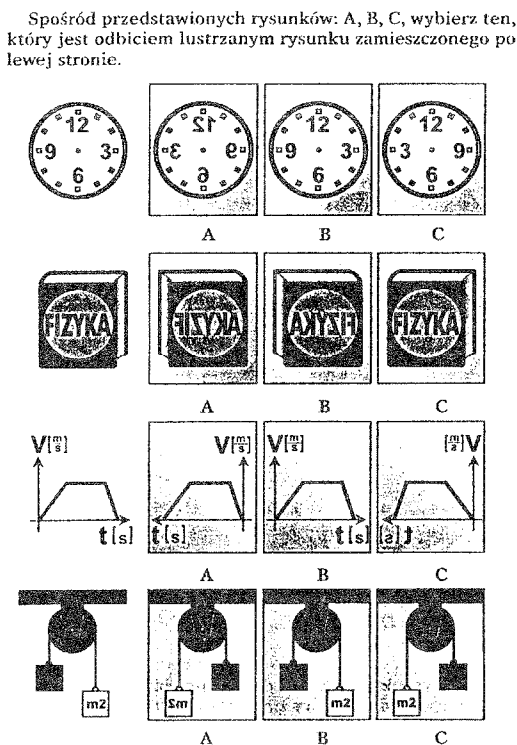
Rys. 2

W rozdziale „Wynalazki” starałam się, aby uczeń za poszczególnymi osiągnięciami fizyki i techniki dostrzegł człowieka. Przykłady takiej zagadki przedstawiają rys. 2 i 3. Uczeń powinien skojarzyć nazwę wynalazku z nazwiską wynalazcy oraz krajem w którym dokonano wynalazku a także z ważnym wydarzeniem dziejowym.



Rys. 3

W rozdziale pt. "Odbicia" uczen wicz swoją spostrzegawczos wzrokową. (rys. 4). Spośród przedstawionych rysunków wybiera ten, który jest odbiciem lustrzanym rysunku po lewej stronie.



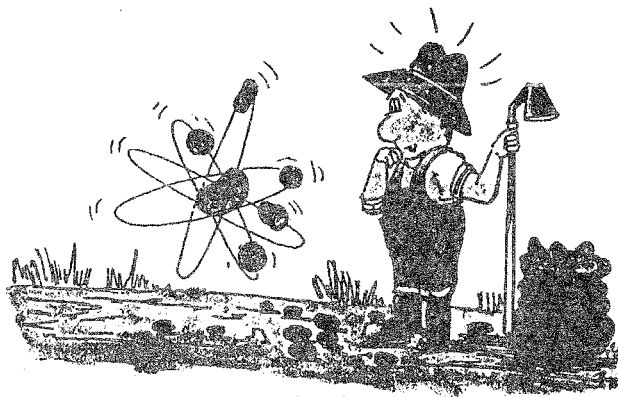
Rys. 4

Często naukowcy przedstawiani s uczniowi jako ludzie niedostępni, bardzo poważni, nudni. W rozdziale pt. „Anegdoty o slwnych fizykach” pokazuje fizyków jako ludzi wrażliwych, często roztargnionych, budzących naszą sympati.(rys. 5 i 6).



Rys. 5

W rozdziale pt. "Fizyka w poezji" pokazują zjawiska przyrody opisane przez poetę. Na lekcjach fizyki uczeń opisuje je precyzyjnym językiem. Uczeń dostrzega, że zjawiska przyrody fascynuj zarówno naukowc jak i poet. Chciałam, aby uczeń popatrzy na zjawiska przyrody w różny sposób.



Rys. 6

Mam nadzień, e nauczanie fizyki w swobodniejszej formie rozwinie wśród ucznią zainteresowanie t dziedzin wiedzy oraz pozwoli dostrzec związek fizyki z innymi dziedzinami nauki: geografi, histori, biolog a także poezj. Takie ucie zgodne jest ze sposobem widzenia przyrody przez dzieci, nie podporządkowane strukturom dyscyplin naukowych lecz całościowe.

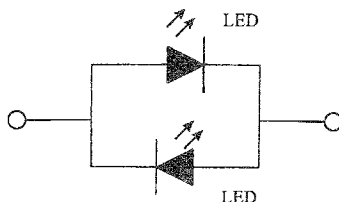
**Literatura:**

S. Elbanowska, Dooka fizyki. Anegdoty, zagadki, zabawy słowne. Wyd. Prószyński i S-ka. Warszawa 1998.

## Diody świecące w roli wskaźników przepływu prądu elektrycznego

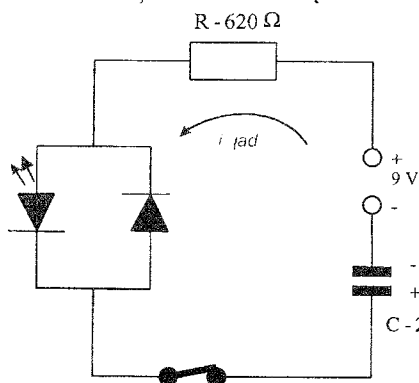
Mgr Jan Tokar, Szkoła Podstawowa w Krowiarkach

Niekiedy w doświadczeniach z elektryczności zachodzi potrzeba ukazywania zjawisk fizycznych, w których kierunek płynącego prądu w obwodzie ulega zmianie w określonych warunkach. Do tego celu używane są, na ogół, galwanometry z zerem po środku. Często brak takich przyrządów możemy zastąpić diodami świecącymi, po uprzednim zapoznaniu uczniów z rolą jaką mogą pełnić w obwodach z prądem elektrycznym. Diody jako elementy półprzewodnikowe są obecnie w powszechnym użyciu, także zaopatrzenie się w nie, nie powinno nastręczać większych kłopotów (nawet finansowych zważywszy na ich niską cenę).

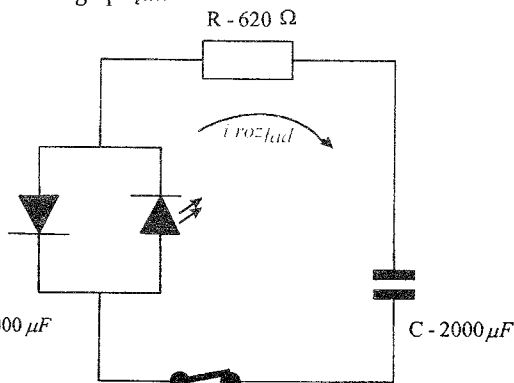


Rys. 1a

Pragnę zwrócić uwagę na kilka doświadczeń, w których diody pełnią role nie tylko wskaźników obecności prądu elektrycznego w obwodzie, ale również dostarczają informacji o zmianach natężenia i kierunku tego prądu.



Rys. 1b



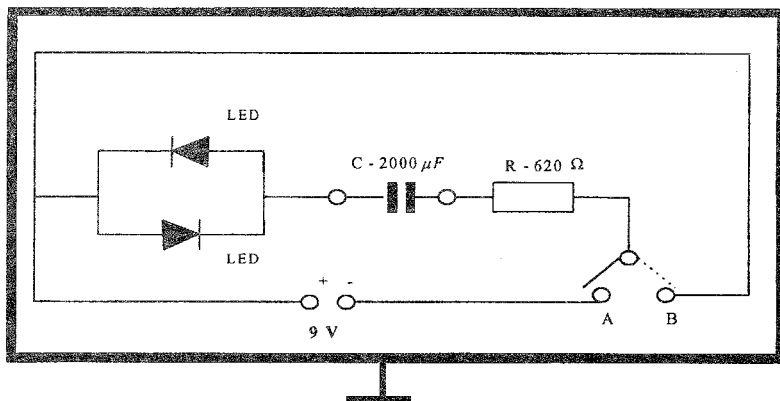
Rys. 1c

### 1. Ładowanie i rozładowanie kondensatora.

Chcąc pokazać cechy charakterystyczne zjawiska ładowania i rozładowania kondensatora dwie diody, które mogą świecić jedna czerwono, druga zielono, gdy

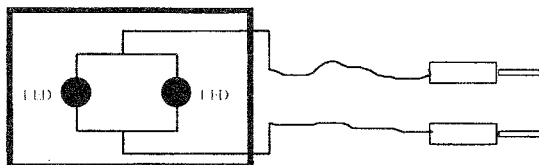


przez nie płynię prąd elektryczny, łączymy ze sobą przeciwsośnie (rys. 1a). Tak połączone diody włączamy do obwodu z kondensatorem (rys. 1b). Prąd ładowania obserwujemy po zamknięciu tego obwodu. Zaświeca się wówczas i następnie gaśnie dioda np. czerwona. Zmiany intensywności świecenia się są zgodne ze zmianami natężenia prądu ładowania ( krzywa wykładnicza). Dioda zatem zapala się rozświecając intensywnie, a gaśnie powoli. Podczas rozładowania kondensatora (rys. 1c) zaświeca się dioda zielona, a następnie gaśnie. I w tym przypadku również świecenie jest intensywne, a gaśnięcie następuje powoli, co zgodne jest ze zmianami natężenia prądu rozładowania płynącego teraz w kierunku przeciwnym do kierunku prądu ładowania.



Rys. 2

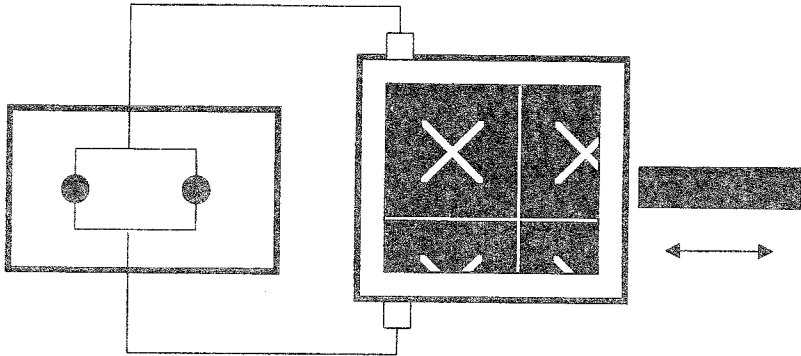
W celu usprawnienia doświadczenia pokazowego zjawiska ładowania i rozładowania kondensatora możemy posłużyć się tablicą montażową. Na tablicy namalowany jest schemat obwodu (rys. 2) i zamocowane są stałe opornik i przełącznik. Do tablicy podłączamy elementy ukazane na rys. 1b, tj. kondensator, źródło napięcia oraz diody połączone przeciwsośnie. Ładowanie kondensatora następuje wówczas gdy przełącznik ustawimy w pozycji A, a rozładowanie kondensatora – w pozycji B.



Rys. 3

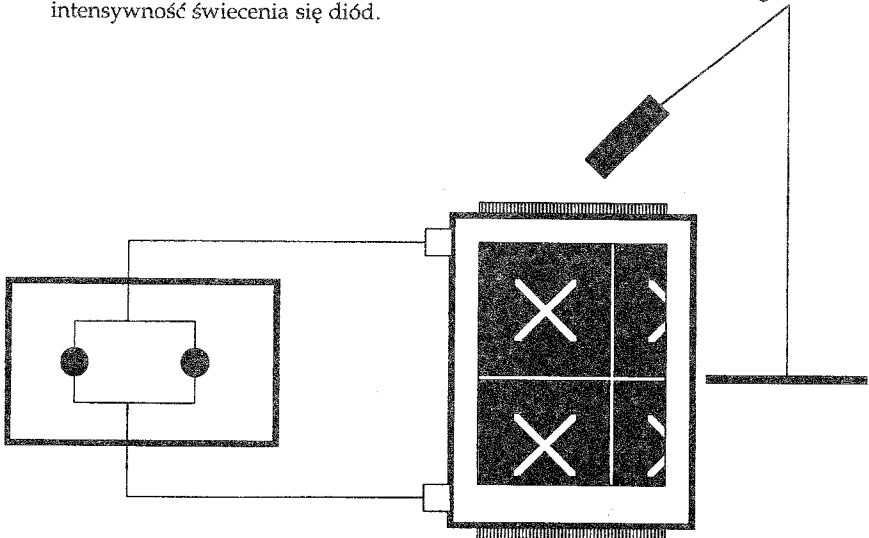
Diody świecące połączone przeciwsobnie wykorzystujemy i do innych doświadczeń. Aby ułatwić sobie posługiwanie się nimi diodami dobrze jest zamontować je na tablicy montażowej zgodnie ze schematem na rys.3.

## 2. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej.



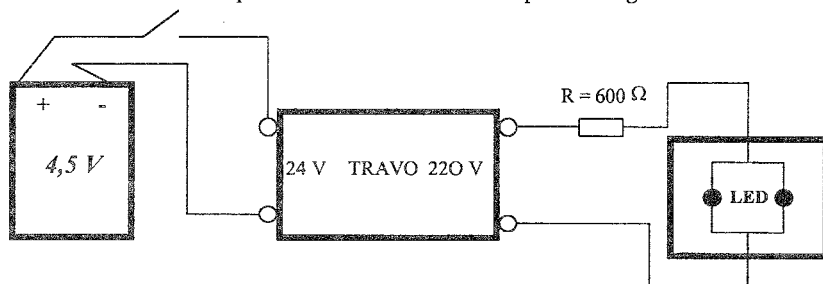
Rys. 4

- a) Obwód montujemy według schematu na rys. 4. Podczas wkładania magnesu do cewki zapala się np. dioda czerwona, gdy go wyciągamy dioda – zielona. Zmiana biegunów magnesu wywołuje zmianę kolejności świecenia diód: zielona świeci podczas wkładania magnesu do cewki, a czerwona dioda – gdy magnes z cewki wyciągamy. Jeżeli magnes pozostanie nie ruchomo żadna z diód się nie zaświeci. Można badać również wpływ szybkości ruchu magnesu na intensywność świecenia się diód.



Rys. 5

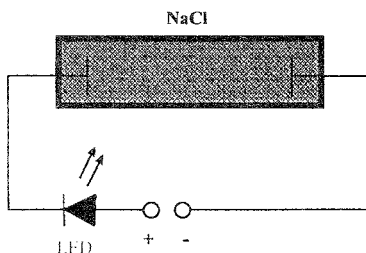
- b) Model prądniczy prądu zmiennego uzyskamy gdy elementy obwodu są połączone zgodnie ze schematem na rys. 5. Magnes zawieszamy na nici wahadła. Po wprawieniu wahadła w ruch, magnes będzie wywoływał prąd indukcyjny o zmieniającym się kierunku. Fakt ten sygnalizuje naprzemienne świecenie się diód: czerwonej i zielonej.
- c) Potwierdzeni reguły Lenza w zjawisku indukcji elektromagnetycznej może zaobserwować wykorzystując zestaw, którego schemat ilustruje rys. 6. Podczas zamykania obwodu pierwotnego zapala się w obwodzie wtórnym np. dioda czerwona, a zielona – podczas otwierania obwodu pierwotnego.



Rys. 6

### 3. Przewodnictwo elektrolitów.

Jako wskaźnika przepływu prądu w obwodzie i zmian jego natężenia używamy diody świecącej rys. 7. Zmiany intensywności jej świecenia w zależności od zmian stężenia roztworu, wzajemnej odległości elektrod sygnalizują o zmianach natężenia prądu. Posługując się zestawem schematycznie pokazanym na rys. 7 możemy przeprowadzać pokaz badania elektrolitów pozwalając na jakościowe formułowanie wniosków.

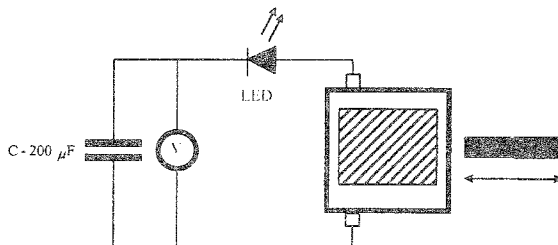


Rys. 7

### 4. Urządzenie do pompowania napięcia.

Doświadczenie „pompowanie napięcia” możemy uczniom zaprezentować jako zadanie doświadczalne na przewidywanie bądź wyjaśnianie zjawiska (efektów doświadczenia) jakie zaobserwujemy gdy wykonamy następujące czynności. Obwód

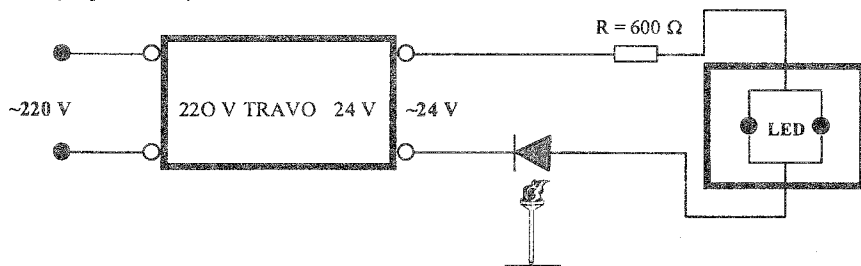
składający się z kondensatora, woltomierza, diody świecącej i wysokonapięciowej cewki z transformatora rozbiernego łączymy według schematu pokazanego na rys. 8. Obserwujemy, iż w czasie wkładania jednego z biegunów magnesu do cewki napięcie na woltomierzu powoli rośnie do pewnej wartości i nie spada gdy magnes zabieramy. Powtórzenie tej samej czynności powoduje dalszy wzrost napięcia. Rośnie ono tym szybciej im szybciej „pompujemy”. Po pewnym czasie napięcie osiąga wartość maksymalną i pomimo dalszego „pompowania” już się nie zmienia.



Rys. 8

#### 5. Wpływ temperatury na pracę diody półprzewodnikowej.

Dowolną diodę półprzewodnikową łączymy ze źródłem prądu zmiennego według schematu rys. 9. Po zamknięciu obwodu świeci się tylko dioda np. czerwona. W miarę podgrzewania np. lutownicą diody „prostownika” dioda ta traci swoje właściwości prostownicze co zaobserwujemy poprzez zaświecenie się drugiej diody np. zielonej.



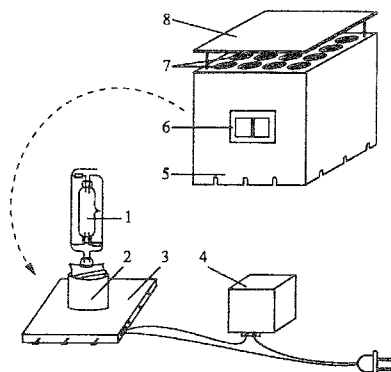
Rys. 9

## **Wykorzystanie palników niskociśnieniowych lamp ulicznych do demonstracji widma liniowego**

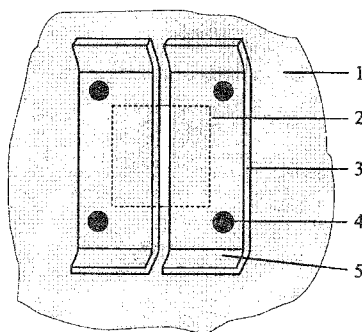
*Bronisław Tokar, Andrzej Trzebuniak*

W bardzo wielu dziedzinach fizyki współczesnej metody pomiarowe opierają się na analizie spektroskopowej widma emisyjnego. Dzięki tej analizie można uzyskać informacje dotyczące składu chemicznego, zarówno jakościowego jak i ilościowego źródła, jego budowy wewnętrznej czy temperatury. Bogactwo tych informacji sprawia, że uzasadnione jest zapoznanie uczniów z podstawowymi rodzajami widm emisyjnych. Istotnym tutaj wydaje się poparcie teorii demonstracją omawianych rodzajów widm. Jeśli stosunkowo łatwo pokazać widmo ciągłe, bo większość dostępnych źródeł światła emituje takie widmo, to już trudniej o wygodne źródło widma liniowego. Proponowane lampy umożliwiają demonstracje widm liniowych par rtęci i par sodu z domieszkami wzbogacającymi widmo w dodatkowe linie. Prosta konstrukcja lampy daje nauczycielowi użyteczne źródło światła do analizy widmowej, ale też, w przypadku palnika rtęciowego, wygodne źródło emitujące promieniowanie nadfioletowe, które można wykorzystać między innymi do demonstracji zjawiska fotoelektrycznego czy inicjowania luminescencji.

Podstawowym elementem omawianych źródeł jest palnik niskociśnieniowej lampy ulicznej połączony szeregowo z zabezpieczającym elementem w postaci dławika o parametrach odpowiednich do danej lampy (rys. 1.). Zarówno lampy jak i dławiki są dostępne w sklepach z wyposażeniem elektrycznym. Lampa połączona jest z podstawą za pomocą oprawki o odpowiadającym lampie rozmiarze gwintu. Na podstawę nakładamy metalową obudowę. Obudowa źródła powinna spełniać dwie zasadnicze funkcje: osłaniać palnik tak, by światło było emitowane jedynie przez niewielki otwór, i zapewniać przyzwoitą wentylację. Wymienione funkcje wykluczają się ponieważ: osłona palnika pogarsza jego wentylację, natomiast duże otwory wentylacyjne powodują jednoczesne wydostawanie się silnego światła na zewnątrz. Warunkiem demonstracji widma jest dobre zaciemnienie sali demonstracyjnej, dlatego w zaprojektowanej obudowie zastosowano dodatkową osłonę otworów wentylacyjnych osłabiającą bezpośrednie wydostawanie się światła. Prezentowana w niniejszej pracy konstrukcja dobrze spełnia wspomniane warunki podczas demonstracji.



Rys. 1: Budowa źródła światła: 1) palnik, 2) oprawka, 3) podstawa, 4) dławik, 5) obudowa, 6) otwór emisyjny ze szczeliną, 7) otwory wentylacyjne, 8) osłona otworów wentylacyjnych.

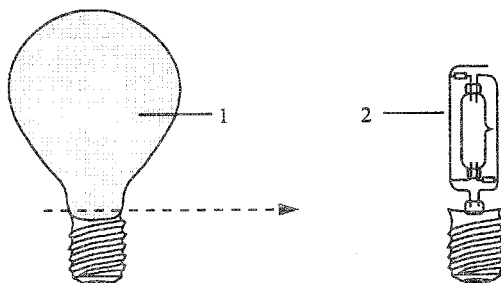


Rys. 2.: Konstrukcja szczeliny „magnetycznej”: 1) fragment obudowy, 2) linia przerywana zaznacza obrys otworu emisyjnego, 3) blaszki regulujące szerokość szczeliny, 4) magnesy, 5) wygięcia ułatwiające przesuwanie blaszek.

Kolejnym istotnym elementem obudowy jest otwór emisyjny ze szczeliną. Prezentowana w zestawie konstrukcja w postaci metalowej, regulowanej szczeliny wsuwanej w odpowiednie uchwyty jest bardzo wygodna, lecz trudna do samodzielnego wykonania przez nauczyciela. Można ją jednak zastąpić z powodzeniem prostym i równie skutecznym rozwiązaniem przedstawionym poniżej (rys. 2.): dwie cienkie, prostokątne blaszki o przeciwległych bokach nieco wygiętych na zewnątrz przymocowane do obudowy magnesami. Warunkiem takiego mocowania jest płaska ściana obudowy wykonana z blachy stalowej. Proponowane rozwiązanie zapewnia wygodne regulowanie szerokości szczeliny emitującej światło.

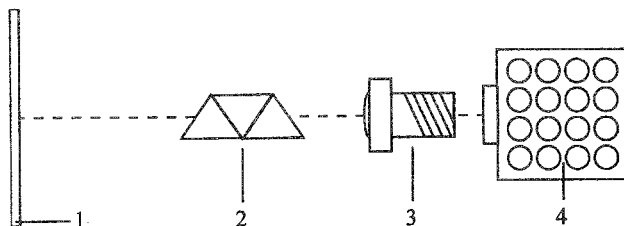
Najważniejszym elementem omawianego źródła światła jest palnik niskociśnieniowy lampy ulicznej. Jeśli w przypadku lampy sodowej szklana bańka bezbarwna i przezroczysta pozwala bez przeszkód na emisję światła w całym

widzialnym zakresie, to w lampie rtęciowej, w celu ograniczenia promieniowania nadfioletowego, bańka pokryta luminoforem zamienia rzeczywiste światło palnika na wtórne światło pobudzonego luminoforu. Widmo to, także liniowe, jest rozmyte i pozbawione wyrazistych linii emisyjnych. Względny dydaktyczne i praktyczne zdecydowały o odsłonięciu palnika rtęciowego poprzez odcięcie bańki z luminoforem (rys. 3.). Bańkę należy odciąć nieco powyżej gwintu lampy, uważając, by nie naruszyć samego palnika. Pozostałą po odcięciu krawędź można zabezpieczyć klejem epoksydowym. Taki zabieg daje możliwość obserwacji charakterystycznego widma rtęci i wykorzystania palnika jako źródła promieniowania nadfioletowego.



Rys. 3: Sposób odsłonięcia palnika rtęciowego: 1) bańka lampy, 2) odsłonięty palnik; strzałka pokazuje miejsce cięcia bańki.

W układzie do demonstracji widma (rys. 4.) zastosowano typowe elementy optyczne. Do odwzorowania szczeliny źródła światła zastosowano obiektyw z rzutnika do slajdów. Odległość źródła od ekranu można zmieniać zależnie od rozmiarów sali. Optymalna odległość nie powinna przekraczać 5m, ze względu na malejącą intensywność odwzorowanego obrazu, i być nie mniejsza niż 2m, ze względu na rozdzielczość pryzmatu. Prezentowany w pracy układ optyczny umożliwia zestawienie wszystkich elementów na jednej osi dzięki zastosowaniu pryzmatu typu „a vision direct”. Stosowanie zwykłego pryzmatu jest również możliwe choć bardziej kłopotliwe. Konstruując układ należy uwzględnić wtedy ugięcie spowodowane przejściem wiązki przez pryzmat.



Rys. 4: Schemat układu optycznego do demonstracji widma liniowego: 1) ekran, 2) pryzmat, 3) obiektyw, 4) źródło światła.

Czasami się zdarza, że lampa w omówionym zestawie, po włączeniu, nie chce się zapalić. Ta niedogodność jest dość częsta w przypadku lampy sodowej. Można wtedy zainicjować wyładowanie w palniku poprzez przeskok iskry elektrycznej na

zrůdlo. Wystarczającą iskrę daje induktor Tesli, dzięki któremu nie jest konieczne zdejmowanie obudowy. Najwygodniejszym jednak rozwiązaniem jest zakup gotowego układu zapłonowego i włączenie go równolegle do lampy zgodnie z dołączonym do niego fabrycznym schematem. Pracując z omówionym zestawem, z wykorzystaniem odsłoniętego palnika rtęciowego, należy pamiętać o szkodliwości promieniowania nadfioletowego. Podczas demonstracji uczniom widma rtęci, zestaw optyczny powinien być tak ustawiony, by światło ze źródła nigdy nie padało w kierunku uczniów.



## **Kouzelnické triky pro zábavu a odhalení**

*Jitka Brockmeyerová, Zdeněk Drozd*

Kouzelnické triky, popsané v následujícím příspěvku, mohou posloužit v hodině fyziky několika způsoby. Některé z nich mohou být demonstrací probraných fyzikálních jevů (např. v rámci výuky optiky). Kterýkoliv z pokusů může být použit k odreagování žáků, vidíme-li na nich známky únavy.

Velmi důležité je, aby se žáci učili kriticky posuzovat vystoupení různých kouzelníků a iluzionistů, kteří se snaží publiku namluvit, že mají nadpřirozené vlastnosti. Obzvláště nebezpečnou skupinou, již mnoho lidí věří, jsou různí psychotronici, proutkaři atd. Vždy je nutno používat „zdravý rozum“. Měli bychom umět ocenit umění kouzelníka – artisty, jehož triky jsou výsledkem dlouhodobého tréninku a důmyslných rekvizit. Jeho vystoupení je příjemným kulturním zážitkem. Na druhé straně je třeba nenechat se „doběhnout“ podvodníkem, který těží z lidské neznalosti a důvěřivosti.

V dalším textu je popsáno několik jednoduchých kouzelnických triků. Triky po předvedení žákům objasníme, abychom dosáhli výše zmíněných cílů.

### **1. Pohybující se plamen (poslušný plamen).**

**Trik:** Nejříve napněte šátek, který není příliš pevně utkán (např. mezi nohy obrácené židle) a jeho vnější část nechte viset kolem dokola. Můžete také požádat zasvěceného pomocníka, aby napnutý šátek držel. Pod šátek umístíte svou ruku tak, aby to diváci nezpozorovali. Zapalovač otevřete a nechte z něho utíkat plyn. Druhý zapalovač přiblížte shora a zapalte jej. Když se nad látkou objeví plamen, musíte ihned začít pohybovat spodním zapalovačem. Horní zapalovač zhasněte a odložte. Vaše horní prázdná ruka pak může zdánlivě ovládat pohyb plamene vycházejícího z látky. Popřípadě můžete plamen pouze kouzelnicky oslovovat a dávat mu ústní povely. Publikum žasne: Proč látka neshoří? Jakou silou na plamen působíte?

**Vysvětlení:** Vyčkejte na vysvětlení z řad publika. Pokus pak opakujte před očima diváků, s jemnou kovovou mřížkou místo šátku. Plyn ze spodního zapalovače pronikne mřížkou nahoru a vy jej můžete zapálit. Plamen se však nevrátí až k spodnímu zapalovači, tam zřejmě není dosaženo zápalné teploty plynu. To souvisí s dobrou tepelnou vodivostí kovu mřížky, kterou je teplo plamene velice rychle odváděno. Podobný efekt nastane i u napnuté řidší textilie.

### **2. Mince rozpustěná ve vodě.**

**Trik:** Na světlou podložku na prázdném stole před tmavé pozadí položte minci, např. 10 Kč, a postavte na ni kádinku nebo hladkou zavařovací sklenici tak, aby mince krylo její poněkud vypouklé dno. Publiku budete tvrdit, že je mince položena uvnitř sklenice, čemuž jistě uvěří, a že se pokusíte minci rozpustit v čisté vodě. Proto publiku ukážete druhou prázdnou sklenici, kterou před jeho očima naplníte vodou z vodovodu. Vodu pak nalijte relativně rychle do sklenice nad mincí a sklenici s vodou nezapomeňte něčím přiklopit. Diváci vidí ve sklenici pouze vodu a diví se. Mince zmizela. Před jejich očima se „rozpustila“. Vhodnou vzdálenost publika odhadněte podle dané situace předem.

**Vysvětlení:** Pokud vysvětlení nepodá někdo z přítomných, zvedněte sklenici a ukažte jim minci. Pak můžete mluvit o lomu světla.

### 3. Svíčka hořící ve vodě.

**Trik:** Menší skleněnou desku umístěte šikovně tak, aby v ní diváci pod určitým úhlem současně viděli odraz sklenice s vodou umístěné někde před sklem a hořící svíčku stojící za sklem. K tomu je nutné tmavé pozadí a vhodné osvětlení obou scén, aby děj vypadal realisticky. Pokud máte velkou skleněnou desku a dost šikovnosti, můžete např. ukázat, jak kruhová ozubená pila prořezává ležícího člověka nebo jak vy sami bojujete s nějakým strašidlem. Pilu a strašidlo umístíte před sklo, osobu a sebe za sklo. Děje mohou být pro diváky velice přesvědčivé.

**Vysvětlení** je prosté. Obraz vzniklý odrazem na skle a obraz procházející sklem, přicházejí současně do oka diváka, v jehož vědomí vzniká iluze jednoho děje.

Jevu lze využít i ke kopírování obrazů. Obraz a prázdnou čtvrtku umístíte tak, že na čtvrtce vidíme kontury obrazu, které lze snadno obtáhnout.

### 4. Válec se koulí nahoru.

**Trik:** Do kovového obalu od konzervy přilepte malý kámen nebo připevněte magnet, což působí jako závaží. Válec položte na nakloněnou rovinu otevřeným koncem k sobě tak, aby závaží bylo právě nad horním bodem obratu. Při vhodné volbě závaží udělá konzerva asi 3/4 otočky nahoru. Když právě v tomto místě nakloněná rovina končí, spadne vám konzerva do ruky a vy ji po nenápadném odstranění závaží ukážete publiku ze všech stran. Publikum žasne, že vás konzerva poslechla a koulela se nahoru. Kdyby byla nakloněná rovina o něco delší, začala by se konzerva po určité době sama koulet dolů a diváci situaci pochopí.

**Vysvětlení:** Těžiště systému leží někde u přilepeného závaží, což způsobí popsany jev.

### 5. Kouzelná krabice nebo motýl.

**Trik:** Z tenké lepenky si připravte podélnou krabici s dvojitým dnem, v němž ukryjete podélné závaží. Publiku můžete ukazovat, jak vás „prázdná“ krabice poslouchá. Položíte ji až na okraj stolu a ona nespadne nebo ji necháte balancovat na tom rohu, v němž je závaží. Situaci zjednodušíte, když závaží do jednoho rohu přilepíte.

**Vysvětlení:** Publiku závaží ukážete a promluvíte o těžišti.

Ještě většího úspěchu dosáhnete, když si z papíru vystříhnete dvakrát téhož motýla, kterého slepíte tak, že mezi jeho křídla umístíte jednu ze dvou stejných mincí. Připravte si i zápalku, kterou zapálíte a hned zase uhasíte. Motýla v jeho ose přeložte a do zlomu přilepte zespoda zápalku hlavičkou napřed. Lepidlo naneste dvakrát. Motýla hezky pomalujte. Když jej položíte, dobře vyváženého, hlavičkou zápalky na svůj prst, na špičku tužky nebo na hranu stolu, bude se zdánlivě vznášet ve vzduchu.

**Vysvětlení:** Těžiště celého útvaru musí být v hlavičce zápalky, jejíž hrubý, zuhelnatělý povrch stačí k tomu, aby motýla udržela na vašem prstu.

Podobně můžete vyrobit např. šaška, který na špičce nosu tancuje na napnutém vlákně a nespadne.

#### **6. Balónek, který nepraskne.**

**Trik:** Připravte si dvě dlouhé pletací jehlice, které na konci zaostříte. Na nepříliš nafouknutý balónek přilepte dva průhledné lepící proužky v místech budoucích vpichů proti sobě. Před diváky vezměte do ruky balónek a jehlici, jejíž ostrý hrot byl potřen olejem, a řekněte, že se pokusíte propíchnout balónek skrz naskrz a „svojí kouzelnickou silou“ zabránit tomu, aby přitom praskl. Střeffíte-li se do připravených míst, skutečně se vám to podaří. Ještě efektnější je, když podobně, ale jen jednostranně připravený balónek propíchnete nejdříve vy a pak někdo z publika.

**Vysvětlení:** Vlastností gumy, která má dlouhé molekuly, je, že při každém narušení gumové blány se trhlina rychle zvětší a balónek jistě podélně praskne. Rychlost jeho tahu je dokonce taková, že když byl předem naplněn moukou, zůstane osvobozená mouka chvíli sama „stát“ ve vzduchu. Tuto vlastnost gumy jste nalepením pevných průhledných pásků zcela porušili, což musíte publiku přiznat.

#### **7. Kouzlo se špulkou nitě.**

**Trik:** Na hrubší podložku umístěnou na stole položte špulku s nití, jejíž konec vezmete do ruky. Když za nit táhnete, můžete jednou dosáhnout toho, že se špulka koulí od vás pryč (vlákno táhneme spíše nahoru), a podruhé si ji přitáhnete k sobě, např. když na ni voláte (vlákno táhneme spíše podél desky stolu). Při vhodném sklonu vlákna je možno špulku táhnout, aniž by se otáčela (klouže jako sánky). Publikum žasne, že vás špulka poslouchá.

**Vysvětlení:** Osa, kolem níž se špulka otáčí, neleží v jejím středu, ale tam, kde se špulka dotýká podložky. Vynaložená síla působí na špulku v prodloužení nitě, v bodě K, který je v prvním případě před osou otáčení a v druhém případě za ní.

#### **8. Past na peníze.**

**Trik:** Na otevřenou prázdnou láhev položte zápalku, kterou jste předem nalomili. Na zápalku položte minci, která do láhve nepropadne. Publiku řeknete, že se už zápalky ani mince nedotknete. Při tom necháte nenápadně spadnout z prstu kapku vody na místo zlomu na zápale. Odstoupíte a k zápale začnete mluvit. Ta se začne pomalu rozevírat a mince sama od sebe spadne do láhve.

**Vysvětlení:** Rourovité buňky suchého dřeva nasají vodu a vedou ji dále. Molekulární přitažlivé síly napřímí konce zápalky.

#### **9. Uzel na cigaretě.**

**Trik:** Před publikem otevřete krabičku cigaret, jednu cigaretu vyndáte a zabalíte ji do fólie z umělé hmoty, jejíž přečnívající konce pevně zakrouťte. Pak požádáte někoho z publika, aby si také vzal cigaretu a udělal na ní uzel. Současně udělejte i vy uzel na své cigaretě. Pomocníková cigareta se rozpadne, vy svou cigaretu rozvázete, vybalíte, uhladíte a ukážete celou publiku.

**Vysvětlení:** V nezabalené cigaretě dojde při zauzlení v některých místech k výraznému zvětšení tlaku tabáku na papírový obal cigarety, který se protrhne.

Fólie z umělé hmoty je však tak pevná, že se tlak rovnoměrně rozloží po celé délce cigarety.

#### 10. Hlas z neznáma.

**Trik:** Velký nafukovací balón naplňte  $\text{CO}_2$ , který má větší hustotu než vzduch. Proto bude balón dobře viset, když jej upevníte na strop. Když před balónem zašeptáte tiše několik slov, bude je osoba umístěná v určité vzdálenosti za balónem najednou velice dobře slyšet. V setmělé místnosti má pak dojem, že jí někdo z neznáma opakovane říká např. „pojď sem“.

**Vysvětlení:** Balón působí na zvukové vlny jako lupa na světlo. Osoba musí být v jeho ohnisku.

#### 11. Pyramida z vajec.

**Trik:** Připravte dva obaly vždy se čtyřmi vejci, jeden pro účastníka z publika, jeden pro sebe. Svoje vejce natřete na vhodných místech lepidlem. Před publikem pak požádejte svého hosta, aby vedle sebe postavil tři vejce a na ně vejce čtvrté. Zatímco host bude zcela zaměstnán, předstírejte, že se nešikovně pokoušíte o totéž. Pak slepte svá vejce dohromady a předvedte hotovou pyramidu. Jistě sklídíte potlesk a údiv publika.

**Vysvětlení:** Vezměte jedno ze svých vajec do ruky a zvedněte celou slepenou pyramidu do výšky.

#### 12. Voda nevyteče z nádoby.

**Trik:** Na dno neprůhledné nádoby přilepte houbu a neprozradte to publiku. Nádobu postavte na stůl, lijte do ní ze značné výšky tenký pramínek vody a publikum bavte řečí. Když včas přestanete a nádobu obrátíte dnem vzhůru, nevyteče z ní žádná voda.

**Vysvětlení** je přesvědčivé. V hospodách prý je předváděno toto kouzlo: Sklenice naplněná do poloviny vodou se přiklopí pivním táckem a obrátí dnem vzhůru do svislé polohy. I když tácek již nikdo nepřidrží, voda nevyteče. Většina účastníků se diví. Při vysvětlení budete mluvit o tlaku vzduchu.

#### 13. Vejce a šáteček.

**Trik:** Připravte si jedno vyfouknuté vejce s větším otvorem na oblém konci, červený šáteček, jedno syrové vejce s červenou skvrnkou na oblém konci a skleničku. Publiku ukažte pouze duté vejce a pomalu do něj zasuňte šáteček. Pak si s vejcem z ruky do ruky pohrávejte tak, aby publikum vidělo i červený šáteček na jeho konci. Při pomalém přehazování nenápadně vyměňte vyfouknuté vejce za vejce syrové, které jste měli např. v rukávě a přehazujte jej chvíli dál. Publikum vidí i jeho červenou skvrnu. Pak s hraním přestaňte, ukažte vejce ještě jednou publiku, naklepněte jej a vyprázdněte jeho obsah do skleničky. Publikum žasne a samo pochopí, že došlo k záměně. Nemusíte vysvětlovat postup záměny.

#### 14. Zvedání těles bez dotyku.

**Trik:** Při různých seancích jde často o to, že se některé předměty začnou vznášet pouze působením ruky kouzelníka na dálku nebo, že nějaký stoleček začne pod ru-

kama kouzelníka tančit. V prvním případě stačí, když např. na kus lepenky přiložíte plátek gumy, který s ní barevně splyne a jím předem protáhnete v šeru neviditelné vlákno. Druhý konec vlákna máte omotán kolem jednoho prstu. Při vlastním výstupu vlákno napnete a trochu jím trhnete. Lepenka se začne vznášet ve vzduchu směrem k vaší ruce.

Obměnou je, když se předmětu, který se má pohybovat, např. skleněné destičky, dotknete před publikem jiným předmětem a tak jej zvednete. V tom, co držíte v ruce, musí být dole také gumová blána, kterou na sklo přitisknete a rychle zvednete. Když nad gumou nadto ještě kmitá hlava elektrického holičského strojeku, zvednete ze stolu předmět až 5 kg těžký.

**Vysvětlení:** Nad předmětem, který se má vznášet, musíte dosáhnout podtlaku vzduchu.

Toho, aby se lehký stůl pohyboval, dosáhnete např. takto: Na zápěstí svých rukou připevníte řemeny dva háky, které přikryjete volnými nebo napáranými rukávy. V šeru seance a při hojném mluvení se vám jistě podaří zasunout háky nepozorovaně pod desku stolu tak, aby vaše dlaně přitom byly stále nad deskou, ve vzdálenosti asi 20 cm. Tak můžete vlivem „neznámé síly“ stolkem pohybovat i jej zvedat.

**Vysvětlení** odpadá, stačí vyhrnout rukávy. Publikum se jistě bude smát vlastní důvěřivosti.

**Literatura:**

1. Joachim Bublath 100 x knoff-hoff, Wilhem Heyne Verlag, Munchen 1995.
2. Hans J. Press: Spiel das Wissen Schaft. Ravensburger Buchverlag 1995.

## Vynútené kmity – netradičné experimenty

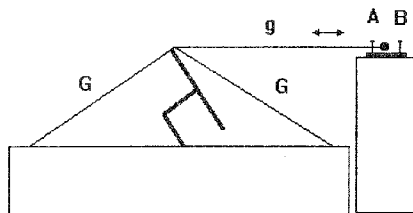
Ivan Baník, Ľubomír Machovič

*Opísané jednoduché fyzikálne experimenty boli rozpracované a overované v spolupráci so študentami prvého ročníka Stavebnej fakulty STU v Bratislave. Námety boli aj súčasťou študentských súťažných prác v rámci „Študentskej vedeckej konferencie“.*

### Prvé zoznámenie sa s rezonančnou krivkou

V tomto odseku si opíšeme jednoduchý spôsob, ako sa dá zistiť charakter rezonančnej krivky nejakej bežne dostupnej pružnej sústavy. Metóda sa dá využiť aj v domácich podmienkach, čo má provokovať žiakov a študentov k vlastnej realizácii experimentu. Nejde pritom o nejaké precízne a zdĺhavé meranie, ale skôr o ilustráciu fyzikálnej podstaty javu a o to, aby žiak a študent uvidel za teoretickými pojmami a súvislosťami konkrétnu skutočnosť.

Celkové usporiadanie experimentu je znázornené na obr. 1. Pružnou sústavou, ktorej rezonančnú krivku budeme určovať, je stolička stojaca na dvoch nohách, ktorú v zobrazenej rovnovážnej polohe držia dva gumové pásy G galantárskej gummy. Ak stoličku vychýlime z jej rovnovážnej polohy a uvoľníme, vykonáva tlmený kmitavý pohyb s pomerne veľkým tlmením.



Obr. 1

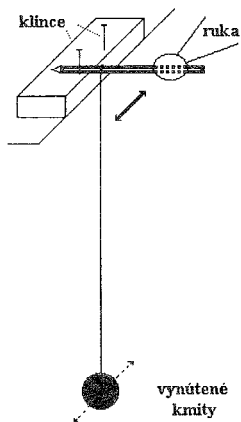
Pri určovaní rezonančnej krivky danej pružnej sústavy pôsobíme na ňu periodickou silou prostredníctvom tenšieho gumového pásu  $g$ , ktorého voľný koniec periodicky posúvame vo zvolenom rozmedzí medzi dvoma bodmi A a B. Pri zmene rytmu vynucujúcej sily pozorujeme, že amplitúda vynútených kmitov stoličky sa výrazne mení. Ak na gumu  $g$  pôsobíme periodickou silou o veľmi malej frekvencii, stolička reaguje len veľmi nepatrne. Najvyšší bod stoličky vykonáva kmitavý pohyb s amplitúdou napríklad niekoľko milimetrov. Pri vyššej frekvencii napínania gummy  $g$  pozorujeme, že amplitúda uvedeného bodu bude už povedzme 2–3 cm. Skusmo možno pri pozorovaní stoličky nájsť aj frekvenciu, pri ktorej je reakcia stoličky najväčšia – amplitúda uvedeného bodu bude povedzme 6–7 cm. To je tzv. rezonančná amplitúda. Približným určením amplitúd vynútených kmitov, včítane rezonančnej a im zodpovedajúcich frekvencií, ktoré sú určené rytmom napínania gummy  $g$ , získame podklady na určenie rezonančnej krivky.

Pri realizácii merania odporúčame pohybovať koncovým bodom gummy  $g$  vždy od istého krajného bodu A po krajný bod B. Tieto body si vyznačíme na stole, prípadne ich vymedzíme dvoma klincami, ktoré vtlačíme do pripraveného kúska laty. Koniec

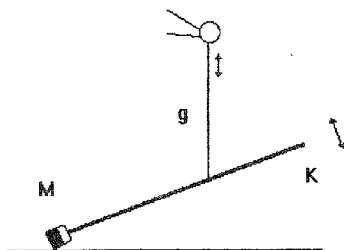
gumy  $g$  upevníme napr. na ceruzu, ktorou periodicky pohybujeme medzi klincami. Pri meraní frekvencií odporúčame postupovať tak, že vo všetkých prípadoch si vyklepkávame nohou ten istý rytmus napríklad s periódou asi 1 s. Za dobu jednej periódy vykonáme ceruzou jeden, resp. dva, resp. tri kmity, takže príslušné frekvencie budú 1 Hz, 2 Hz, 3 Hz. V inom prípade vykoná ceruza jeden kmit v priebehu dvoch klepnutí, takže jej frekvencia bude 0,5 Hz. Na details príde experimentátor aj sám.

Ak odhadnuté experimentálne hodnoty vynesieme do grafu  $A(f)$ , resp.  $A(\omega)$ , kde  $A$  je amplitúda pozorovaného (najvyššieho) bodu stoličky a  $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$ , získame niekoľko bodov rezonančnej krivky danej pružnej sústavy. Týchto niekoľko bodov postačí na to, aby sme odhalili charakteristický píkovitý tvar rezonančnej krivky.

Pri experimentovaní v posluchárni s dlhším stolom je stolička postavená na stôl a konce napínacích gúm  $G$  držia na stole študenti-pomocníci. Periodický pohyb koncového bodu gumy  $g$  môžeme dosiahnuť buď tak, že spomínanou ceruzou vykonávame pohyb po kružnici určenej otvorom pohára, alebo tak, že koniec gumy uviažeme o kluku stolového strúhadla na ceruzu, ktoré uchyťme na pomocnú doštičku a pod. Pri pravidelnom otáčaní kluky sa guma  $g$  periodicky (v podstate harmonic-ky) napína, čím vzniká periodická harmonická vynucujúca sila. Experiment je vcelku úsmevný, no určite vybudí pozornosť a poskytne patričné fyzikálne podklady pre pochopenie súvislostí. Možno ho spestriť aj tak, že na vhodné miesto stoličky uchyťme laserové ukazovadlo, ktorého svetelná stopa pozorovaná na strope predstavuje reprezentačný kmitajúci bod.



Obr. 2



Obr. 3

Treba si uvedomiť, že opísaný spôsob zisťovania rezonančnej krivky má metodický zámer. Cieľom merania je uvedomiť si podstatu javu, podstatu toho, ako reaguje pružná sústava na vonkajšie periodické podnety. Presné určenie rezonančnej krivky by vyžadovalo precízne a zdĺhavé meranie príslušných veličín.

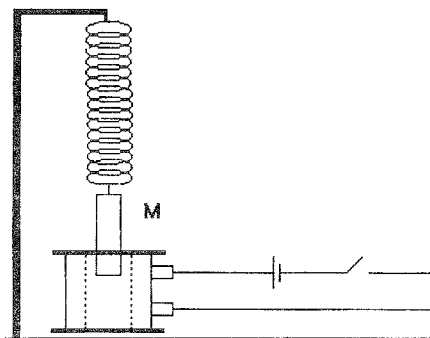
Je prirodzené, že namiesto stoličky možno použiť aj iné predmety, napr. kus dosky a pod. Meranie sa dá vykonať aj na pootvorených dverách držaných v určitej rovnovážnej polohe prostredníctvom napnutých gúm.

### Rezonancia s metlou

Pokus znázornený na obr. 2 si môže vykonať doma každý žiak, či študent. Metla M je svojím „pracovným“ koncom položená na podlahe. V danej šikmej polohe ju držíme pomocou pásika galantérskej gumeny *g*, ktorej horný koniec držíme v ruke. Periodickým pohybom ruky v smere hore-dole rozkmitáme metlu, pričom sledujeme amplitúdu koncového bodu K metly. Tá výrazne závisí od frekvencie kmitov ruky. Aby horný koniec gumeny *g* kmital stále s tou istou amplitúdou, jeho pohyb vhodným spôsobom vymedzíme (v rámci oka nožníc, úška hrnčeka a pod.).

### Rezonancia s jabĺčkom

Jednoduchý experiment s jabĺčkom je znázornený na obr. 3. Kmitavou sústavou je jabĺčko (závažie) zavesené na niti, ktorej horný koniec je uviazaný na ceruzu. Ceruzou pritom pohybujeme periodicky v rozmedzí, aké určujú napríklad dva klince zatlačené do kúska laty, alebo dva špendlíky zapichnuté do väčšej gumeny na gumovanie, resp. oko nožníc, medzera medzi knihami a pod.



Obr. 4

### Rezonancia s cievkou a magnetom

Pre školské podmienky je vhodné aj usporiadanie zobrazené na obr. 4. Ide o magnet M zavesený na pružine. Vynucujúca sila má magnetický charakter. Vytvára ju cievka, do ktorej vďaka periodickému spínaniu privádzame periodický prúd. Magnet sa rozkmitá, pričom amplitúda jeho kmitov závisí od frekvencie spínania spínača.

Cievku môžeme napájať aj „potenciometricky“ tak, že periodicky otáčame gombíkom potenciometra, z ktorého odoberáme viac-menej spojitú premennú periodickú napätie a ktoré privádzame na svorky cievky.

#### Literatúra:

1. Baník I., Baník R.: Kaleidoskop učiteľa fyziky 1–6, MC mesta Bratislavy, Bratislava 1992–98,.
2. Baník I. a kol.: Fyzika netradične I – Mechanika, STU Bratislava, 1997, 469 s.

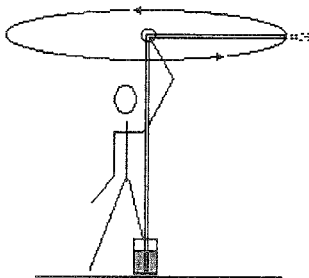


## Štyri malé triky hydrodynamiky

Ivan Baník

*Príspevok obsahuje niekoľko námetov na jednoduché fyzikálne experimenty, ktoré boli rozpracované a overované študentami prvého ročníka Stavebnej fakulty STU v Bratislave v rámci študentskej práce, pripravenej pre „Študentskú vedeckú konferenciu“.*

### Hadičkové odstredivé čerpadlo



Obr. 1

Vodu možno čerpať do vyšších polôh aj hadičkovým odstredivým čerpadlom, ktorého podstatu vystihuje obr. 1. Ide o tenšiu hadičku dĺžky napríklad 2 m, ktorej zvislá časť je svojim spodným koncom ponorená do vody, ktorú budeme čerpať. Hornú časť hadičky otáčame rukou vztýčenou nad hlavu okolo zvislej osi. Odstredivé sily pôsobiace na elementy kvapaliny v tejto rotujúcej časti hadice spôsobujú vznik podtlaku v strednej oblasti hadice, ktorý vyvoláva vystupovanie kvapaliny vo zvislej časti hadice. Čerpaná kvapalina vyteká z rotujúceho konca hadice a je rozstrekaná do okolia.

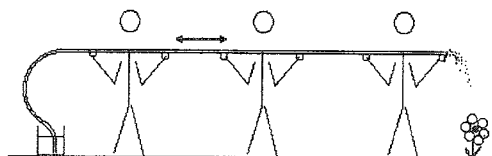
Pred spustením čerpadla treba hadičku naplniť vodou, čo urobíme tak, že z hadičky urobíme najprv vodnú násosku. Z tohto stavu prejdeme čo najrýchlejšie do čerpaceho stavu.

Experiment sa dá pri použití tenkej hadičky vykonať aj v triede, lebo pár kvapiek čistej vody nikomu neuškodí. Vo funkcii hadičky možno použiť aj tenkú bužirku. Rotácia čerpacej časti hadičky môže prebiehať buď vo vodorovnej rovine, alebo v rovine zvislej. Experiment s hrubšou hadičkou možno vykonať na školskom dvore, na ihrisku a podobne, resp. s koncovou redukciou výtoku aj v triede.

Námet s hadičkovým čerpadlom je vhodné využiť aj na teoretickú analýzu problému. Spočíva vo výpočte podtlaku, aký vytvára rotujúca voda. Tento podtlak môže vyvolať vystupovanie vody maximálne do výšky 10 m, nakoľko vystupovanie vody nahor je podmienené atmosferickým tlakom. Možno si položiť otázku: Do akej výšky bude čerpadlo schopné čerpať vodu za daných konkrétnych podmienok (ak je daná dĺžka rotujúcej časti hadice a frekvencia otáčania)?

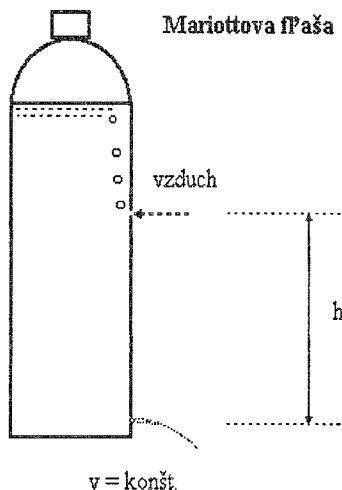
Hadičkové čerpadlo môže mať aj miniatúrnu podobu, pri ktorej je hadička kratšia ako 1 m. V takejto situácii je vhodné čerpať vodu z menšej plastovej fľaše, ktorú držíme na úrovni hlavy a časťou hadičky otáčať tesne nad hlavou.

# Inerciální vodné čerpadlo



Obr. 2

Ide o neobvyklé vodné čerpadlo znázornené na obr. 2. Jedná sa o hadicu, ktorú v znázornenej podobe držia žiaci a s ktorou vykonávajú periodický kmitavý pohyb v smere vodorovnej časti hadice. Jeden koniec hadice je ponorený vo vode, ktorú chceme čerpať. V zásade to môže byť aj studňa, no pri experimentovaní je vhodnejšie vedierko (a či vanička) položené na zemi. Pred vlastným čerpaním použijeme hadicu najprv ako násosku. Vtedy je vedierko s vodou zdvihnuté do vyššej polohy. V priebehu vytekania vody takou násoskou uzavrieme výtokový koniec hadice prstom. Potom nádobu s vodou položíme na zem a s hadicou začneme vykonávať kmitavé pohyby s amplitúdou asi 0,5 m a periódou okolo 1 s. Pri kmitoch hadice s vodou sa plne prejaví zotrvačnosť vody vo vodorovnej časti hadice. Ak zrýchlenie hadice mieri smerom k nádobe s vodou, zotrvačná sila tlačí vodu k výtokovému otvoru. V tomto mieste sa výrazne zvyšuje tlak a teda aj tlaková sila na prst uzatvárajúci otvor hadice. Tento tlak môže byť dostatočne veľký na to, aby pri vhodnom stálom tlaku prsta voda odtlačila prst a otvorom vystrekovala. Pri experimente možno meniť frekvenciu i amplitúdu kmitov a pozorovať príslušné zmeny.



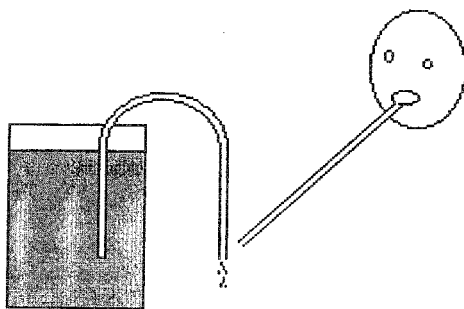
Obr. 3

### Mariottova fľaša netradične

Najjednoduchšia verzia Mariottovej fľaše, ktorú si môže ľahko realizovať doma každý žiak, je znázornená na obr. 3. Je to bežná väčšia plastová fľaša, v bočnom plášti ktorej sme predtým urobili dva otvory pomocou noža, či hrotu nožníc a pod. Vlastný otvor fľaše je pritom uzavretý. V znázornenej situácii voda vyteká len dolným otvorom a to stálou výtokovou rýchlosťou až do okamihu, kým hladina vody vo fľaši neklesne na úroveň horného otvoru. V znázornenej situácii horným otvorom vstupuje do fľaše vzduch v podobe bubliniek, ktoré vystupujú nahor smerom ku hladine. Tlak vo vode na úrovni horného otvoru je stále atmosferický. To platí, pravdaže, len kým hladina vody je nad úrovňou horného otvoru.

Výtoková rýchlosť vody dolným otvorom je určená výškovým rozdielom  $h$  oboch otvorov a je stála. Ak hladina klesne pod úroveň horného otvoru, bude sa výtoková rýchlosť zmenšovať – bude určená Torricelliho vzťahom a teda hĺbkou dolného otvoru meranou od úrovne hladiny.

### Hydrodynamický paradox s limo-trubičkami



Obr. 4

Hydrodynamický paradox môže žiak pozorovať aj sám doma pri spustení limo-trubičkovej násosky podľa obr. 4. Pri pokuse využije sklený pohár a dve tenšie limo-trubičky. Prvú ohne do podoby prevráteného písmena U a jedným koncom ponorí do vody. Do blízkosti vonkajšieho konca tejto trubičky fúka pomocou ďalšej limo-trubičky ústami vzduch. Hydrodynamický podtlak vznikajúci v oblasti konca násosky spôsobí „naštartovanie“ násosky, čo sa prejaví vytekaním vody.

Námety na jednoduché experimenty majú provokovať žiakov a študentov k domácejmu experimentovaniu a tým aj k aktívnejšiemu a priaznivejšiemu postoju ku fyzike. Experimenty oživí aj vyučovanie v triede.

### Literatúra:

[1] Baník I., Baník R.: Kaleidoskop učiteľa fyziky 1–6, MC mesta Bratislavy, Bratislava 1992–98,

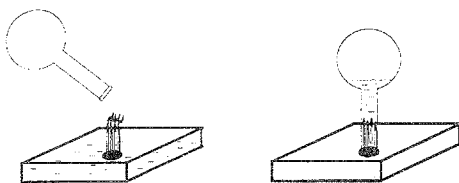
## Voda neposlúcha gravitačné pole

Mgr. Marcela Kvasnicová

Existuje množstvo ohurujúcich pokusov. Neostaňme pri nich len stáť v nemom úžase. Skúsme si ich vysvetliť využívajúc znalosti, ktoré už máme. Vyskúšajme si jeden z tých zaujímavejších. Ponúkam vám návod a následne hľadanie vysvetlenia.

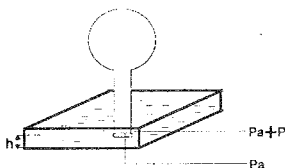
**Pomôcky:** plytká nádoba – tanier alebo vrchnák z nanukovej torty, kúsok plastelíny, sviečka, zápalky, sklenená banka prípadne 2dcl zaváraninový pohár.

**Realizácia:** Do plytkej nádoby nalejeme vodu. Do kúska plastelíny napicháme 4–5 zápaliek hlavičkami hore a vložíme do nádoby s vodou tak, aby sme ich celé neponorili. Zápalky zapálime a zakryjeme ich bankou.



**Pozorovanie:** Za malý okamih horiace zápalky v nádobke dohoria. V banke však zároveň začne stúpať hladina vody. O chvíľu sa všetka voda z plytkej nádoby presunie do banky, v ktorej sa okrem vody nahromadí ešte dym zo zhasnutých zápaliek.

**Vysvetlenie:**



**V čom to je? Je zázračná banka alebo voda?**

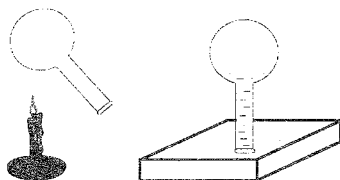
Obráťme banku hore dnom a vložme ju do plytkej nádoby. Pri vtlačaní banky do vody pozorujeme, že táto do banky nevniká. Ak by sme mali hlbokú nádobu, tak aj pri ponorení celej banky hore dnom voda do nej tiež nevnikne. Samozrejme, ak banku nenakloníme a vzduch nám z nej neunikne. Ako je to možné? Tlak vzduchu v banke, keď sme ju ponárali do vody, bol 1 atmosféra ( $p_a = 101 \text{ kPa}$ ). Tlak vodného stĺpca v hĺbke napríklad 2 cm je:

$$p = h \cdot \rho \cdot g = 0,02 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 200 \text{ Pa}$$

Na hrane hrdla ponorenej banky je z jednej strany tlak vzduchu  $p_a$ , zo strany druhej zase  $p_a + 200 \text{ Pa}$ . Nakoľko je rozdiel tlakov z oboch strán veľmi malý, len 0,2 %, nepozorujeme takmer žiadny vzdvih vodnej hladiny v banke. Príčinu treba hľadať inde. Banka ani voda nespôsobujú zaujímavý efekt.

**Môžu za zvýšenú hladinu vody v banke horiace zápalky?**

S horiacimi zápalkami sa nám natíska hneď vysvetlenie, že za vniknutie vody do banky môže v dôsledku horenia premena kyslíka na oxid. Skutočnosť môže byť však úplne iná. Nemôže za to napríklad len vzduch zohriaty teplom, ktoré vzniká pri horení? Nech to odhalí iný experiment. Banku ohrejme nad sviečkou alebo nad plynovým horákom. Pri ohrievaní však dbajme na to, aby hrdlo banky smerovalo vždy dole alebo do boku viď. obr. Dôvod takéhoto držania banky pri ohrievaní je, aby nám teplý vzduch ostal v banke. Takto zohriatu banku vložíme do vody hore dnom. Neuveriteľné. Voda v hrdle banky pomaly stúpa nad úroveň okolitej hladiny. Dosi-  
ahli sme ten istý efekt, ako keď sme pôvodne zakryli horiace zápalky. Týmto sme dokázali, že „hlavnú rolu“ tu hrá teplo, nie samotná premena kyslíka pri horení.



Čo teda spôsobuje zdvih vodnej hladiny?

Ohrievaním banky sme ohrievali aj vzduch v nej uväznený. Častice vzduchu získali na kinetickej energii, silnejšie do seba vrážali. Dôsledkom bolo zväčšenie tlaku vzduchu v banke. Banku sme prestali ohrievať a ponorili sme ju do vody.

Častice vzduchu postupne strácali získanú energiu výmenou s okolím (vyrovnala sa teplota vzduchu v banke s okolím). Častice sa stali menej náročnými na priestor-  
stiahli sa. Znížil sa tým tlak vzduchu v banke. Podtlak následne spôsobil nasávanie vody do banky. Rozdiel vodných hladín v banke a v nádobe udáva veľkosť podtlaku vzduchu v banke. Napríklad pri našom pokuse bol rozdiel hladín rádovo 10 cm, čomu zodpovedá podtlak vzduchu

$$p_p = 0,10 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 1000 \text{ Pa}$$

Vinu za stúpanie vody proti pôsobeniu gravitačného poľa má jednoznačne podtlak vzduchu v banke, spôsobený ochladzovaním zohriateho vzduchu.

Ako sa dá vysvetliť náš pokus?



A ako je to teda pri pokuse so zápalkami? Keď zapálime zápalky nastrkané v plastelíne, tieto ohrejú okolitý vzduch. Keď zakrývame zápalky, do banky vchádza tep-  
lý-redší vzduch. Pri samotnom zakrytí zápaliek bankou, tieto ešte chvíľu horia, kým nespotrebojú všetok kyslík v banke uväznený. Teda ešte chvíľu produkujú teplo-  
ohrievajú vzduch. Ten ostane v položenej banke izolovaný, nie však tepelne. Do-  
chádza k vyrovnávaniu teplôt vzduchu vo vnútri a mimo banky. Uväznené častice vzduchu strácajú na kinetickej energii, znižuje sa objem vzduchu v banke, čo sa prejaví podtlakom. A práve tento spôsobí nasávanie vody do banky. Hladina vody sa ustáli nad úrovňou okolia.

## **Metoda analogie ve školním fyzikálním experimentu**

*Vesselina Dimitrova, Ljubomira Ivanova, Sofijská univerzita „Sv. Kl. Ochridski“, Bulgarie*

### **Úvod**

Školní fyzikální kurs sice dává velké možnosti pro formování dialektického světového názoru žáků, ale ve vyučovacím procesu je hlavní pozornost věnována fyzikálním poznatkům, zatímco metodologické otázky fyziky a použití obecných vědeckých metod poznání zůstávají téměř bez povšimnutí. Proto je tento referát zaměřen na možné využití jedné z obecných vědeckých metod poznání – metodu analogie – ve školním fyzikálním experimentu.

### **Analogie ve vědě**

Ve vědeckých studiích se na analogii pohlíží jako na formu a způsob vědeckého myšlení. Analogie je spjata s operováním s „ideálními objekty“, s „myšlenkovým experimentováním“ nebo se sestrojováním látkových modelů. Analogie je strukturní komponentou procesu modelování. Nejčastěji se na ni nahlíží jako na formu myšlení, která na základě stanovení shody nebo rozdílu jednoho objektu s jiným objektem a studia jednoho z nich vede k získání nových poznatků o studovaném objektu. Při dovedném použití se může analogie projevit jako heuristický proces myšlení, nejen tedy jako přísné logické závěry, protože intuitivní formy myšlení nelze vylučovat. Na intuitivní úrovni se obvykle realizuje přechod od empirických údajů k modelové představě objektu. Intuitivní zobecnění bezprostřední zkušenosti vede často k úsudku podle analogie, orientovanému pracovní hypotézou. Jakožto strukturní komponenta modelování označuje analogie z jedné strany objektivní soulad modelu a objektu. Z druhé strany je formou úsudku, když sám vývod se logicky zobrazuje na základě odhalené shody a rozdílu vlastností modelu a prototypu. Proces myšlení podle analogie se stává metodou sestrojení modelu, extrapolace a odůvodnění modelového vědění. Při použití analogie je třeba brát v úvahu nejen shodné příznaky, ale odhalovat i podstatně odlišné příznaky.

### **Analogie ve vyučování fyzice**

Ve vyučování nabízí metoda analogie velké možnosti. Jednou z nich je použití metody ve školním fyzikálním experimentu při studiu průchodu elektrického proudu různými látkami – pevnými, kapalnými, plynnými. Tento materiál se studuje v 9. ročníku bulharských škol.

V didaktických výzkumech se používá nová struktura učebního obsahu, která se liší od tradiční. Základní idea této struktury je spjata s využitím metodologického principu o příčinnosti při rozboru změny stavby látky v jejích různých agregátních stavech a z toho vyplývající změny vlastností při průchodu proudu. Logické schéma této struktury ve vztahu k prostředí je následující: kovy – polovodiče – elektrolyty – plyny – vakuum, a základní témata učebního obsahu jsou [1], [2]:

1. Stavba látky prostředí, kterým bude protékat proud.

2. Procesy, vedoucí k tvorbě nosičů proudu v různých prostředích. Druhy elektrické vodivosti.
3. Mechanismy průchodu proudu.
4. Voltampérové charakteristiky.
5. Měrný odpor prostředí a jeho závislost na teplotě prostředí.
6. Praktická použití.

Užití tohoto obecného didaktického modelu v učebním procesu odhaluje nové možnosti pro formování metodologických poznatků ve fyzice za pomoci metody analogie nejen teoreticky, ale i ve školním experimentu.

První možnost je spojena s užitím metody analogie při demonstračních experimentech v rámci tématu průchod elektrického proudu různými prostředími. Zvyšuje to aktivitu žáků během výuky nového učebního materiálu, protože struktura učebního obsahu dovoluje během jedné-dvou hodin rozebrat všechny demonstrace průchodu proudu v různých prostředích.

Druhá možnost je spojena s užitím metody analogie pro určení fyzikálních veličin ( $I$ ,  $U$ ,  $R$ ,  $\rho$ ) a zkoumání některých závislostí a zákonů při průchodu elektrického proudu.

Třetí možnost je spojena se studiem a vyšetřováním elektronických přístrojů různých typů, tj. s tématem 6. Skupina školních experimentů, spojených s realizací této třetí možnosti, zaujímá zvláštní místo ve vyučování fyzice v bulharských technických školách a odborných učilištích v souvislosti s profesionální přípravou žáků.

Struktura poznávací činnosti při studiu a zkoumání různých elektronických přístrojů obsahuje následující prvky /3/:

1. K čemu se přístroj používá?
2. Jak se konvenčně označuje?
3. Fyzikální jev v základu činnosti přístroje.
4. Schéma uspořádání přístroje.
5. Konstrukce a technologie zhotovení přístroje.
6. Princip činnosti.
7. Základní parametry a charakteristiky.
8. Schéma zapojení přístroje.
9. Pravidla pro práci s přístrojem.

Prozkoumejme možnost použití metody analogie v laboratorních pracích, zaměřených na studium elektronických přístrojů s použitím strukturních elementů dle práce /3/. Žáci, například, dělají laboratorní práci s cílem seznámit se s polovodičovým zařízením (v našem případě je to polovodičová dioda) – za pomoci učitele nebo samostatnou prací. Potom použitím metody analogie mají žáci samostatně nebo za pomoci učitele navrhnout, jak studovat a zkoumat jiné diody – vakuovou, plynem

plněnou, apod. Použitím analogie s již prostudovanou polovodičovou diodou dělají žáci závěry podle analogie buď intuitivně nebo logickou cestou. Přitom je možno formulovat pracovní hypotézy, které je třeba prověřovat experimentálně, nebo provést modelování a studovat model, nebo oboje současně – zformulovat hypotézu a provést modelování ve své experimentální práci. Užití metody analogie je možné při různých strukturních elementech činnosti studia elektronického přístroje. Zastavme se krátce u některých z nich: 4. Schéma stavby přístroje, 7. Voltampérová charakteristika, 8. Schéma zapojení přístroje (obr. 1, obr. 2).

Například porovnáním mechanismu průchodu elektrického proudu v polovodičích a ve vakuu žák může dojít analogií k závěru a navrhnout schéma stavby vakuové diody, když použije své znalosti o schématu stavby polovodičové diody. Pro prověření správnosti svého závěru podle analogie žák musí prostudovat schéma stavby vakuové diody a stanovit shodu a rozdíly jednoho a druhého schématu.

Při studiu voltampérové charakteristiky přístroje má žák dojít k závěru podle analogie při použití svých znalostí o V-A charakteristice polovodičové diody a mechanismu protékání proudu ve vakuu. Zde se kromě stanovení shody určují i rozdíly charakteristik obou diod.

K vypracování návrhu zapojení elektronického přístroje, v našem případě vakuové diody, ve schématech pro sejmutí V-A charakteristik a pro usměrnění střídavého proudu žák opět může použít metodu analogie při srovnání s případem polovodičové diody, který už zná.

Ve výsledku použití metody analogie při provedení laboratorních prací na zkoumání polovodičové a vakuové diody jsou na obr. 1 uvedeny výsledky závěrů podle analogie, které musí udělat žák i pro vakuovou diodu. Na obr. 2 jsou pro srovnání dány výsledné poznatky žáka o polovodičové diodě, které on použil ve své práci při studiu vakuové diody za pomoci metody analogie. Tak je možno používat metodu analogie i při studiu jiných typů elektronických přístrojů – kapalinových i plynových. Jsou možné různé posloupnosti studia elektronických přístrojů za pomoci metody analogie. Jinou podstatnou možností použití metody analogie při studiu elektronických přístrojů je zkoumání daného strukturního elementu, např. I. Schéma stavby přístroje je pro různá prostředí ve jmenovité posloupnosti prostředí. Možné je i použití metody analogie pro všechny strukturní elementy při postupném studiu různých prostředí, ale opět podle (v práci /1/ uvedené) posloupnosti prostředí.

Závěrem poznamenejme, že použitím metody analogie v různých variantách školního fyzikálního experimentu dochází k rozvoji fyzikálního logického myšlení žáků a k rozvoji jejich tvůrčích možností, což napomáhá zlepšení jejich profesionální přípravy.

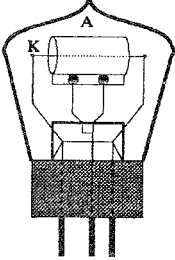
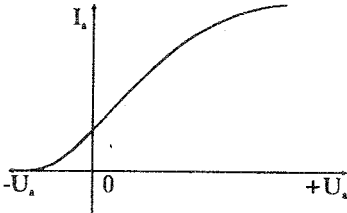
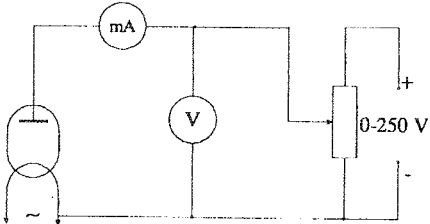
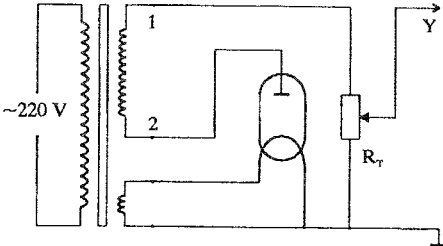
#### **Literatura:**

1. Dimitrova V., Kolčeva V.: Sborník referátů XXI národní konference o otázkách vyučování fyzice, Varna, 1983, 192 s.
2. Dimitrova V., Ivanova L.: In Fyzika, 1998, kn. 2, s. 15.
3. Dimotrova V., Ivanova L.: Sborník referátů XXVI národní konference o otázkách vyučování fyzice, Loveč, 1998.



4. Žerebcov I. P.: Základy elektroniky, Energoatomizdat, 1989.

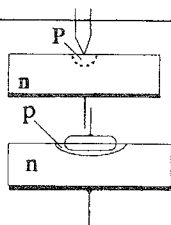
5. Kajackas A. A.: Základy radioelektroniky. M. Vysšaja škola 1988.

Strukturní elementy	Výsledky
<p>4. Schéma stavby přístroje (součástky)</p>	
<p>7. Voltampérová charakteristika přístroje přístroje (součástky)</p>	
<p>8. Schéma zapojení přístroje: a) Pro sejmutí V-A charakteristiky</p>	
<p>b) Pro studium usměrňování střídavého proudu</p>	

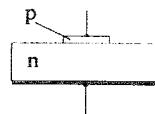
Obr. 1: Pro vakuovou diodu

Strukturní elementy	Výsledky
---------------------	----------

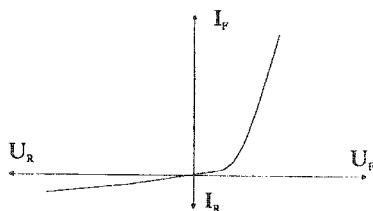
4. Schéma stavby přístroje (součástky)



pro bodovou diodu

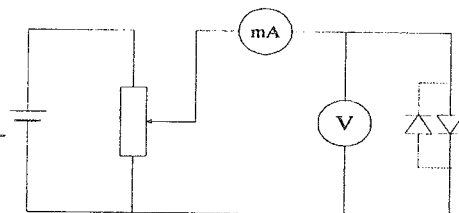


7. Voltampérová charakteristika přístroje (součástky)

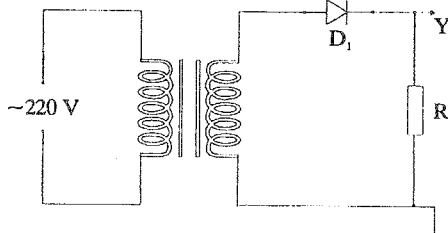


8. Schéma zapojení přístroje

a) Pro sejmutí V-A charakteristiky



b) Pro studium usměrňování střídavého proudu



Obr. 2: Pro polovodičovou diodu

## **Experimental methods used in teaching optical phenomena in 7 class**

*Vesselina Dimitrova, Sofia university, Bulgaria*

The experimental methods used in teaching optical phenomena in 7 class make for the evolution of logical thinking and cognitive abilities of schoolboys. From the point of view of the methodology these methods of cognition are the observation and experiment. They make for the evolution of power of observation of schoolboys. The observation is premeditated perception of phenomena or objects, in order to discover their properties and special features. The observation is active form of activity. It is necessary to choose the object for observation, to determine purpose and methods of observation. The experiment is method of investigation, based on the operate of object or investigated phenomenon by various factors. The observation and experiment as the methods of cognition are closely connected. The plan of experimental activity depends on specificity of investigated object or phenomenon.

The optical phenomena, what are studying in 7 class in accord with our programme of physics, are linear spreading of light, reflection and refraction of light and dispersion of light. The method of observation we use to obtain the first law of reflection, but to obtain the second law of reflection, we have to make experiment. After the measurements of the angles of incidence and reflection it is possibly to express the second law of reflection. To obtain the laws of refraction of light, we use two methods-observation and experiment-in the same way like in reflection of light.

If a beam of white light is passed through a prism, the white light is split up into a spectrum. This phenomenon is dispersion of light. The white light contains the range of colours: red, orange, yellow, green, blue, indigo and violet. The red end of the spectrum is refracted less than the violet end. The primary colours are red, green and blue, but there are matching colours too. About dispersion of light and colours it is possibly to make simple experiments and to use the observation as method.

When the schoolboys know how to use these methods in physics lessons, they are able to use the method of observation in other lessons in school – chemistry, biology even in lessons of fine art. For example, in the lessons of fine art, when they have to draw some object, they can use the method of observation in various ways. First of all, they can watch different plats of famous painters and with this method can discover optical phenomena, which the painter used in their plats.

For examples: linear spreading of light, light and shade, reflection of light we will find in plats of I. Shishkin {Stream by a forest slope, The Sands, Oak Grove, Clouds over a Grove}, in the plats of R. Kent {View from the fox island, Alaska winter, Mirrored mountain}. But in different way A. Kuindzhi used reflection of the sunlight and the moonlight in his plats: The night, The night in river Dnepr, Birch Grove. The famous painter of the Black Sea I. Aivazovski used these phenomena in his plats-Tchesme Battle, Feadosia-sunrise, Moonlight night. Light and shade, reflection and refraction of light used Leonardo da Vinci {Madonna with a flower}, A. Pereda {Still life}, Jacob R. {Swamp}

Different colours and optical phenomena used in their plates The Impressionists like Cloud Monet {Lady in the garden}, Sezann P. {Banks of the Marne}, Van Gogh {The bush, The Sunflowers}. The primary colours red and green are colours topic of Ma-tiss plats {Red room, Dans, Red fishes}. The series "The Cathedrals" of Cloud Monet are series plats delicate observation of famous painter. This is hymn of the light, what became drey walls of the Cathedral now blue, now red, now golden, because the day-light since sunrise to sunset continuously change the grew walls. The dispersion of light in Nature we can see in the plat of Rubens P. "View with rainbow".

Other way to use method of observation in lessons of drawing the schoolboys can themselves choose the object for drawing of different optical phenomena. The object can be plat of famous painter or view of nature, where there are various optical phenomena, what the schoolboys know from the physics lessons and can discover with the method of observation. In the end of this report we can see some different drawings of schoolboys from 7 class. They know how to use observation as a method in their work to draw different optical phenomena reflection, refraction and dispersion of light, light ad shade.

This is new way the schoolboys to show us their physics knowledges about optical phenomena and to tell us, that Physics is not only science for Nature, but Physics is science for Beauty of Nature too.



## Optický snímač polohy vozíku vzduchové dráhy

P. Žihlavý, A. Caletka, *Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy, Katedra didaktiky fyziky*

Jedním ze základních experimentů ve vyučování fyziky je demonstrace různých druhů pohybu na vzduchové dráze. Jelikož se zkoumané těleso – vozík pohybuje prakticky bez tření, lze nejen kvalitativně, ale i kvantitativně zjistit vliv uměle vytvořených sil (naklonění vzduchové dráhy, použití pružiny apod.) na pohyb tělesa. Určování polohy vozíku nesmí ovlivnit jeho pohyb a tedy v úvahu přicházejí pouze bezkontaktní metody. Standardně dodávané světelné závory umožňují pouze detekci výskytu vozíku v několika bodech vzduchové dráhy, použití stroboskopu, zrcátka a světélkujícího stínítka na vzduchové dráze je náročné na obsluhu a zpracování naměřených hodnot. Popisovaný snímač polohy řeší tyto nedostatky.

V soulase s předpokládaným účelem pomůcky byly zvoleny tyto požadavky na snímač polohy:

- stanovení polohy vozíku po celé délce vzduchové dráhy (150 cm) s přesností 1 cm (kompromis mezi přesností a cenou)
- snímač nesmí ovlivnit pohyb vozíku
- snímač musí správně určit polohu při rychlostech vozíku myslitelných při experimentu
- výstupní signál ze snímače úměrný poloze vozíku bude dále zpracován počítačem (s A/D převodníkem) nebo zapisovačem
- snímač nesmí vykazovat „hluchá“ místa
- použití dostupných součástek, jednoduchá výroba
- jednoduchá obsluha a kalibrace

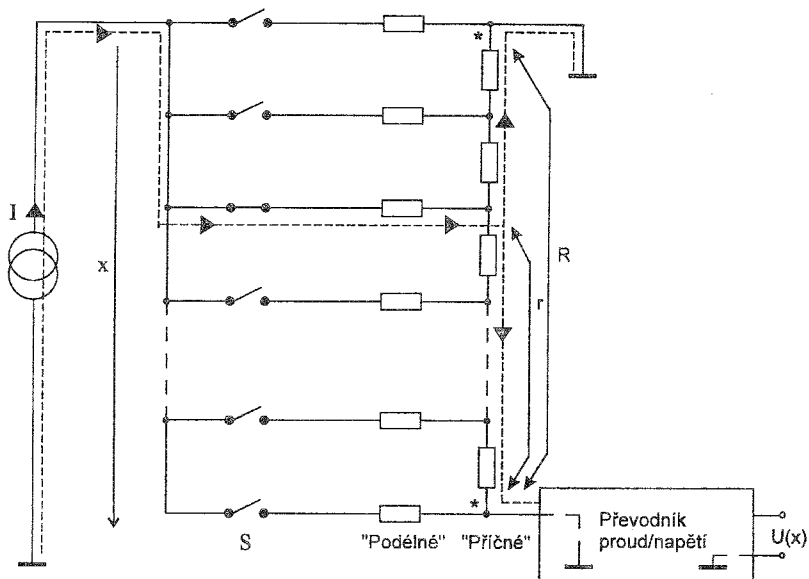
### Princip činnosti

Popisovaný snímač představuje řadu 150-ti světelných závor v kroku 1 cm, které postupně zakrývá plechová clonka uchycená na vozíčku. Clonka vždy zakrývá nejméně jednu světelnou závoru. Každou světelnou závoru tvoří LED dioda a fototranzistor s elektronickým spínačem (dvojice tranzistorů NMOS). Sepnutý spínač odpovídá zakrytému fototranzistoru.

Principiální schéma snímače ukazuje obr. 1. Ústřední částí zapojení je odporová síť, do které elektronické spínače ovládané fototranzistory spínají proud ze zdroje konstantního proudu. Uzly sítě označené hvězdičkou jsou buď přímo nebo přes převodník proud/napětí spojeny s nulovým potenciálem. Nazvěme odpory v sérii se spínači jako podélné a ostatní jako příčné. Všechny podélné odpory podobně jako všechny příčné odpory mají stejnou hodnotu. Předpokládejme, že podélný odpor je mnohokrát větší než součet všech příčných odporů, tedy při několika sepnutých spínačích se proud ze zdroje konstantního proudu rozdělí rovnoměrně mezi při-

slušné podélné odpory (v realizovaném zapojení je podélný odpor asi 100krát větší než součet příčných odporů).

Na začátek předpokládáme, že je zakrytý jenom jeden fototranzistor, a tedy že je seprnutý jenom jeden spínač. Příslušný podélný odpor přivede proud do určitého místa příčné části odporové sítě a tam se tento proud rozdělí k uzemněným koncům. Odpor příčné části mezi tímto místem a koncem, kde je připojen převodník proud/napětí, označme jako  $r$  a součet odporů příčné části označme jako  $R$  (viz obr. 1).



Obr. 1: Principiální schéma snímače

Potom odpor mezi zkoumaným místem a zemí (nulovým potenciálem) je daný paralelní kombinací  $r$  a  $R - r$ , tedy je rovný:

$$R_r = \frac{r \cdot (R - r)}{r + (R - r)} = \frac{r \cdot (R - r)}{R} \quad (1)$$

Proud  $I$  ze zdroje konstantního proudu vytvoří na tomto odporu mezi zkoumaným místem a zemí napětí:

$$U_r = I \cdot R_r = \frac{I \cdot r \cdot (R - r)}{R} \quad (2)$$

Z toho už jednoduše určíme proud tekoucí do převodníku proud/napětí:

$$I_{\text{vysl.}} = \frac{U_r}{r} = I - I \cdot \frac{r}{R} \quad (3)$$

Vidíme tedy, že výsledný proud (a i jemu odpovídající napětí z  $I/U$  převodníku) je lineárně závislý na poloze zakrytého fototranzistoru ( $I = \text{konst.}$ ,  $R = \text{konst.}$ ).

Podívejme se nyní na případ, kdy je zakryto více fototranzistorů, tedy když je na jednu sepnuto několik spínačů – nechť je jich  $n$ . Jak již bylo uvedeno, proud  $I$  se rovnoměrně rozdělí do větví mezi  $n$  podélných odporů. To, co jsme měli předtím označené jako  $r$  pro jednu větev, označme nyní pro příslušnou větev jako  $r_i$ , kde  $i$  je index větve ( $R_1 \dots R_n$ ). Příspěvek k výslednému proudu do převodníku  $I/U$  od  $i$ -té větve potom podle předchozího bude:

$$I_i = \frac{I}{n} - \frac{I}{n} \cdot \frac{r_i}{R} \quad (4)$$

Abychom získali celkový výsledný proud, můžeme podle věty o superpozici (známé z metod řešení lineárních obvodů s více zdroji) tyto příspěvky pro  $n$  větví sečítat:

$$I_{\text{vysl.}} = I - I \cdot \frac{(r_1 + r_2 + \dots + r_n)}{n \cdot R} \quad (5)$$

Odpory  $r_1, r_2, \dots, r_n$  vlastně lineárně reprezentují polohu zakrytých fototranzistorů (viz obr. 1), výsledný proud je tedy úměrný poloze těžiště jednorozměrného obrazce tvořeného zakrytými fototranzistory. Tato vlastnost dovoluje použít clonu delší, než je vzdálenost světelných závor. Tím se nejen odstraní tzv. „hluchá“ místa (místa, kde by vozík nebyl registrován), ale zároveň se při vzdálenosti závor 1 cm dosáhne rozlišení určení polohy 5 mm. Vztah (5) také dává odpověď na otázku, proč je v zapojení použitý proudový a ne napěťový zdroj, proud  $I$  by závisel na počtu zakrytých fototranzistorů a do výsledného měřeného proudu by se přimíchala ještě informace o počtu aktuálně zakrytých fototranzistorů.

### Technická realizace

Mechanický základ snímače tvoří mosazná tyč původně čtvercového průřezu s vyfrézovanou drážkou po celé její délce (takže její řez je tvaru  $U$ ) a vyvrtanými otvory pro LED diody a fototranzistory v rozteči 1 cm. Tato tyč je pomocí dvou nosníků uchycena k podstavcům zezadu vzduchové dráhy. K tyči jsou z boku upevněny desky s plošnými spoji nesoucí fototranzistory (vsunuté v otvorech tyče), elektronické spínače a odporovou síť a z druhé strany desky s plošnými spoji nesoucí svítivé diody a jejich napájení. Desky jsou umístěny tak, aby nepřekážely pohybu clonky upevněné na vozíku. Zbytek elektroniky, tj. zdroj konstantního proudu, převodník proud/napětí a pomocné obvody, jsou spolu se síťovým napájecím zdrojem umístěné v plastové skřínce propojené se snímačem vícežilovým kabelem.

Pro zdroj konstantního proudu jako i pro převodník proud/napětí byla použita standardní zapojení (viz [1], [2]) s operačními zesilovači MAC 156. Zapojení bylo realizováno na univerzální desce s plošnými spoji. Fototranzistor každé světelné závoří je opatřen zesilovacím a spínacím stupněm (dvojice tranzistorů NMOS – použita integrovaná tranzistorová pole MH 2009) tak, že při zakrytém fototranzistoru je spínač sepnutý a přivádí proud do odporové sítě. Svítivé diody LED jsou zapojeny sériovoparalelně v skupinách po 6 v sérii. Každá tato skupina je opatřena jednoduchým proudovým zdrojem, takže svit diod je nezávislý na malé změně napájecího

napětí. Napájecí zdroj je opět klasické konstrukce osazen třibodovými stabilizátory řady 78xx. Podrobný popis zapojení by svým obsahem i účelem přesahoval rámec tohoto článku, podrobnější informace lze získat u autorů.

### **Závěr**

Popisovaný snímač polohy vozíku vzduchové dráhy byl vyvinutý a realizovaný na Katedře didaktiky fyziky na Matematicko-fyzikální fakultě v Praze, kde je také používán při výuce. Pro konstrukci byla použita běžná součástková základna. Nejnáročnější a nejdražší součástí snímače je nosná mosazná tyč s drážkou a otvory pro LED diody a fototranzistory.

Použitý princip určení polohy zjišťující polohu těžiště jednorozměrného obrazce může být po malé změně zapojení použitý pro vyhodnocení polohy světelné stopy z měřících přístrojů se zrcátkem na torsním vlákně (osvětlených např. laserovým ukazovátkem) pomocí pole fototranzistorů. Takový přístroj byl jako předchůdce popisovaného snímače polohy vozíku realizován jako příslušenství ke gravitačním torsním vahám také na KDF MFF UK [3].

### **Literatura:**

1. Punčochář J.: „Operační zesilovače v elektronice“, BEN, Praha, (1998)
2. Šícha M., Tichý M.: „Elektronické zpracování signálu“, skriptum MFF UK Praha, (1989)
3. Žilavá M., Diplomová práce, MFF UK Praha, (1995)



## **Práce žáků Osmiletého Gymnázia Budánka**

*Z. Drozd, J. Villinger, J. Hypius, M. Pastor*

### **Sluneční hodiny**

*Villinger Jan*

Předvedl jsem troje sluneční hodiny. Za nejzajímavější považuji kapesní sluneční hodiny o rozměrech 5 x 10 x 2,5 cm. U těchto hodin dopadá sluneční světlo na „ciferník“ přes jejich hranu a čas ukazuje konec stínu. Druhé hodiny byly papírové (jednalo se o pokusný model). Ve stěně hodin je vyříznut tenký proužek, jímž dopadá úzký pruh světla na „ciferník“. Ten je tedy ve stínu a proužek světla ukazuje čas. Třetí sluneční hodiny byly klasického nástěnného typu.

Mé troje sluneční hodiny ukazují správně i v době letního času. Na každém ciferníku je dvojce číslování.

### **Jak funguje gramofon**

*Hypius Jan*

Asi před půl rokem jsem se pustil do konstrukce mechanického gramofonu. Sestrojil jsem jednoduchou „gramofonovou troubu“, kterou jsem opatřil „gramofonovou vložkou“. Trouba je vyrobena z tuhého papíru. Vložka je tvořena prstencem (kousek papírové trubky z vnitřku role toaletního papíru), na níž je nalepen „pauzák“ jako membrána. K membráně je přilepen špendlík – gramofonová jehla. Položí-li se podepřená trouba jehlou na gramofonovou desku, která se otáčí na starém gramofonu, přístroj hraje.

Když jsem svůj aparát poprvé zkoušel na jedné staré desce, létaly z ní špony, ale zvuk neměl chybu. Doporučuji tedy pro podobné pokusy desky, které můžete po poslechu vyhodit.

### **Zvuky ze skla**

*Pastor Milan*

Popisovaný pokus jsem převzal z jednoho televizního pořadu. Člověk, který jej předváděl, tvrdil, že něco podobného dokáže pouze několik lidí na světě. Proto jsem se rozhodl jejich řady rozšířit.

Potřebujeme několik skleniček na víno, do nichž nalijeme přiměřené množství vody. Dále si vezmeme na pomoc několik „spoluhračů“. Namočíme si prst do vody a kroužíme jím po okraji sklenice. Ozývá se hlasitý tón. Totéž dělají naši pomocníci se svými sklenicemi. Máme-li nástroje dobře sladěny, můžeme předvést docela zajímavou hudební produkci.

## Jak dál v experimentech podporovaných počítačem aneb Quo vadis, ISES

František Lustig

Příspěvek chce vyvolat úvahu, zamyšlení, kam směřuje technologie počítačem podporovaných experimentů.

Laboratorních systémů s počítačem je v současné době celá řada. Nejznámější a nejrozšířenější v České republice je zřejmě systém ISES, ze zahraničních školních systémů je to např. Leybold, Phywe, IP Coach, Newa, Philip Harris, Jeulin aj. Vedle těchto školních systémů jsou k dispozici *průmyslové* laboratorní systémy jako např. Lab View, či tuzemský Control Panel.

Úvodní myšlenku se pokusíme konkrétně přiblížit na systému ISES. Systém ISES tvoří variabilní sada čidel napojených na počítač. Jmenujme siloměr, teploměr, voltmetr, ampérmetr, fotometr, snímač polohy i v bezkontaktním provedení (sonar), tlakoměr, mikrofon, reproduktor, ohmetr, měřič kapacit, pH metr, konduktometr, snímáče srdečního tepu, EKG aj. Čidla se automaticky detekují, takže se uživatel nestará o rozsahy ani veličiny. Souprava umožňuje snímat současně 8 analogových vstupů a řídit 2 analogové výstupy. Universální program ISES je dosud nejčastěji provozován v DOS verzi. Je velice pohotový a intuitivní, takže se v něm okamžitě orientuje téměř každý začátečník. Umožňuje měření časových i XY závislostí, zobrazení v grafickém a digitálním módu, disponuje zpracováním jako je aproximace, derivace a integrace aj.

Nyní zpět k úvodní myšlence. Co je již všeobecně v povědomí o problematice počítačem podporovaných experimentů?

- známé je v současné době měření, snímání, resp. též jednoduché řízení experimentů podporovaných počítačem.
- rovněž často využívané je zpracování naměřených dat přímo ve *vlastním prostředí programu*
- ještě o krok dále je zpracování naměřených dat v *jiných programech* (modelování v programu Famulus, spolupráce s Excel, Quattro aj.).

Pokud někdo zvládá programy Lab View, resp. Control Panel, jistě uvítá

- nové možnosti *spolupráce hardware (ISES) s průmyslovými měřicími systémy*

S novou vlnou Windows vznikl nástupce – program ISES-WIN [1]. Nové základní myšlenky programu ISES-WIN podpoří úvodní myšlenku „jak dál“.

V hardwareové oblasti je novinkou

- *on-line zpracování právě měřených veličin*, které může navíc zpětně řídit prováděný experiment. Nově je zavedena možnost uživatelsky definovaného výstupního kanálu s možností využít nových, speciálních operátorů a funkcí. Pro účely jednoduchého řízení experimentu je implementována i podmíněná funkce IF. Program ISES-WIN poskytuje on-line numerický výpočet první a druhé derivace, vyhlazení signálu aj.

Zpracování přináší možnost současného porovnání více experimentů naměřených za odlišných podmínek a v jiném čase, dále možnost porovnání naměřených hodnot s teoretickou závislostí (fitování). Na vyšší úrovni je zpracování dat – volný a klouzavý odečet, odečet frekvence v libovolné hladině, zoom v ose  $x$  i  $y$  (i on-line), první, druhá derivace a primitivní funkce.

Program ISES-WIN plnohodnotně zapadá do systému Windows včetně současného spouštění více aplikací, přenášení informací mezi aplikacemi, využití OLE architektury aj.

Zde jsou implicitně skryty

– další multimediální, resp. hypertextové možnosti doplňkových informací vztahující se k počítačem podporovaným experimentům (měřicí program ISES může být doplněn OLE objekty s textem, grafikou, zvukem, videozáznamem)

Pro experimentátory, kteří rádi konzultují svá měření s kolegy, nechť si vyzkouší

– vzdálenou laboratoř na Internetu [2]. Takzvaná vzdálená laboratoř nám umožní získání originálních výsledků naměřených např. v Praze a jejich experimentální porovnání s měřením provedeným v Bratislavě. Měřicí program (ISES-WIN) je součástí hypertextového dokumentu např. v prostředí Netscape.

Zkusme v závěru odpovědět na otázku: „Jak dál v počítačem podporovaných experimentech?“. Nejvyspělejší z nás již okusili taje virtuálních měřících přístrojů, které by bylo lze jen těžko hardwareově zkonstruovat. Na Internetu již jenom nebrázdíme v bezbřehém oceánu, ale i měříme a zpracováváme výsledky. Kráčíme do tisíciletí s otevřeným distančním vzděláváním. Asi brzy se dočkáme distančního kursu experimentů podporovaných počítačem.

*Co dál? Snad jen Jules Verne by věděl co dál. A nebo, že by Bill Gates?*

#### **Literatura:**

1. Pácal, L., Lustig, F.: Školní experimentální systém ISES – příručka k programu ISES-WIN, Mentar + Učební pomůcky, PC-IN/OUT, Praha, 1996, 206 s.
2. Lustigová, Z., Zelenda, S.: URL – <http://vydra.karlov.mff.cuni.cz>

## **Pár věcí z tábora...**

*Leoš Dvořák, Irena Koudelková, Vít Gottwald, Antonín Krása, Jan Molič, Martin Švec a další*

Letní matematicko-fyzikální tábory pro středoškoláky pořádá MFF UK Praha již dlouhou řadu let; dnes je jich dokonce už více typů. Tábor, vedený prvními dvěma autory příspěvku, se v posledních několika letech výrazně rozvinul směrem, odpovídajícím tomuto sborníku. Kdysi zde první z autorů (L. D.) prezentoval témata jako relativistická fyzika, černé díry a kosmologie – což bylo atraktivní, ale nutně šlo jen o teoretický výklad. Pak přišly počítačové simulace, které dokázaly „rozhybat“ matematické vzorce, ale teorie stále převažovala. Nyní se snažíme propojit fyziku „na nebi i na zemi“, tedy nevynechat přitažlivá témata například z astronomie, ale současně přivést účastníky k tomu, aby si určitou partii fyziky řádně „osahali“ v jednoduchých experimentech, které jdou k podstatě věci a které sami realizují, často z běžných materiálů a pomůcek. Prostě, aby na řadu věcí (které už třeba i slyšeli, ale znají spíše formálně) přišli sami, „vlastníma rukama a hlavou“.

Praktická část odborného programu tábora vychází z heuristické formy výuky fyziky, kterou v rámci programu „Heureka“ vede na ZŠ Červený vrch v Praze druhá autorka tohoto příspěvku (I. K.). Na pokusy pak navazuje teorie, jdoucí až do úvodních vysokoškolských partií. Například letos byla hlavní nosnou tematikou elektřina a magnetismus a tak třeba na pokusy z elektrostatiky navazovalo názorné odvození a využití Gaussovy věty apod. Program doplněly přednášky dalších lektorů z MFF UK (např. o pravidelných tělesech, konstrukci mnohoúhelníků, některých partiích jaderné fyziky, biofyziky, matematické statistiky a dalších tématech – včetně zmíněné astronomie a relativity). Navíc paralelně probíhal tábor biologů vedený posluchači Přírodovědecké fakulty UK, takže zde byla příležitost vzájemně se poučit i mimo svůj hlavní obor. A samozřejmě byl bohatý mimooborný program, v jehož závěru účastníci po dlouhém a usilovném putování skutečně na hradě Týřov našli Svatý Grál, slibovaný v přihláškách na tábor.

V tomto příspěvku chceme stručně představit několik konstrukcí přístrojů a zařízení, které účastníci v průběhu tábora sestavili a na závěrečné „minikonferenci“ si navzájem předvedli. Ke konstrukci přístrojů nebyly dány žádné přesné návody ani pokyny, pouze inspirační seznam témat a samozřejmě možnost své nápady s kýmkoli konzultovat. Vytvořené přístroje nemají sloužit ke dlouhodobému používání, přesnějšímu měření apod.; cenné je právě to, že je účastníci sami tvoří, zkouší různé varianty a ověřují si přitom fyzikální principy, na nichž je konstrukce založena. I na hotových „výrobcích“ je ale jasné vidět podstatu jejich činnosti, někdy možná jasněji, než na drahých učebních pomůckách z dílen profesionálů.

Následující stručný popis několika přístrojů rozhodně nechce být návodem, ale spíše zdrojem inspirace a upozorněním na některé možnosti, jak i „v polních podmínkách“ zkonstruovat něco zajímavého.

### **Měřicí přístroj s otočnou cívkou (autoři Vít Gottwald a Lukáš Poul)**

Cívka navinutá na korkové zátce je podepřena špendlíkem; do nulové polohy ji vracejí spirálky z měděného drátu. (Měď pro tento účel není nejvhodnější, spirálky mají tendenci se trochu „vytahovat“, ale přesto lze přístroj rozumně ocejchovat.) Magnetické pole vytvářejí feritové magnety po stranách cívky. Lze použít prakticky libovolné magnety z různých přístrojů, motorů apod., čím silnější, tím lepší. Ručička ze špejle dělá z celého zařízení téměř demonstrační přístroj. Přístrojem této konstrukce lze jednoduše měřit proudy řádu desítek až stovek miliampér. K ocejchování v táborových podmínkách lze použít plochou baterii a pár vhodných odporů, v nouzi lze pro hrubé určení proudu vystačit i s baterií a žárovkou.

### **„Elektrárna“ (autoři Antonín Krása a Marek Lipovčan)**

V této konstrukci bylo využito jader a cívek ze školního fyzikálního kabinetu, další díly poskytla stavebnice Merkur. Magnety připevněné na osičce jsou opět feritové. Přestože dané uspořádání zdaleka není optimální, dává při rychlém otáčení napětí až kolem 60 V, což stačí i k rozsvícení doutnavky s nízkým zápalným napětím. Při pomalejším otáčení je na doutnavce vidět, jak se střídá polarita napětí. Tato „elektrárna“ sice nedodá do zátěže příliš velký proud, rozsvítit svítivou diodu však stačí.

### **Měřicí přístroj s pohyblivým magnetem (autoři Jan Molíř a Peter Mihók)**

Magnet na vahadle vyrobeném ze špejle je odpuzován dolní cívkou a přitahován horní cívkou, navinutou na papírové ruličce. Tak jako u ostatních přístrojů, není stupnice zcela lineární. Autoři tohoto přístroje si však dali největší práci s jeho kalibrací – při ověřování v rámci zmíněné „minikonference“ bylo porovnáním s digitálním měřicím přístrojem zjištěno, že odchylky nepřevyšují 10%.

### **Galvanometr (autor Martin Švec)**

Nejpropracovanější konstrukcí byl zrcátkový galvanometr. Malá cívečka navinutá na lehké balzové kostřičce je zavěšena na tenkých přívodních drátcích (jeden je napnut vzhůru, druhý dolů); v rovnovážné poloze je udržuje právě torzní moment přívodních vláken. Na cívečce je přilepeno zrcátko (v dané konstrukci to byl úlomek podložního sklíčka na preparáty do mikroskopu – zde bylo výhodou, že s námi byli biologové). Cívka je uzavřena v krabičce z balzy a sklíček, aby ji neovlivňovalo proudění okolního vzduchu. Zvnějšku jsou ke krabičce připevněny feritové magnety. Na zrcátko se svítí běžným laserovým ukazovátkem. Přestože šlo o první autorovu konstrukci tohoto druhu, dosáhla citlivost daného galvanometru řádu mikroampér, takže ji fakticky ani nebylo možno přesněji změřit běžnými digitálními měřicími přístroji, které jsme měli s sebou.

### **Motorček (autor Martin Svoboda)**

Zde vlastně nejde o konstrukci z letního tábora pro středoškoláky ve Skryjích, ale z podobného, byť kratšího tábora, pořádaného v květnu pro skupinu poslu-

chačů učitelství fyziky MFF UK v Malé Hrašticí (v ještě „polnějších“ podmínkách). Cívka je opět navinuta smaltovaným měděným drátem na korkové zátce, osička je ze špendlíků nebo jehel, ložiska ze zavíracích špendlíků. Komutátor je vytvořen vytvarováním dvou plíšků z ploché baterie, kartáčky z měděného lanka (z běžného kablíku po stáhnutí izolace). Pod cívkou opět feritový magnet; lze také přidržet ještě jeden shora. Na dvě ploché baterie se motorek točí radost pohledět.

### **Ještě jeden měřicí přístroj (autor Leoš Dvořák)**

Tentokrát jedna konstrukce, kterou se první z autorů tohoto příspěvku sám chlubil účastníkům. Opět měřicí přístroj s otočnou cívkou (deprézský), osička z jehel, ložiska ze zavíracích špendlíků (pro podobné konstrukce velice užitečný a značně univerzální materiál). Dole opět magnet. Přívody proudu k cívečce spirálkami stočenými z měděného drátu. (Původně se proud přiváděl prostě jehlami tvořícími osičku a kontaktem jehel se zavíracími špendlíky, o něž se opírají. To je výrazně výhodnější z hlediska citlivosti, ale vyžaduje to nové jehly a zavírací špendlíky. Když povrch po čase mírně zkoroduje, je kontakt bohužel nespolehlivý.) Na další zátce brčko od limonády jako ručička (je lehčí než špejle) a zvonkový drát jako protizávaží (lze jím ovlivňovat i citlivost). Citlivost přístroje (při asi 100 závitěch cívky a dostatečně silném magnetu) je řádově desítky miliampér na plnou výchylku. Celý systém je ovšem velmi málo tlumen, takže ručka se při měření výrazně kývá a jen pomalu ustaluje. Teoretik si zde jistě neodpustí výklad o problematice tlumených kmitů; v praxi se navíc ukázalo, že téměř optimální tlumení (téměř aperiodický případ) lze dosáhnout velice „táborovým“ způsobem: ouško jehly tvořící osičku zastrčíme do kousku marmelády od snídaně... (O reologických vlastnostech látek a jejich využití se tak přesvědčíme velmi názorně.)

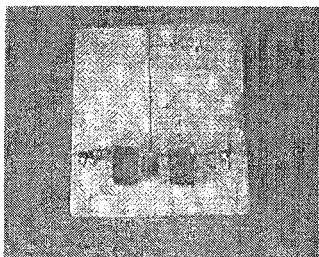
### **LED v lese (více autorů, postupně rozvíjená konstrukce)**

Poslední námět už vlastně není přístroj, ale pomůcka pro noční hry typu „labyrint“ apod., kdy na určených místech je třeba odpovídat na zadané otázky a podle odpovědi běžet na některou z dalších kontrol. Minimálně přečíst papír s otázkou a odpověďmi vyžaduje nějaký zdroj světla i pro ty, kdo v nočním lese vidí jako kočka. Pro normální jedince se zdroj světla hodí i jindy. Běžná baterka je jako „běžný prací prášek“ – poslouží, ale není to ono. Zejména módní baterky s „kryptonovou“ žárovkou vyčerpají energii svých monočlánků až neuvěřitelně rychle (aby ne, když mají odběr kolem 3/4 A). Vynikajícím řešením se ukázala svítivá dioda (LED) umístěná buď na páse na čele nebo, v případě obrylených jedinců, z boku na brýlích. Při spotřebě pouhých 20–50 mA osvětlí v nočním lese cestu cca na dva metry a číst se při ní dá zcela pohodlně. Tenký kablík, plochá baterie v kapse, srážecí odpor o velikosti několika desítek  $\Omega$  a případně vypínač celou konstrukci doplňují. Praktická zkušenost ovšem ukázala, že není vhodné používat červenou svítivou diodu. Rozhodně ne v případě, kdy jsou části nápisů psány červeným fixem – ty jsou pak totiž spolehlivě nečitelné. Nejlepší výsledky dává tzv. „vysokosvítivá“ LED, kterou lze koupit v ceně necelých 20 korun, tedy levněji, než plochou baterii. Techničtější založení jedinci mohou srážecí odpor doplnit malým drátovým potenciometrem zapojeným jako reostat a

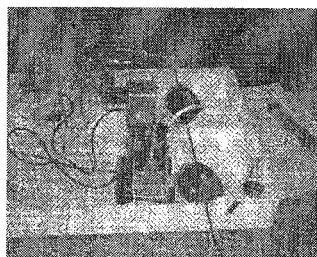
regulovat tak intenzitu svého svitu. Vynalézavosti se ani v lese meze nekla-  
dou.

Tolik tedy několik nápadů z letního tábora. Tím základním nápadem je ovšem ne-  
chat účastníky (studenty, žáky) dělat co nejvíc věcí samostatně, aktivně, prostě, jak  
už bylo řečeno – vlastníma rukama a hlavou.

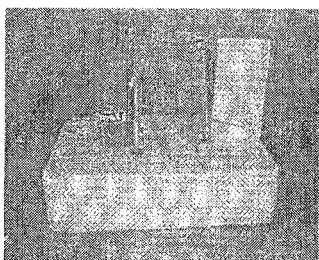
Pokud byste měli chuť poslat své žáky a studenty (už od posledních ročníků ZŠ až  
po konec SŠ) na tábor, kde se tohle dělá, rádi uvítáme další zájemce – v příštím roce,  
i v těch následujících. Pro přihlášku a další informace stačí napsat na adresu Irena  
Koudelková, Súdánská 598, 16000 Praha 6 nebo Leoš Dvořák, KDF MFF UK, Ke  
Karlovu 3, 12116 Praha 2, případně elektronickou poštou na adresu  
[dvorakl@otokar.troja.mff.cuni.cz](mailto:dvorakl@otokar.troja.mff.cuni.cz).



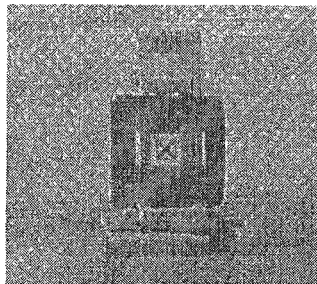
Obr. 1: Měřicí přístroj s otočnou cívkoou



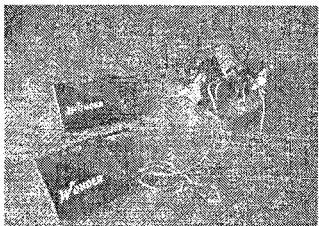
Obr. 2: „Elektrárna“



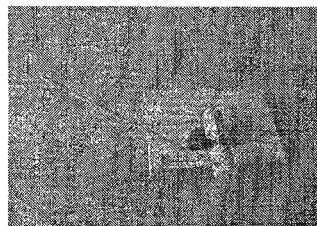
Obr. 3: Měřicí přístroj s pohyblivým magnetem



Obr. 4: Galvanometr



Obr. 5: Motorek



Obr. 6: Ještě jeden měřicí přístroj

## Patří housle do fyziky?

Ilona Bláhová, MFF UK Praha

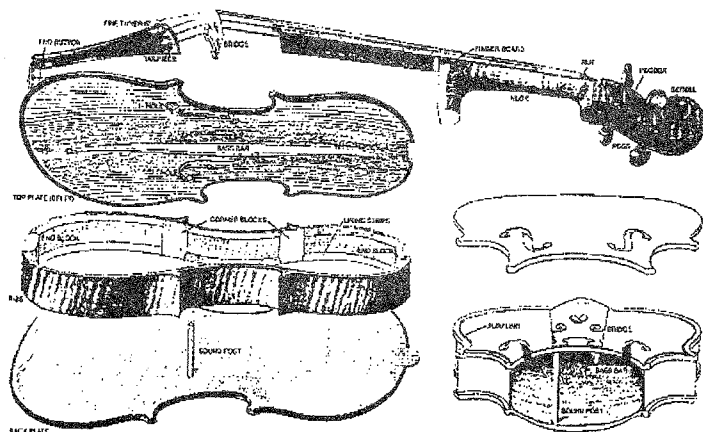
### 1.1 ÚVOD

Mnoho milovníků hudby si již dlouhá desetiletí kladě otázku, jak se vlastně objektivně liší dobré housle od špatných. Mistři houslaři dlouhá léta hledali „zaručeně nejlepší“ postup pro výrobu houslí, který také přísně střežili. Ani fyzici nezaháleli a snažili se ona „tajemství výroby houslí“ odhalit.

Problém, který byl zvolen pro mou disertační práci, se týká akustické odezvy houslí na silový skok. (V tomto případě se jedná o brnknutí. Síla působící na strunu se mění skokem z maximální hodnoty na nulovou hodnotu). Tato metoda by mohla být jedním ze způsobů, který umožní zmapovat zkoumané housle v oblasti časové i frekvenční, popřípadě umožní porovnávat nástroje různé kvality podle vhodné zvolených kritérií.

### 1.2 HISTORIE

Do šestnáctého století je možno datovat vývoj hudebních nástrojů, jež byly přímými předchůdci dnešních smyčcových hudebních nástrojů. Z nich se později začínají vyvíjet dnešní housle. Mezi nejznámější patří nástroje, které vyrobil Antonio Stradivarius (1644–1737) či Giuseppe Guarneri del Gesù (1698–1744).



Obr.1: Stradivarius – náčrty houslí.

Ovšem tyto vynikající nástroje by byly k ničemu, pokud by neexistovali vynikající skladatelé a profesionální hráči. Mezi nejvýznamější skladatele, jejichž hudba mohla poprvé rozezvučet ony skvostné nástroje, patřili například Johann Sebastian Bach



(1685–1750), George Frederic Händel (1685–1759) či George Philippe Telemar (1681–1767).

K prvním fyzikům, jež počali jevit o housle zájem, patřil Felix Savart (1791–1841). Jeho spolupracovníkem byl v té době známý pařížský houslař Jean Baptista Vuillaume (1798–1875). Tento houslař byl také jedním z těch, kteří začali vyrábět modernější housle, které se například vyznačovaly delším krkem. Savart se zabýval chvěním volných desek houslí a zkoumal i desky některých starých nástrojů. Podle Savartova návrhu byly také vyrobeny speciální „housle“ sloužící k experimentům, jejichž všechny povrchy byly rovné.

Mezi další fyziky v historii výzkumu houslí patří Ernst F. F. Chladni. Jako houslista-amatér navrhl a vyrobil několik hudebních nástrojů. Chladniho obrazce mohou být vodítkem pro určování rezonančních frekvencí. Na daném zkoumaném předmětu (desce, tyči, napjaté bláně) se při rezonančních frekvencích vytváří typické Chladniho obrazce.

Z trochu jiného pohledu zkoumal zvuk Hermann von Helmholtz (1821–189). Jeho kniha „Sensations of Tone“ patří mezi první díla řešící otázku vnímání zvuku. Mezi velmi známé patří jeho otevřené rezonátory, sloužící nejen k určování výšky daného tónu, ale i jeho vyšších harmonických. Teoretické základy akustiky upevnila práce lorda Rayleigha (1842–1919), v níž rozebírá například chvění membrán, desek a tyčí.

## 2. Metody výzkumu houslí

Mistr houslař není pouhý estét, jež si dlouhé měsíce pohrává se dřevem, kterému uděluje onen typický tvar. Je to také ten, který dokáže pro výrobu vybrat vhodný materiál. V ideálním případě si houslař vybere i strom, který má být pokácen, nechá dřevo asi padasát let zrát a pak se může směle pustit do práce. Jednotlivé části houslí jsou vyrobeny z různých druhů dřeva.

Krásný tvar houslí je poměrně přesně geometricky definován. Různí houslaři zdědili ta „zaručeně pravá tajemství“ výroby mistrovských houslí. Některá z těchto tajemství již byla odhalena. Například je velice důležité, aby přední i zadní deska byly naladěny ještě před sklížením houslí. Tón, který deska vydává při poklepu, rozhodně není náhodný. Za povšimnutí stojí například i sklon použitého dřeva. Dřevo totiž jako anizotropní materiál má různou rychlost šíření zvuku ve směru růstu a kolmo na směr růstu.

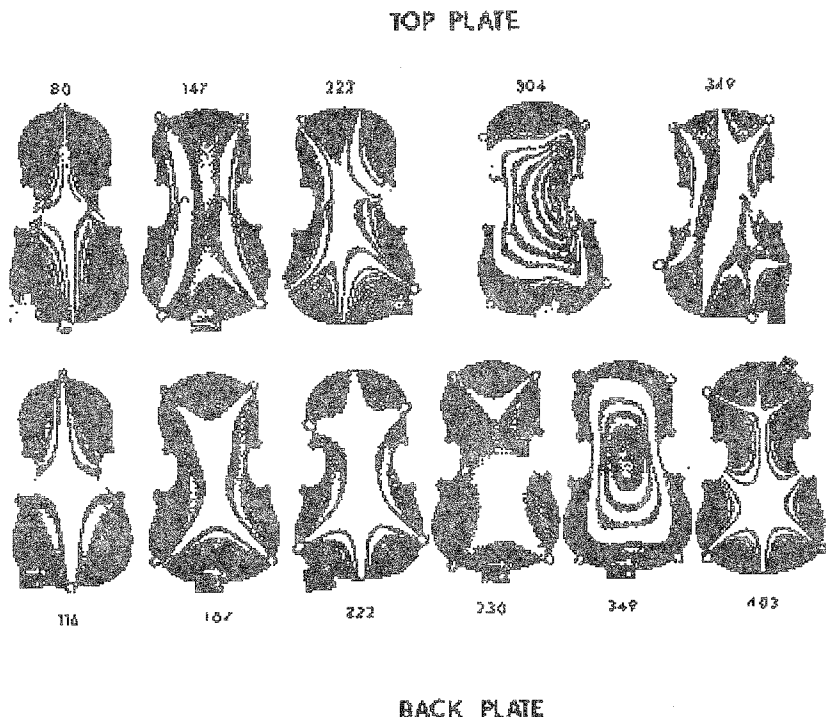
Velmi důležitou částí houslí je kobylka. Tento malý, umělecky působící kousek dřeva, zprostředkovává přenos akustické energie mezi strunami a korpusem. Tvarem a postavením kobylky se zabývalo mnoho vědeckých prací.

Houslař pozná dobré housle poklepem. Jeho soud o daných houslích je subjektivním soudem znalce. Mnoho hudebních akustiků se pokouší nalézt kritéria, která by byla základem pro obdobný objektivní soud vypovídající o kvalitě daného nástroje.

Byla porovnávána frekvenční spektra odezvy sady nástrojů různé kvality [Dünvald 1983]. Byly stanoveny nové parametry, které s jistotou pravděpodobností oddělí nástroje mistrovské od nástrojů průměrných.

Velmi populární je využití holografie pro výzkum vlastních frekvencí [Rossing]. Při rezonanci jednotlivých částí houslí dochází na deskách houslí k vytvoření zcela nezaměnitelných interferenčních obrazců. Stavbou houslí je dáno, že rezonanční maximum určitého prvku spoluvytvářejícího housle se bude nacházet ve stanoveném frekvenčním rozmezí.

Jednou z metod využívaných v mnoha oblastech akustiky je metoda impulsního buzení akustické soustavy. V ideálním případě je soustava buzena skokovou funkcí. Z výstupního signálu je možné poměrně jednoduchým způsobem stanovit akustickou odezvu. V reálném případě je nutné uvážit, jakým způsobem ovlivní nepřesnost budícího skoku výsledek měření a zdali je i v tomto případě možné vyvodit závěr, jenž má určitou výpovědní hodnotu.



*Obr. 2: Módy vrchní a spodní desky houslí*

### 3. Vlastní experiment

Pro experimenty byly použity housle vyrobené Dr. Hoňkem. Tyto housle byly upevněny na dvou podpěrách a otočeny strunami dolů a rozeznívány silovým skokem. Silový skok byl technicky realizován odpojením závaží, které bylo zavěšeno na

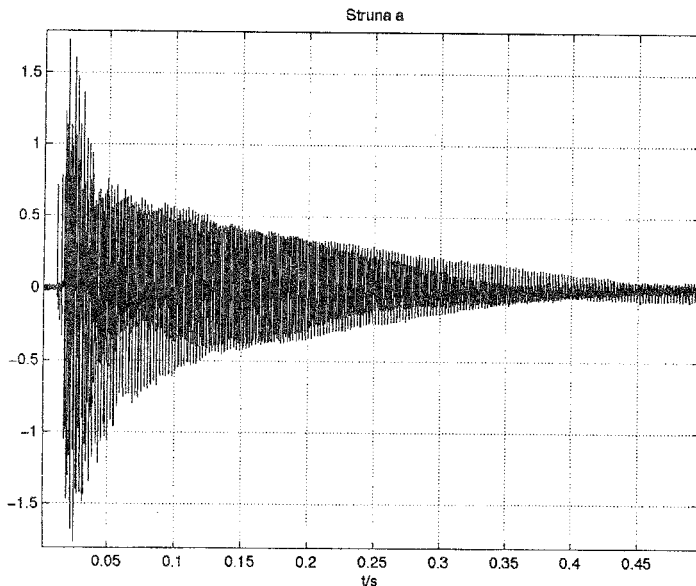
struně oproti konci hmatníku. Síla působící na strunu se tedy skokově mění z hodnoty maximální na nulovou hodnotu. Na zadní desce houslí oproti kobylce bylo umístěno snímací zařízení. Pro provedená měření byl použit akcelerometr typu 4374 od firmy Brüel & Kjær, který má hmotnost 0,65 g a citlivost 0,153 mV/ms. K zesílení signálu byl použit zesilovač typu 2635. Signál byl zaznamenáván měřicí kartou ADSP2115. Bylo zaznamenáno 200 000 vzorků vzorkovacím časem 17  $\mu$ s.

Byla provedena měření s houslemi naladěnými na 440 Hz a 435 Hz. Byla též zkoumána závislost snímaného signálu na změně polohy snímače. Byla zaznamenána odezva jednotlivých strun při zatlumení strun zbývajících. Bylo započato zpracování zaznamenaných dat v systému MATLAB.

Jednotlivá měření budou postupně zpracovávána a vyhodnocována. Výsledky těchto měření budou základem pro možnou úpravu metody dalších plánovaných měření.

#### 4. Závěr

Měření podobného typu se dají provést například s pomocí školního měřicího systému ISES. Místo akceleračního snímače se dá samozřejmě využít mikrofon. Až bude systém ISES obohacen o akcelerometr, bude možnost provádět například obě měření současně a porovnávat. Nemí samozřejmě také nutné věnovat se pouze problematice houslí, neboť záznam zvuku jakéhokoli hudebního nástroje poskytuje graf, který je zajímavý nejen z fyzikálního, ale také z estetického hlediska.

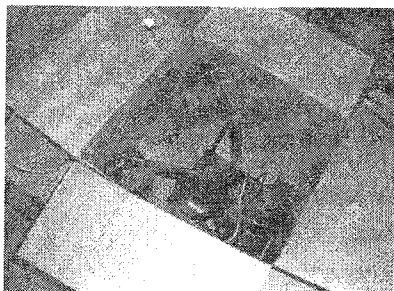


*Obr. 3: Časový průběh brnknutí.*

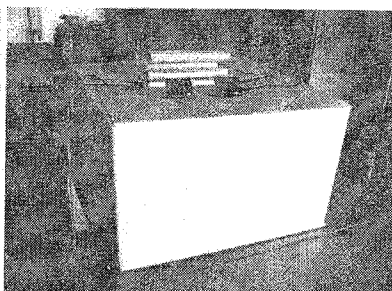
## Tepelné čerpadlo

*PaedDr. Jan Kuchař*

Pomůcka vznikla jako součást diplomové práce posluchače Jaroslava Faity. Potřeba této pomůcky vycházela z nutnosti demonstrovat funkci tepelného stroje, a jako nejvhodnější se jevil obrácený Rankinův cyklus realizovaný právě v kompresorové chladničce. Další předností tohoto řešení byla možnost určité kvantifikace platnosti zákona zachování energie u tepelných strojů. Zařízení bylo zhotoveno z poškozeného soustrojí ledničky úpravou kondenzátoru a výparníku tak, aby mohl být každý ponořen do kelblíku s vodou.



Obr. 1



Obr. 2

Demonstrace klasicky probíhá tak, že se průběžně měří změny teploty vody v kelblících, dále je možno měřit elektrickou energii pro kompresor buď elektroměrem (samozřejmě při delším běhu zařízení, protože přesnost odečtu s rozlišením 0,01 kWh na stupnici je malá) nebo výpočtem s pomocí naměřeného proudu. Porovnání změn vnitřní energie vody v kelblících s přivedenou elektrickou energií dává hrubou představu o tom, co se s energií ve stroji děje. Přesnější výsledky nejsou možné pro tepelné ztráty kelblíků i kompresoru (v diplomové práci některé korekce těchto ztrát byly zahrnuty do výpočtů).

Nyní ukážeme s tímto zařízením poněkud jiný pokus, který by měl názorně odpovědět na otázku, jak se bude měnit teplota v uzavřené tepelně izolované místnosti, když v ní poběží chladnička s otevřenými dvířky.

Za tím účelem uzavřeme zařízení do vhodně velké lepenkové krabice (obr. 1) a umístíme dovnitř dvě čidla teploměrů (jedno na dno a druhé pod víko, abychom eliminovali chyby, které vyplývají z nevhodného umístění jediného čidla). Pro lepší utěsnění otvoru ve víku krabice je zatížíme např. knihami (obr. 2).

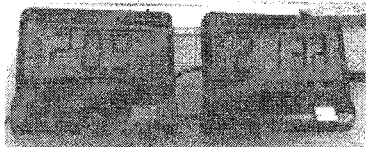
Další snímky pak ukazují teploty obou čidel v průběhu pokusu (lepší představu o změnách obou teplot získáme napojením např. na ISES, který zobrazí graf závislosti obou teplot na čase).

Třetí obrázek ukazuje počáteční teploty v krabici.

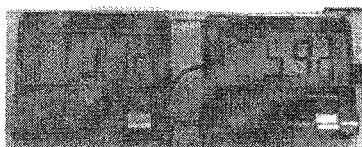
Čtvrtý obrázek ukazuje po 17 minutách běhu dosažení nejnižší teploty v místě čidla na dně krabice.

Pátý obrázek ukazuje teploty po 30 minutách a šestý po 36 minutách běhu chladicího zařízení.

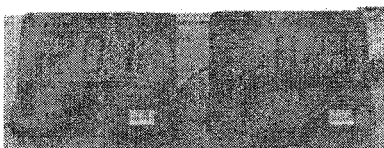
Ačkoliv zpočátku není z údajů obou čidel zřejmé, zda celková teplota v krabici klesá nebo vzrůstá, asi po 17 minutách je vidět, že pokles teploty u čidla na dně krabice se zastavil a následuje jen její vzrůstání. Energie ze zásuvky se po delší době u této tepelně izolované soustavy jednoznačně projevila zvyšováním celkové teploty, což je v souladu se zákonem zachování energie.



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6

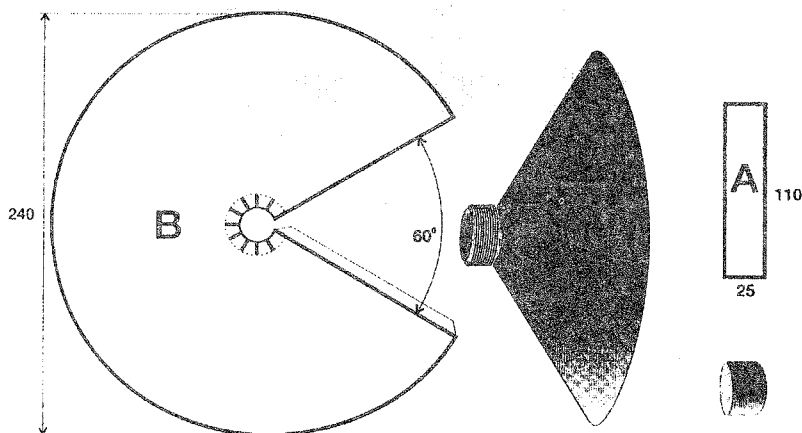
## Jednoduchý reproduktor

Milan Rojko, Matematicko-fyzikální fakulta UK Praha

Petr Vomastek, Gymnázium Budánka Praha

Při výkladu působení magnetického pole na vodič s proudem jsme při hodině fyziky na gymnáziu Menza (Budánka) rozebrali nefunkční reproduktor a na jeho částech ukazovali princip jeho činnosti. Při této prohlídce se objevila otázka, zda by bylo možné funkční reproduktor vyrobit pomocí běžně dostupných materiálů. Student Petr Vomastek se tohoto úkolu ujal a na příští hodinu přinesl svůj výrobek. Cívečku reproduktoru ale navinul z drátku o velkém průměru, a tedy s velkou hmotností, a tak se první prototyp ukázal jako nefunkční, i když jsme jako magnet použili silný elektromagnet. Petr se ale nevzdal a na další hodinu se reproduktor rozezněl i když magnetické pole vytvářel jen sloupek feritových magnetů. Stručný návod, který autor reproduktoru připravil, nyní uvádíme:

Z měkkého papíru jsem vystříhl plášť B o rozměrech a tvaru, který je patrný z obrázku. Plášť jsem slepil do tvaru mělkého kornoutu, u středu s nastříhaným límcem, připraveným k vlepení papírové trubičky s navinutou cívečkou.



Trubičku o průměru asi o 2 mm větším než jsou průměry feritů, které jsem k vytváření magnetického pole používal, jsem stočil z obdélníku A. Jako materiál se mi osvědčil lepidlo, na jehož povrchu natočené závity smaltovaného drátku neklouzaly. Na tuto trubičku navlečenou na váleček přiměřeného průměru (tlustá fixka) jsem z měděného smaltovaného drátku o průměru 0,2 mm namotal těsně vedle sebe ve dvou vrstvách asi 40 závitů, které jsem zajistil lepidlem. Konce drátku cívky jsem nechal asi 20 cm dlouhé. Nakonec jsem trubičku zakončil jedním papírovým dnem.

Trubičku s cívečkou jsem potom vlepil ke kornoutu membrány a membránu na okraji přichytil k okraji plastové misky od Ramy, které jsem předtím odstříhl dno. Konce drátku cívečky jsem protáhnul dvěma protilehlými dírkami v membráně těsně u cívky, na drátku udělal několik závitů, aby byla cívka pohyblivá, a konce zbažené smaltu připevnil k misce.

Sloupeček z feritových magnetů jsem přilepil na překližkovou desku – ozvučnici, a na něj navlékl cívečku s reproduktorem. Vše jsem připevnil páskou izolepy tak, aby cívečka byla na magnetech volně pohyblivá a neseděla na nich celou svou váhou.

Reproduktor se zřetelně rozezvučel, jakmile jsem ho připojil k signálnímu generátoru a obstojně hrál i po připojení k reproduktorovému výstupu rozhlasového přijímače. Musím ale varovat experimentátory před tím, aby si vychutnávali svůj úspěch tímto způsobem déle než několik sekund. Ohmický odpor cívečky je menší než  $1\ \Omega$ , a tak hrozí poškození koncového stupně přijímače.

Popsané parametry „samodomo“ reproduktoru jistě není nutné striktně dodržet, a tak možná se svým výrobkem docílíte ještě lepší zvuk, než se ozval mně. Přeji Vám mnoho zdarů.

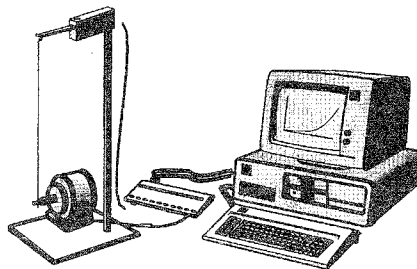
## Studium deformace se systémem ISES

Milan Rojko, katedra didaktiky fyziky MFF UK Praha

Jiří Čáp, ZŠ Tomáše Šobra, Písek

### Křivky zpevnění

Příklady typických průběhů deformačních křivek při plastické i elastické deformaci různých materiálů se uvádějí téměř ve všech středoškolských učebnicích fyziky. Chceme-li ale opravdu přenést výuku fyziky z čistě poznátkové do operační polohy, uvítáme jistě všichni možnost nepředkládat svým studentům hotové schematizované křivky zpevnění, ale využijeme možnost tyto závislosti na vhodně zvolených materiálech skutečně proměřit a pohodlně vyhodnotit pomocí výpočetní techniky. V další části tohoto příspěvku ukážeme, jak lze k tomu využít systémy ISES a FAMULUS.



Obr. 1

Na prvním obrázku je schematicky zakresleno zařízení, kterým jsme měřili a registrovali chování gumového a silonového vlákna při napínání konstantní deformační rychlostí a proměřovali relaxaci cínové pájky.

Použitým siloměrem byl příslušný modul školního experimentálního systému ISES [1]. Měření síly tímto modulem je založeno na optickém snímání deformace ocelového nosníku, na kterém je jeden konec vzorku připevněn. Rovnoměrné prodloužování vlákna se děje navíjením konce vzorku na prodlouženou hřídel krokového elektromotoru na opačném konci zařízení.

Vzhledem k tomu, že siloměr je výrobcem kalibrován jen pro jednu polohu působící síly a v našem případě bylo třeba zvětšit rozsah siloměru jeho přemístěním, museli jsme nejdříve získat tzv. kalibrační křivku, tj. závislost síla–údaj siloměru (Obr. 2).

Použitý pryžový vzorek měl počáteční délku  $L_0 = 0,18 \text{ m}$ , průměr  $\rho_0 = 1 \text{ mm}$  a byl natahován při teplotě  $25^\circ\text{C}$  rychlostí (absolutní rychlost deformace)  $0,0157 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  danou periodou otáček motoru ( $T_0 = 10 \text{ s}$ ) a průměrem navíjecí osičky ( $d_0 = 50 \text{ mm}$ ). K časovým souřadnicím nebylo pak obtížné přiřadit odpovídající relativní prodloužení  $\varepsilon$  vzorku. S tahovým napětím  $\sigma$  však není závislost tak jednoduchá, neboť při natahování pryžového vlákna se jeho tloušťka a s ní i plošný obsah průřezu, stále víc a víc zmenšuje.



Při přepočtu jsme vyšli z předpokladu, že se v průběhu celé deformace podstatně nemění objem vzorku. Každé uspořádané dvojici ( $i, F$ ) můžeme tedy přiřadit dvojici ( $\varepsilon, \sigma$ ) užitím vztahů

$$\varepsilon = i \cdot \frac{\pi \cdot d_0}{f_v \cdot T_0 \cdot L_0} \quad (1)$$

$$\sigma = F \cdot \frac{L}{S_0 \cdot L_0} \quad (2)$$

kde  $i$  .... pořadové číslo měřené hodnoty síly  $d_0$  .... průměr tažné osičky  
 $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$  .... relativní prodloužení  $L_0$  .... počáteční délka vzorku  
 $f_v$  .... vzorkovací frekvence  $\sigma$  .... tahové napětí na vzorku  
 $T_0$  .... perioda otáček motorku  $F$  .... tahová síla  
 $S_0$  .... počáteční plošný obsah průřezu vzorku

Veličiny jsou vesměs v jednotkách SI.

Přepočet ISESem naměřených a zaznamenaných dvojic ( $i, F$ ) na křivky zpevnění ( $\varepsilon, \sigma$ ) můžeme provést buď pomocí počtu vybraných bodů kalkulátorem, nebo s použitím jednoduchého programu v systému Famulus (viz model).

V technické praxi u materiálů, které jsou mnohem méně elastické než pryž, se často tahové napětí přepočítává v celém průběhu na původní průřez  $S_0$ , jako by se průměr vzorku při deformaci neměnil. Takto získané hodnoty  $\sigma_s$  (označované jako smluvní napětí) jsou ovšem menší, než vychází podle vztahu (2). Průběhy registrační křivky, skutečného a smluvního tahového napětí pro zkoumané pryžové vlákno jsou na obrázcích 3, 4 a 5.

Závislost  $\sigma(\varepsilon)$ , kterou jsme pro pryžové vlákno zjistili, má až k bodu ( $\varepsilon_u = 1,8$ ,  $\sigma_u = 4,5 \cdot 10^6$  Pa) (mez úměrnosti) lineární průběh (Obr. 3.), tahové napětí  $\sigma$  je přímo úměrné relativnímu prodloužení  $\varepsilon$ :

$$\sigma = 2,5 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot \varepsilon \quad (3)$$

Při výuce je vhodné teprve na tomto místě studentům sdělit, že se závislost ve tvaru (3) jmenuje po svém objeviteli Hookův zákon a že materiálovou konstantu v ní vystupující ( $2,5 \cdot 10^6$  Pa) označujeme  $E$  a nazýváme modul pružnosti v tahu zkoumané pryže nebo také Youngův modul pružnosti. Ve zkoumaném případě končí platnost Hookova zákona, dosáhne-li vlákno přibližně 280 % původní délky.

Na obrázcích 6 a 7 je pro zajímavost ukázán **zpevňující** vliv teploty.

Na obrázku 8 je registrační křivka zkoušky, při níž bylo vlákno nejdříve napínáno a po dosažení prodloužení asi 410 % opět uvolňováno opačnou rychlostí. Křivka na obrázku 9 popisuje příslušný průběh napětí. Z grafu je zřejmé, že křivka kontrakce je od křivky dilatace podstatně odlišná, vykazuje hysterezi.

Pro srovnání hodnot meze úměrnosti  $\sigma_u$ , meze pevnosti  $\sigma_p$ , Youngova modulu  $E$  při deformaci pryže a silonu jsou na dalších grafech (Obr. 10–13) uvedeny i některé výsledky, které byly stejným postupem získány se silonovým vláknem.

### Napětíová relaxace cínové pájky

Dalším zajímavým námětem je pozorování chování vzorků při přerušení deformace. Na obrázku 14 je zachycen průběh experimentu, kdy byl zpočátku cínový drátek plasticky deformován a po dosažení určitého napětí byla deformace zastavena. Dále jsme sledovali jen průběh napětí s časem (Obr. 15). Ukážeme, jak v tomto případě můžeme pohodlně hledat funkci  $\Delta\sigma(t)$  popisující závislost úbytku napětí  $\Delta\sigma_u$  na čase.

Funkci  $\Delta\sigma(t)$  můžeme zobrazit opět pomocí FAMULa v semilogaritmických souřadnicích, tj. nahradit funkcí  $\Delta\sigma(\ln t)$ . Obr. 16 ukazuje, že průběh je pro větší  $t$  přibližně lineární, že ale pro dosažení linearit i v počáteční části je zřejmě potřeba zvětšit hodnoty času o konstantu. Dalším pokusem tedy bude funkce  $\Delta\sigma[\ln(t+t_0)]$ , kde konstantu  $t_0$  budeme nastavovat tak, aby i počáteční část grafu sledovala stejný lineární průběh jako část koncová. Toto hledání ilustrují tři grafy na obrázku 8.

Konfrontace experimentem zjištěného průběhu  $\Delta\sigma_{\text{EXPERIMENT}}$  na čase a nalezené funkce  $\Delta\sigma(t)$

$$\Delta\sigma = s \cdot \ln\left(1 + \frac{t}{t_0}\right) \quad (4)$$

ukazuje, že jsme dosáhli přijatelného souhlasu (Obr. 17).

Závěrem považujeme za nutné zdůraznit, že hlavním cílem tohoto příspěvku nebylo samozřejmě předkládání výsledků popisovaných měření, ale ukázka možností, jak lze do zájmové výuky na střední škole zařadit díky ISESu a FAMULu bez nepřiměřené časové náročnosti měrný experiment. Lze tak posílit všemi žádanou prezentaci fyzikálních metod práce s účelným využitím výpočetní techniky, kterou dokázali zvládnout pro daný účel i takoví počítačová laici, jakými jsou autoři tohoto příspěvku.

### Literatura:

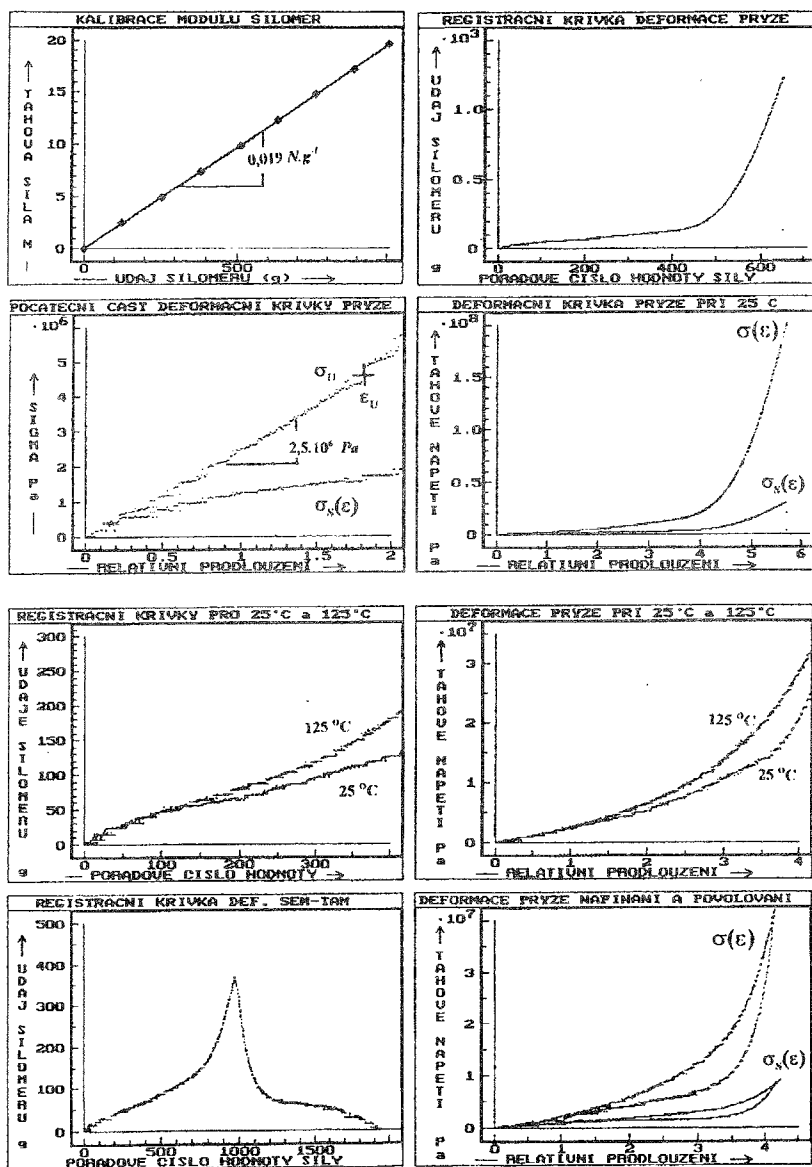
1. Lustig, F., Lustigová, Z., Vlášek, P.: ISES, příručka k soupravě Školní experimentální systém, Praha, 1992.
2. Dvořák, L., et al.: FAMULUS 3.5 (příručka uživatele), Praha, Comp.Equipment, Famulus Etc. 1992.
3. Svoboda, E.: Vyučovací metody ve fyzice. Sborník semináře s mezinár. účastí Praha, MFF UK, 1987, s. 8.
4. Kratochvíl, P., Lukáč, P., Sprušil, B.: Úvod do fyziky kovů, Praha, SNTL, 1984.
5. Rogers, C.: The Effective Teacher, Pavic Publications, 1983.

## MODEL I Deformační zkouška pryžového vlákna

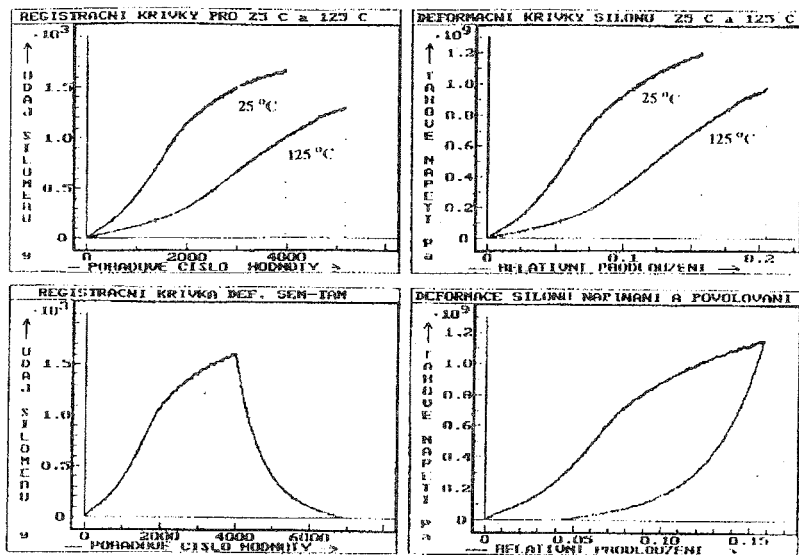
ZKOGUMAO.FM

```
=====
deformační zkouška pryžového vlákna
- - - - - promenne, konstanty, procedury a funkce - - - - -
! VSECHNY HODNOTY V SI
d=1e-3      ! prumer vzorku
LO= 0.18    ! delka vzorku
SO= pi*(d^2/4) ! prurez vzorku
D=50e-3     ! prumer hridele
T=10        ! perioda otacek osicky
dt=0.1      ! vzorkovací interval vzorek " guma_6.FMN" (ISES)
dtl =0.05   ! vzorkovací interval vzorek " guma_7t.FMN" (ISES)
FILE Vstup, Vstupl
- - - - - pocateční hodnoty - - - - -

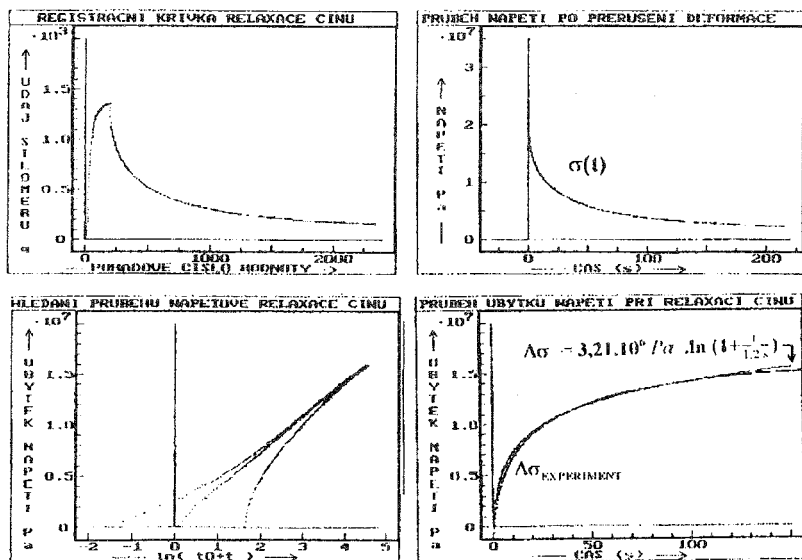
i=0 ;j=0
L=L0
Ll=L0
t=0
tl=0
epsilon=0
Vstup = " 8:guma_5.FMN"      ! data deformační křivky 25 C
Vstupl = " 8:guma_7t.FMN"    ! data deformační křivky 125 C
- - - - - model - - - - -
READ Vstup, x                ! čtení dat ze záznamu (ISES)
IF x=? THEN x=0 END
F=x*0.01933                  ! tahová síla l vlákna o průměru 1 mm
sigmanorm= F/SO              ! tahové napětí vztahované na SO
sigma = F/SO * (L/LO)        ! tahové napětí vztahované na S
t=t+dt
deltaL= pi*D/T*t             ! prodloužení vlákna dle otáček osičky
epsilon=deltaL/LO            ! relativní deformace
L= LO*(1+epsilon)            ! celková délka vzorku
READ Vstupl, xl              ! čtení dat ze záznamu (ISES)
IF xl=? THEN xl=0 END
Fl=xl*0.01933                ! tahová síla l vlákna o průměru 1 mm
sigmanorml= Fl/SO            ! tahové napětí vztahované na SO
sigmal = Fl/SO * (Ll/LO)     ! tahové napětí vztahované na S
tl=tl+dtl
deltaLl= pi*D/T*tl           ! prodloužení vlákna dle otáček osičky
epsilonL=deltaLl/LO          ! relativní deformace
Ll= LO*(1+epsilonL)          ! celková délka vzorku
FF=4*0.495*(1-1/(1+epsilon)) ! průběh síly v oblasti Hookova zákona
i=i+1
j=j+0.5
=====
```



Obr. 2 až 9: deformace pryžových vláken



Obr. 10 až 13: deformace silonových vláken



Obr. 14 až 17: relaxace cínové pájky

## Elektrická vodivost látek

Emanuel Svoboda, MFF UK Praha

Při probírání elektrických vlastností látek v učivu středoškolské fyziky je vhodné experimentovat s různými látkami, které jsou v kabinetu fyziky. Následující pokusy využívají vlastností wolframového vlákna získaného ze žárovky a magnetovce, který je jako minerál často ve sbírkách školy.

### Pokus 1: Voltampérová charakteristika wolframového vlákna

**Pomůcky:** Wolframové vlákno na patici žárovky, objímka žárovky na panelu, ss ampérmetr 10 mA, ss voltmetr 10 V, spínač, zdroj ss napětí do 12 V, vodiče, větší kádinka s vodou, list pilky na železo, 2 šroubovací svorky nebo 2 krokosvorky, kladívko, rukavice, miska.

**Příprava:** Nejprve musíme zbavit žárovku s wolframovým vláknem její skleněné baňky. Uděláme to tak, že těsně nad paticí žárovky obřízneme sklo listem pilky na železo. Pak opatrně nad miskou klepneme kladívkem na baňku, abychom ji oddělili od patice. Dáváme pozor, abychom přitom nepoškodili vlákno a jeho napojení na přívodní drátky. Pro bezpečnost práce je vhodné pracovat při této přípravě v rukavicích.

Na panel připevníme objímku, ze které vyvedeme oba vývody buď na dvě pevné svorky, nebo je necháme volné a připojení do obvodu provedeme krokosvorkami. Do objímky zašroubojeme patici s vláknem.

**Provedení:** Pokus provedeme v několika krocích.

1. Sestavíme elektrický obvod, ve kterém do série spojíme zdroj ss napětí, panel se žárovkovým vláknem, spínač, ss miliampérmetr. K svorkám panelu připojíme paralelně ss voltmetr. Nastavíme malé napětí, zvolíme vhodné rozsahy měřících přístrojů.
2. Zvyšujeme postupně napětí na vlákně a sledujeme změny proudu. Napětí volíme taková, aby odpovídající proud byl řádově jednotky mA. Jinak by vlákno mohlo na vzduchu shořet. Zjistíme kvalitativně, že s rostoucím napětím roste proud.
3. Pro kvantitativní vyhodnocení závislosti proudu na napětí pokus opakujeme. Do připravené tabulky zapisujeme dvojice tvořené sobě odpovídajícími hodnotami napětí a proudu. Z tabulky sestojíme voltampérovou charakteristiku wolframového vlákna na vzduchu. Zjistíme, že toto vlákno má nelineární charakteristiku. Neplatí Ohmův zákon.
4. Při rozpojení spínače vložíme vzhůru nohama panel s vláknem do větší kádinky s vodou tak, aby vlákno bylo dostatečně ponořeno a patice byla nad vodou. Spínač sepne a opakujeme třetí krok. Zjistíme, že wolframové vlákno ponořené do vody, která udržuje jeho konstantní teplotu, má lineární charakteristiku. V tomto případě platí Ohmův zákon.
5. Z naměřených hodnot v krocích 3 a 4 vypočteme elektrický odpor vlákna, resp. jeho elektrickou vodivost, za různých podmínek.

## **Pokus 2: Teplotní závislost elektrické vodivosti**

**Pomůcky:** Wolframové vlákno na patici žárovky, objímka žárovky na panelu, ss ampérmetr s různými rozsahy, spínač, zdroj ss napětí do 30 V, vodiče, plynový kahan (nebo plynový zapalovač), magnetovec, 2 krokosvorky.

### **Příprava a provedení:**

1. Nejprve sestavíme elektrický obvod, který tvoří ss zdroj napětí, panel s wolframovým vláknem, ampérmetr, spínač. Spínač sepne a nastavíme takové napětí, aby ukazatel ampérmetru byl téměř na konci zvolené stupnice s rozsahem 10 mA. Vlákno opatrně zahříváme plamenem kahanu nebo plynového zapalovače. Pozorujeme pokles výchylky. S rostoucí teplotou wolframového vlákna klesá jeho elektrická vodivost. Wolframové vlákno má kladný teplotní součinitel elektrického odporu.
2. Místo wolframového vlákna zapojíme do obvodu magnetovec. Jeho připojení na vodiče provedeme krokosvorkami, které uchytneme na ostré hrany minerálu. Zvolíme dostatečně velké napětí, abychom zaregistrovali procházející proud (řádově např.  $\mu\text{A}$ ). Napětí upravíme tak, aby ukazatel byl blízko počátku stupnice. Magnetovec zahříváme plamenem. Pozorujeme, že tentokrát s rostoucí teplotou vlákna roste jeho elektrická vodivost. Magnetovec má záporný teplotní součinitel elektrického odporu, chová se jako polovodič.

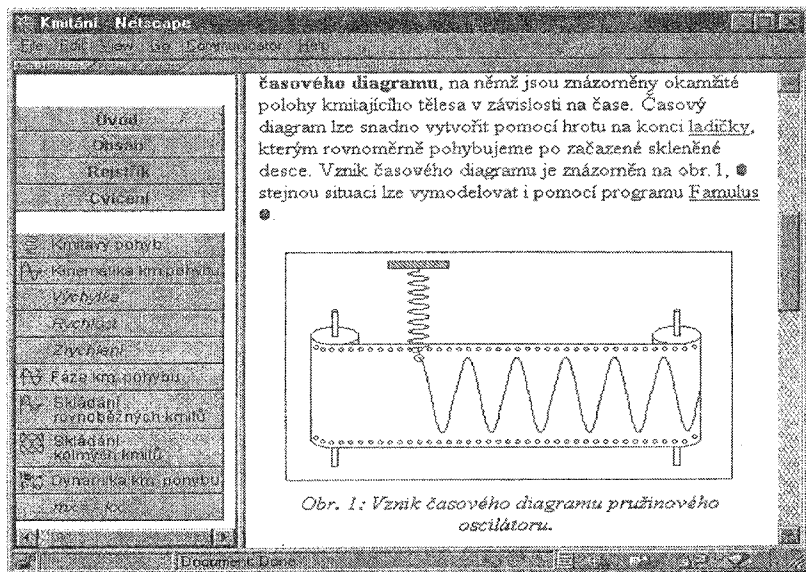
### **Poznámky:**

1. Pro popsání pokusu se osvědčila nejlépe žárovka s wolframovým vláknem stočeným do pružinky.
2. Výraznější vzrůst proudu při zvyšování teploty lze pozorovat při použití křemíkové destičky.
3. Uvedené pokusy lze provádět i se zdrojem st. napětí. I v tomto případě je potřeba předem vyzkoušet, jaké hodnoty proudu a napětí lze získat při použití wolframového vlákna dané délky a průměru, abychom vlákno na vzduchu nepřepálili.

## Kmitání – svěží WWW stránky pro studenty i učitele – databáze, učebnice nebo učební prostředí?

Stanislav Zelenda, Martin Podávka, MFF UK Praha

Web je fenomén, který přitahuje většinu lidí. Fyzika na tom tak dobře není. Rešerše po Internetu a CD-ROM materiálu pro výuku fyziky nám ukázala, že mnohé výukové materiály na Webu unavují přílišným rozsahem textu, kdy autoři pouze přivedou psaný, tedy lineárně řazený, text do WWW stránek s tím, že nabídnou pro rychlejší orientaci hypertextový obsah a několik dalších skoků. Soubory modelů, či experimentů pro systémy osvědčené ve výuce jako jsou Famulus, Interaktivní fyzika nebo ISES zase na druhou stranu nabízejí atraktivní situace, ale zařazení těchto situací do širšího kontextu přesahuje možnosti nástrojů samotných. Pro překonání rozdílů mezi těmito dvěma póly byl vytvořen soubor „živých“ WWW stránek pro podporu výuky kmitání na středoškolské úrovni. Ukázalo se ovšem, že zaujal nejen studenti a učitele středních škol.



Na základě omezení rozsahu textu vznikla poměrně jednoduchá nosná struktura, která slouží jako průvodce situacemi, v nichž se s pojmy čtenář seznamuje v praktických situacích. V prostředí výše uvedených systémů má možnost s „pojmy“ manipulovat a zkoušet si, „co jsou zač“. Animované gify jsou přirozenou součástí hypertextu a výrazně zvyšují jeho srozumitelnost a text dynamizují.



Jemným strukturováním obsahu a použitím efektivních navigačních a orientačních prostředků vznikl materiál pro jednoduché a praktické využití WWW stránek na škole nebo studenty doma.

Úvod

Obsah

Rejstřík

Cvičení

Kmitavý pohyb

Kinematika km. pohybu

Výsledek

Rychlost

Zrychlení

Fáze km. pohybu

Skládání rovinných kmitů

Skládání kolmých kmitů

Dynamika km. pohybu

mx2 - kv

Vztah pro zrychlení kmitavého pohybu můžeme také získat derivováním vztahu pro rychlost  $v = \omega y_m \cos \omega t$  podle času. Pro velikost zrychlení platí

$$a = a(t) = \frac{dv}{dt} = -v$$

Při derivování si je třeba uvědomit, že se jedná o derivaci složené funkce:

vnitřní funkce  $\omega t$ , její derivace  $(\omega t)' = \omega$   
 vnější funkce  $\sin z$ , její derivace  $(\cos t)' = -\sin t$   
 konstanta  $\omega y_m$  se opíše  $(A.f(t))' = A.f'(t)$

Pro zrychlení tak dostáváme:

$$a = \frac{dv}{dt} = \omega y_m \omega (-\sin(\omega t)) = -\omega^2 y_m \sin(\omega t)$$

Ukažme ještě jeden postup, jak získat průběh zrychlení pomocí vztahu pro rychlost. Budeme k tomu potřebovat program Famulus a přibližný vztah pro okamžité zrychlení  $a = \Delta v / \Delta t$ ,  $\Delta t$  malé. (V modelu budeme používat značení  $\Delta t = dt$  a  $\Delta v = dv$ .) Vytvoříme následující model:

Text je zpracován v rozsahu učiva pro střední školu a je doplněn řadou odkazů na historické údaje, zajímavé zdroje na Internetu a učivo zařazující témata do obecnějšího kontextu, např. řešení diferenciální rovnice, numerické metody řešení atp.

Úvod

Obsah

Rejstřík

Cvičení

Kmitavý pohyb

Kinematika km. pohybu

Výsledek

Rychlost

Zrychlení

Fáze km. pohybu

Skládání rovinných kmitů

Skládání kolmých kmitů

Dynamika km. pohybu

mx2 - kv

Skládání kolmých kmitů. Můžete zadat frekvence těchto kmitů ( $f_1, f_2, f_3$ ) a jejich počáteční fáze ( $\phi_1, \phi_2, \phi_3$ ). Frekvence  $f_1$  přísluší kmitům v ose  $x$ ,  $f_2$  kmitům v ose  $y$  a  $f_3$  v ose  $z$ . Obdobně pro počáteční fáze.

Graf 1 nabízí 3D pohled, graf 4 navíc průměty trajektorie do jednotlivých rovin souřadného systému, tak jak ukazuje následující obrázek:

3D plot of the trajectory

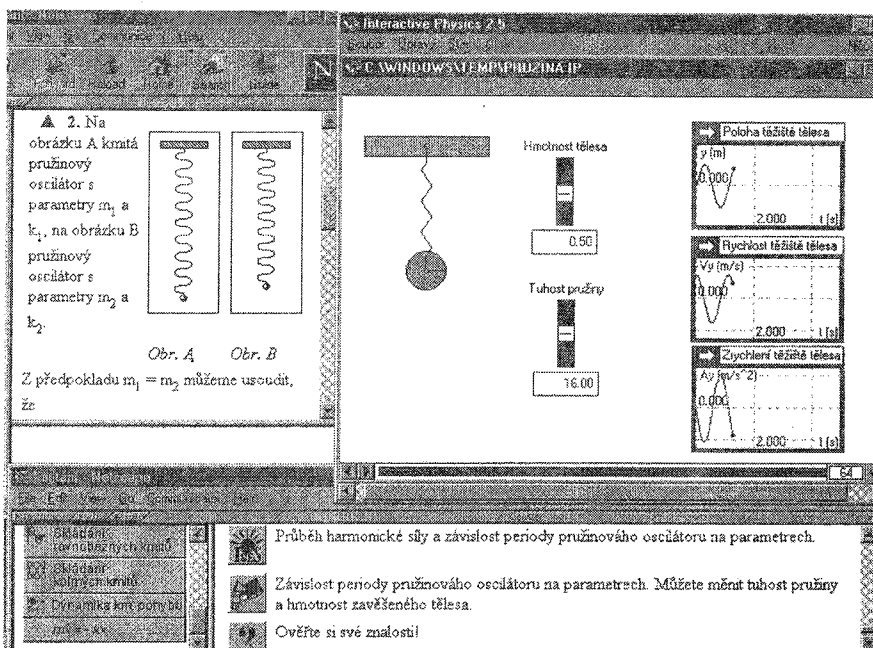
2D plot of the trajectory in the xy-plane

2D plot of the trajectory in the xz-plane

2D plot of the trajectory in the yz-plane

Nejvíce modelů je připraveno pro systém Famulus.

Simulace s Interaktivní fyzikou otevírají možnosti pro praktickou manipulaci studentů s „ideálními fyzikálními objekty“, možnost získání konkrétního, dostatečně přesného, obsahu pojmů a vztahů uvedených v textu. Takové možnosti má čtenář nejen ve „výkladu“, ale i při prověřování svých znalostí.



Návody k experimentům i s vzorovými naměřenými hodnotami k systému ISES na druhé straně dovolují vytvořit konkrétní představu založenou na kvantitativním studiu reálných jevů a systémů. Čtenář si může (má-li na svém počítači nainstalovaný ISES) data prohlížet přímo v pracovním prostředí ISES, pokud má navíc v počítači měřicí kartu ISES a další nezbytná čidla, může měření ihned provádět.

**Dynamika kmitavého pohybu**

pohybová rovnice | parametry mech. oscilátoru | tuhost pružiny | F=ky | úhlová frekvence  $\omega$  (m.k)

▲ Dynamika zkoumá příčiny pohybu. Příčinou kmitání mechanického oscilátoru je buď síla pružnosti, nebo tíhová síla. Ze znalosti vyhlazení harmonického kmitavého pohybu ( $x = -\omega^2 y$ ) a 2. Newtonova zákona ( $F = ma$ ) můžeme obecně vyjádřit velikost síly, která způsobuje harmonické kmitání:

$$F = -m \omega^2 y$$

Tuto rovnici také označujeme jako pohybovou rovnici harmonického kmitavého pohybu.

▲ Úkolem je však určit souvislost úhlové frekvence  $\omega$  s konkrétními vlastnostmi mechanického oscilátoru, tedy s parametry oscilátoru.

**Kmitý na pružině: síla, tuhost pružiny**

WWW stránky obsahují i škálu dalších materiálů nejrůznějšího charakteru (jednoduché testovací úlohy, doplňkové informace, odkazy na zdroje na Internetu atd.) účelně řazených do učebního textu, takže vznikl materiál, který je možné bezprostředně dále použít k ověření předpokládaného účinku na školách a mezi studenty. V navigačních prostředcích a realizovaných propojeních hypertextových dokumentů nechybí ani rejstřík a samozřejmě je možnost celkové orientace v materiálu s rozlišením různých předpokládaných aktivit. Zájemci se mohou s materiálem seznámit na adrese:

[http://vydra.karlov.mff.cuni.cz/podavka/Kmitani/\\_Kmit.htm](http://vydra.karlov.mff.cuni.cz/podavka/Kmitani/_Kmit.htm)

#### Literatura:

Podávka, M.: WWW stránky k výuce fyziky. Diplomová práce. MFF UK Praha 1998.

## **Fyzikální soutěže pro žáky základních škol a studenty nižších ročníků víceletých gymnázií**

Mgr. Jiřina Benešová

- **Fyzikální olympiáda kategorie E**

- pro žáky 9. tříd a kvart osmiletých gymnázií
- 1. kolo – školní – je celostátně dáno zadanými úlohami
- 2. kolo – okresní – je celostátně dáno zadanými úlohami
- úspěšný řešitel obdrží diplom, první tři knihu od OV FO

- **Fyzikální olympiáda kategorie F**

- pro žáky 8. tříd a tercií osmiletých gymnázií
- 1. kolo – školní – je celostátně dáno zadanými úlohami
- 2. kolo – okresní – je celostátně dáno zadanými úlohami
- úspěšný řešitel obdrží diplom, první tři knihu od OV FO

- **Fyzikální olympiáda kategorie G – Archimediáda**

- pro žáky 7. tříd a sekund osmiletých gymnázií
- 1. kolo – školní – je celostátně dáno zadanými úlohami
- 2. kolo – okresní – žáci pracují ve tříčlenných kolektivech zastupujících svou školu. Než se však okresní kolo uskuteční, připraví si každé družstvo básničku, křížovku, hádanku, krátkou povídku, kreslený vtip apod. s fyzikální tematikou. Svůj výtvar pak odevzdají při prezentaci v den konání soutěže. Okresní soutěž má tři kola:

1. *Písemný test*, kde každý žák vybírá správné či nesprávné odpovědi, řeší jednoduché problémy – cca 45 minut.
2. Družstva jsou rozdělena cca po 5 do jednotlivých tříd, kde probíhá už *kolektivní soutěž*, ve které čekají žáky 4 disciplíny – *pexeso\**), problémová úloha, odhad, historie – cca 45 minut.
3. Do *finále* pak postupuje 5 nejlepších družstev (součet bodu za literární či výtvarný výtvar, výsledky testu celého družstva i zisk bodu ve 2. kole).

Finále je veřejné v aule školy, družstva, která se do finále neprobojovala, přihlížejí, a tak se vlastně také zúčastňují dalších disciplín – jsou to skryvačka, experiment, luštění, poznávání předmětů. Na závěr jsou všechna finálová družstva vyhodnocena, oceněna diplomem a věcnými cenami, které dodali sponzoři soutěže a družstva na prvních třech místech obdrží ještě knihu od OV FO.

- **Mladý fyzik**

- pro žáky 6. tříd
- pořádán v rámci naší školy, 32. ZŠ Plzeň, Sokolovská 54
- koncem školního roku dostanou zájemci zadání domácího testu, kde prokáží jednak znalosti fyziky po prvním roce výuky, jednak orientaci v literatuře (dětské encyklopedie, naučné slovníky,...) – *na vyřešení mají týden*

## Veletrh nápadů učitelů fyziky

- do druhého kola postoupí zhruba 50 % řešitelů
- ve druhém kole řeší obdobné úkoly jako v domácím testu; mohou používat donesenou literaturu (tu, ze které čerpali znalosti v domácím testu) – cca 45 minut
- po opravení testu postupují nejlepší do finále (max. 15 žáků) – tam řeší úlohy na odhad, převádění jednotek, fyzikální výpočty, historii
- finalisté obdrží diplom a věcné ceny, které darovali sponzoři soutěže z řad rodičů

\*) **Pexeso** – návrh (součást okresního kola FO kat. G – Archimediády)

Vrchní strana pexesa	ARCHIMEDIÁDA PEXESO	ARCHIMEDIÁDA PEXESO	ARCHIMEDIÁDA PEXESO	ARCHIMEDIÁDA PEXESO	ARCHIMEDIÁDA PEXESO	ARCHIMEDIÁDA PEXESO
	ARCHIMEDIÁDA PEXESO	ARCHIMEDIÁDA PEXESO	ARCHIMEDIÁDA PEXESO	ARCHIMEDIÁDA PEXESO	ARCHIMEDIÁDA PEXESO	ARCHIMEDIÁDA PEXESO
	ARCHIMEDIÁDA PEXESO	ARCHIMEDIÁDA PEXESO	ARCHIMEDIÁDA PEXESO	ARCHIMEDIÁDA PEXESO	ARCHIMEDIÁDA PEXESO	ARCHIMEDIÁDA PEXESO
	ARCHIMEDIÁDA PEXESO	ARCHIMEDIÁDA PEXESO	ARCHIMEDIÁDA PEXESO	ARCHIMEDIÁDA PEXESO	ARCHIMEDIÁDA PEXESO	ARCHIMEDIÁDA PEXESO

Spodní strana pexesa – řešitelé vytvářejí dvojice (veličina; jednotka)	TLAK	Pascal	SÍLA	Newton	HMOTNOST	kilogram
	OBJEM	litr	MOMENT SÍL	Nm	ČAS	sekunda
	TEPLOTA	°C	HUSTOTA	kg/m <sup>3</sup>	DRAHA	metr
	RYCHLOST	m/s	Obsah Plochy	čtverečný metr	ELEKTRICKÉ Napětí	volt

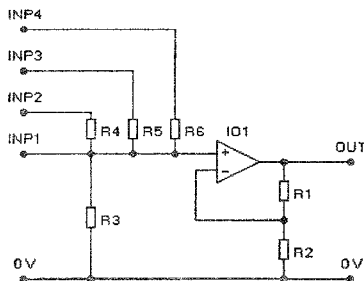
## Jednoduchý měřicí systém se zvukovou kartou

*Petr Kazár, Petr Holzhauser, gymnázium Zborovská, Praha*

Rozhodneme-li se vybavit školní laboratoř či svou domácí pracovnu počítačově řízenou měřicí technikou (tj. máme zvýšené nároky na kvalitu měření, uchování a zpracování naměřených dat), musíme se rozhodnout, zda se nám vyplatí investovat nemalé částky do speciálních měřicích karet a odpovídajících periferních modulů, nebo zda si postavíme takové zařízení sami za cenu horších parametrů, ale nepatrných nákladů. My jsme zvolili variantu druhou a v následujícím textu se vás s její realizací pokusíme seznámit.

Vzhledem k tomu, že standard IBM PC nabízí jen omezené a dnes již zastaralé vstupně/výstupní rozhraní (vyjma perspektivní USB), navrhli jsme měřicí systém, který jako převodní jednotku využívá AD/DA převodníky zvukové karty, která je již součástí většiny současných počítačů.

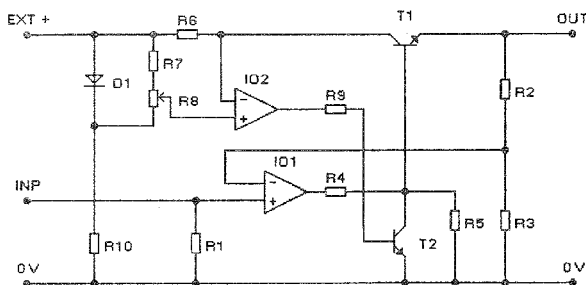
Kromě specializovaných hudebních čipů, které se však nijak neúčastní vlastního vzorkování signálu, obsahuje zvuková karta také obvody pro dynamické filtrování nahrávaných i přehrávaných zvuků a omezovače (resp. umlčovače) šumu. Ty by již mohly měřený signál ovlivňovat. Většinou jsou ale řešeny jako dolní propust, tudíž by při měřených frekvencích do 20 kHz (což je hranice slyšitelného zvuku a tedy mezní vzorkovaná frekvence) neměly nijak znatelně zasahovat.



Samotná zvuková karta však pro měření nestačí. Je nutné zhotovit vstupně/výstupní modul, kterým budeme zajišťovat přepínání rozsahů a popř. také přepětovou ochranu a zesílení výstupního napětí zvukové karty. Jelikož požadujeme vstupní rozsah také v řádu milivoltů (nebo i menší), neobejdeme se bez operačních zesilovačů. To proto, že obvyklé vstupní napětí zvukových karet je  $\pm 1,0$  V (vstup LINE IN) a je tedy nutné signál zesilovat. Pro vyšší rozsahy je již možno použít odporových děličů. Na prvním obrázku je obecné schéma vstupního obvodu, kterým se zajišťuje volba rozsahů. V praxi je vhodné jej doplnit o již zmíněnou přepětovou ochranu a galvanicky oddělit měřené napětí od vstupu zvukové karty optočlenem. Měřené napětí se ze vstupů INP (buď přímo nebo přes odporové děliče R4/R3, R5/R3, R6/R3) přivádí na neinvertující vstup operačního zesilovače IO1. Do inver-

tujícího vstupu je přes odporový dělič  $R1/R2$  přivedena část výstupního napětí. Použita je tedy záporná zpětná vazba. Pro zesílení ideálního neinvertujícího operačního zesilovače platí  $A = 1 + R1/R2$  a přibližně to platí i pro reálný operační zesilovač. Výstup OUT se spojí se vstupem LINE IN zvukové karty.

Podporuje-li naše zvuková karta full-duplex (tzn. umožňuje přehrávat a nahrávat současně), můžeme navíc přidat výstupní obvod pro zesílení výstupního napětí a využít jej pro měření závislých veličin (zejména voltampérových charakteristik). Obecné schéma takového obvodu je na druhém obrázku. Z výstupu LINE OUT zvukové karty (opět  $\pm 1,0$  V) se signál přivádí na vstup INP blokováný proti rušení rezistorem  $R1$  a na neinvertující vstup operačního zesilovače IO1. Na invertující vstup je přivedena záporná zpětná vazba tvořená rezistory  $R2, R3$ . Výstup IO1 řídí přes rezistory  $R4$  a  $R5$  bázi výkonového tranzistoru T1. Překročí-li úbytek napětí na rezistoru  $R6$  hodnotu nastavenou odporovým děličem ( $R7/R8$ ) úbytku napětí na diodě D1, otevře výstup IO2 přes rezistor  $R9$  tranzistor T2 a ten pak přivře tranzistor T1. Rezistor  $R10$  omezuje proud tekoucí diodou. Tímto doplňkem jsme zajistili proudovou ochranu. Externí zdroj se připojuje na EXT+, zesílené napětí odebíráme ze svorky OUT.



Abychom mohli využívat všech výhod automatizovaného měření, musíme vybrat i vhodný software. V zásadě vystačíme s volně šiřitelnými programy pro zpracování zvuku (jako např. Cool Edit od firmy Syntrillium). Důležité je, aby umožňovaly podrobné zobrazení naměřeného signálu s možností odečtu hodnot konkrétních vzorků a uměly generovat základní funkce pro výstup. Velmi užitečnou funkcí zmíněného programu Cool Edit je zobrazení frekvenční analýzy, a to hned několika metodami. Požadujeme-li však komplexní zpracování naměřených dat a jiné nadstandardní funkce (jako právě měření závislých veličin), jsme nuceni takový program napsat sami.

S vhodnou stereofonní zvukovou kartou tedy získáme jednoduchý dvoukanálový měřicí systém s osmibitovým nebo šestnáctibitovým rozlišením a vzorkovací frekvencí až 44,1 kHz.

## Papírový siloměr

Milan Macek, ZŠ Na Smetance, Královské Vinohrady 505, Praha 2

Příspěvek popisuje jednu z laboratorních prací žáků 7. třídy Základní školy Na Smetance v Praze 2 zaměřenou na hlubší pochopení principu měření síly. V rámci domácí přípravy žáci sestaví siloměr a při jednohodinové laboratorní práci provedou jeho ocejchování a použijí k měření síly (tíhy).

**Pomůcky:** Pro každého žáka připravíme tyto pomůcky, které budou žáci potřebovat k domácí přípravě: 1 ks pracovní list (příloha 1); 1 ks vystřihovánka siloměru (příloha 2, kterou zvětšíme a překopírujeme na kladívkovou čtvrtku formátu A5); 1 ks modelářská gumová struna 2 mm x 2 mm délky 230 mm; 2 ks kancelářská svorka. Zbývající pomůcky jsou běžně dostupné.

Pro práci ve škole připravíme vždy pro dvojici žáků tyto pomůcky: 1 ks chemický stojan; 1 ks závaží o tíze 0,5 N; 2 ks závaží o tíze 1 N. Zbývající pomůcky uvedené v pracovním listu si zajistí žáci.

**Provedení laboratorní práce:** Domácí část práce provádějí žáci samostatně podle postupu v pracovním listu. Školní část laboratorní práce provádějí žáci ve dvojicích pod vedením učitele podle postupu v pracovním listu. Provedení školní části trvá přibližně jednu vyučovací hodinu.

### Příloha 1: Pracovní list

**Laboratorní práce: Zhotovení siloměru**

**Domácí příprava žáků: Sestavení siloměru**

**Pomůcky:**

1 ks vystřihovánka siloměru; 1 ks modelářská gumová struna 2 mm x 2 mm; 2 ks kancelářská svorka; nůžky; špendlík; nůž; lepidlo na papír; pravítko; nit.

**Postup práce:**

1. Vystřihněte díl A a díl B. Oba díly v místech označených  $\oplus$  propíchnete špendlíkem.
2. Tupou stranou nože podle pravítka obtáhněte čárkovaně označené čáry na obou dílech.
3. Přeložte díl A podle označených čar. Vznikne tak „trubička“, která má trojúhelníkový průřez.
4. Díl A natřete v místě označeném čárovým rastrem lepidlem na papír, díl A složte a natřenou část přilepte zespodu k části s nápisem „Základní škola Na Smetance“.
5. Stejným způsobem složte a slepte díl B.
6. Gumovou strunu na obou koncích přehnete a vzniklá oka a zavažte nití. Vzdálenost mezi oky musí být pokud možno přesně 19,5 cm.



7. Rozevřete kancelářskou svorku a drátek provlékněte postupně jednou stěnou dílu A, okem gumové struny a druhou stěnou dílu A. Drátek vytvarujte do tvaru háčku a ohnutím druhého konce ho zajistěte proti samovolnému vypadnutí.
8. Do dílu A vsuňte díl B a obdobným postupem upevněte druhý konec gumové struny do dílu B.

**Práce žáků ve škole: Vytvoření stupnice siloměru, měření siloměrem**

**Pomůcky:** vyrobený siloměr; 1 ks chemický stojan; 1 ks závaží o tíze 0,5 N; 2 ks závaží o tíze 1 N; pravítko; tužka.

**Postup práce:**

1. Siloměr zavěste na chemický stojan.
2. Tužkou zakreslete na vnitřní díl siloměru jeho polohu při nulové síle.
3. Postupně zavěšujte závaží o tíze 0,5 N, 1 N, 1,5 N, 2 N, 2,5 N a vždy označte vysunutí vnitřního dílu siloměru. Vzniknou tím základní body stupnice. Pozor, vzhledem k tomu, že siloměr je tvořen gumovým vláknem a nikoliv pružinou, vzdálenosti mezi jednotlivými body stupnice nebudou stejné, ale se zvětšující se tíhou se budou zvětšovat!
4. Sejměte siloměr z chemického stojanu a pomocí pravítka rovnoměrně rozdělte úseky mezi změřenými body vždy na 5 dílků. Získáte tak další body na stupnici, které umožňují měření po 0,1 N. Výrazně označte body stupnice odpovídající hodnotám 0,5 N, 1 N, 1,5 N, 2 N a 2,5 N.
5. Ocejchovaným siloměrem změřte tíhu některých předmětů, které běžně nosíte s sebou do školy (klíče, penál apod.), Výsledky měření zapište do sešitu.

**Příloha 2: Vystřihovánka siloměru**

Základní škola Na Smetance, Praha 2		⊕
Siloměr		⊕
Jméno a příjmení ....., třída 7. ..., datum		© Milan Macek, 1997
		⊕
		⊕

## **Dopisy účastníků**

Vážení přátelé,

velice Vám děkuji za uspořádání dalšího „Veletrhu nápadů učitelů fyziky 3“. Opět se na něm projevila Vaše nápaditost.

Jako výborný hodnotím nápad pozvat na tuto akci žáky a studenty. Domnívám se, že i moji kolegové přivítali možnost porovnat úroveň přístupu k fyzice na různých školách. Byl jsem příjemně překvapen schopnostmi mladé generace samostatně, poutavě, vtipně a přitom i fyzikálně správně komentovat svůj výstup.

Vhodně zařazená prezentace přepestré činnosti Asociace malých debružárů na začátek semináře byla silně motivující.

Pro mne osobně (a jsem přesvědčen o tom, že pro všechny účastníky) byl letošní veletrh značně inspirativní. Chápu jej jako velkou vzpruhu na začátku školního roku.

Ještě jednou děkuji všem, kteří se na přípravě a organizaci veletrhu podíleli.

Nashledanou na dalším ročníku.

Julius Kolín

Vážení přátelé,

S hlavou plnou nápadů a zajímavých poznatků jsem v pátek 28. 8. 1998 opouštěla posluchárnu „Fyzikálního ústavu“.

A také všem děkuji za toleranci, když jsem jako vychovatelka předváděla nápady „mých malých objevitelů“.

Úspěch při dalších akcích a neustálý příliv nápadů

Vám přeje

Jaroslava Pachlová a Tereza Pachlová (9 let) ze ZŠ ve Stráži u Tachova

## **Seznam účastníků**

BAJER Václav, ZŠ Poděbradova 79, 588 13 Polná  
BAMBASOVÁ Dana, Masarykova ZŠ, 345 06 Kdyně  
BDINKOVÁ Věra, RNDr., ZŠ Vinařská 29, 691 72 Klobouky u Brna  
BENEŠOVÁ Jiřina, Mgr., 32. ZŠ Sokolovská 54, 323 14 Plzeň  
BEZDĚK Alexej, MGr., gymnázium Komenského nám., 251 01 Říčany  
BOLEK Josef, ZŠ, 252 10 Mníšek pod Brdy  
BRŮŽEK Václav, gymnázium Studentská 896, 295 01 Mnichovo Hradiště  
BUREŠOVÁ Jana, ZŠ ProDys Ještědská 83, 460 08 Liberec 8  
CALETKA Antonín, Ing., KVOF MFF UK Povltavská, 180 00 Praha 8  
CIBUROVÁ Miluše, RNDr., gymnázium Špitálská 2, 190 00 Praha 9  
CIVÍNOVÁ Mirjam, státní gymnázium Mostecká 3000, 430 01 Chomutov  
CVACHOVÁ Jiřina, Klasické gymnázium Modřany Rakovského 3139, 143 00 Praha 4  
ČERNÁ Miroslava, RNDr., ZŠ Jungmannova 655, 784 01 Litovel  
DAVID Pavel, Doc., RNDr., PedF JU Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice  
DIRLBECK Jan, ZŠ Česká 1, 351 01 Františkovy Lázně  
DOBISOVÁ Markéta, Mgr., gymnázium Bystrc II Vejrostopova 2, 635 00 Brno  
DRESLER Jan, Mgr., ZŠ Benešova 585, 674 01 Třebíč  
DROZD Zdeněk, Mgr., MFF UK KDF Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2  
DVOŘÁK Leoš, Doc., RNDr., CSc., KDF MFF UK Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2  
DVOŘÁK Zdeněk, ZŠ Poděbradova 79, 588 13 Polná  
DVOŘÁK Karel, Mgr., ZŠ Blatenská ul., 341 01 Horažďovice  
DVOŘÁKOVÁ Irena, ZŠ něm.-čes. porozumění a gymnázia Thomase Manna Žernosecká 1597, 182 00 Praha 8  
DVOŘÁKOVÁ Zdeňka, Mgr., ZŠ Nalžovy 85, 14 341 73 Nalžovské Hory  
FIC Antonín, RNDr., gymnázium J.A.Komenského 414, 250 88 Čelákovice  
FRANKOVÁ Jana, státní gymnázium Mostecká 3000, 430 01 Chomutov  
FRYŠOVÁ Vlasta, Mgr., ZŠ K. Dvořáčka 1230, 735 14 Orlová Lutyně  
GOTTWALD Stanislav, RNDr., gymnázium Špitálská 2, 190 00 Praha 9  
HÁJEK Michal, Mgr., MFF UK Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2  
HANUŠOVÁ Jana, gymnázium, 295 01 Mnichovo Hradiště  
HANUŠOVÁ Jitka, Mgr., gymnázium nám.E. Beneše, 272 00 Kladno  
HAVEL Václav, Doc., PaedDr., CSc., PedF ZČU Sedláčkova 38, 306 19 Plzeň  
HEJNÝ Jaroslav, Mgr., ZŠ Tasova 272, 683 32 Brankovice  
HOFRICHTER Tomáš, Mgr., gymnázium a sportovní gymnázium Dr. Randy 13, 466 01 Jablonec n. Nisou  
HORÁK Karel, Ing.  
HOVORKOVÁ Vlasta, gymnázium Komenského 779, 288 40 Nymburk  
HRBÁČEK Jindřich, ZŠ, 382 76 Loučovice 240  
HUBEŇÁK Josef, Doc., RNDr., CSc., VŠP Víta Nejedlého 573, 500 03 Hradec Králové  
CHARVÁT Martin, ZŠ Pražská 28, 281 04 Plaňany  
JEŽEK Oldřich, RNDr., gymnázium Wagnerovo nám.458, 266 01 Beroun  
KALOVSKÁ Alena, ŠU Víta Nejedlého 1575, 272 01 Kladno

- KAŠTILOVÁ Dagmar, RNDr., gymnázium Jakuba Škody Komenského 29, 750 00  
Přerov
- KEKULOVÁ Jana, 6. ZŠ Mozartova 24, 466 04 Jablonec n. Nisou
- KLIKOVÁ Běla, Mgr., 2. ZŠ Husovo nám. 3, 269 01 Rakovník
- KLUIBER Zdeněk, RNDr., CSc., Zborovská 45, 150 00 Praha 5
- KMENTA Libor, SPŠ 28. října 1598, 738 02 Frýdek-Místek
- KMENTOVÁ Zdeňka, Mgr., gymnázium Tyršovo nám. 970, 560 02 Česká Třebová
- KNOBLOCHOVÁ Miroslava, st. gymnázium Mostecká 3000, 430 11 Chomutov
- KOLÁŘOVÁ Růžena, Doc., RNDr., CSc., MFF UK KDF Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2
- KOLÍN Julius, RNDr., gymnázium Ústavní 400, 181 00 Praha 8
- KONÍČEK Libor, RNDr., PŘF OU Bráfova 7, 701 03 Ostrava
- KOVÁŘ Luboš, gymnázium Jiřího z Poděbrad Studentská 166/II, 290 39 Poděbrady
- KRÁLÍKOVÁ Zita, ZŠ, 691 72 Klobouky u Brna
- KROČKOVÁ Lada, 1. ZŠ tř. T. G. Masaryka 454, 738 01 Frýdek-Místek
- KUCHAŘ Jan, PaedDr., MFF UK KDF Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2
- KUNCOVÁ Miroslava, Mgr., gymnázium Dukelské nám., 693 01 Hustopeče
- KUSALA Jaroslav, Mgr., Masarykovo gymnázium, 755 01 Vsetín
- KVAPIL Libor, ZŠ Lískovec, 739 30 Lískovec
- LÁNSKÝ Stanislav, Mgr., ZŠ Tasova 272, 683 32 Brankovice
- LÉBL Martin, RNDr., COP V kolonii 1804, 288 46 Nymburk
- LEFNER Karel, ZŠ Komenského nám. 495, 684 01 Slavkov
- LEPÍK Libor, Mgr., ZŠ TGM 454, 738 01 Frýdek-Místek
- LUSTIG František, RNDr., CSc., MFF UK KDF Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2
- LUSTIGOVÁ Zdena, RNDr., CSc., MFF UK KDF Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2
- MACEK Milan, RNDr., CSc., ZŠ Na Smetance 1, 120 00 Praha 2
- MAZANEC Petr, Mgr., gymnázium Fr. Procházky 324, 342 16 Sušice
- MELOUNOVÁ Jana, gymnázium Voděradská 900/2, 100 00 Praha 10
- MOLLINARIOVÁ Ladislava, gymnázium Jiřího z Poděbrad Studentská 166, 290 39  
Poděbrady
- MŮLLEROVÁ Eva, RNDr., gymnázium dr. J. Pekaře Palackého 211, 293 80  
Mladá Boleslav
- NEČASOVÁ Eva, RNDr., gymnázium Jana Nerudy Hellichova 3, 110 00 Praha 1
- NOVÁKOVÁ Jitřenka, ZŠ Nebušická 369, 164 00 Praha 6-Nebošice
- NOVOBILSKÁ Věra, RNDr., PedF UJEP České mládeže, 400 96 Ústí n. Labem
- NOVOTNÝ-KUZMA Jan, RNDr., gymnázium Pod Sv. Horou Balbínova 328,  
261 81 Příbram II
- NOVOTNÝ Tomáš, PedF JU Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice
- ONDRÁK Miroslav, Mgr., ZŠ Benešova 585, 674 01 Třebíč
- OSOBOVÁ Milena, Mgr., nakl. Prometheus, s. r. o., Čestmírova 10, 140 00 Praha 4,
- PACHLOVÁ Jaroslava, ZŠ Stráž 21, 348 05 Stráž u Tachova
- PATČ Břetislav, 3. ZŠ Palachova 231, 250 01 Brandýs n. Labem
- PELCOVÁ Jitka, Mgr., MFF UK Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2
- PINKAVOVÁ Zdeňka, ZŠ ústavní Hlivická 1, 181 00 Praha 8
- PLÁŠEK Zdeněk, gymnázium Jana Nerudy Hellichova 3, 110 00 Praha 1
- POLÁK Zdeněk, Jiráskovo gymnázium, 547 44 Náchod
- PROCHÁZKOVÁ Martina, gymnázium Voděradská 900/2, 100 00 Praha 10
- PUDÍKOVÁ Ludmila, RNDr., ZŠ Tylova ul., 397 01 Písek

- PULÍČEK Jindřich, gymnázium a sportovní gymnázium Dr. Randy 13, 466 01 Jablonec nad Nisou  
RAUNER Karel, Dr., Ing., PedF ZČU Sedláčkova 38, 306 19 Plzeň  
ROJKO Milan, Doc., RNDr., CSc., MFF UK KDF Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2  
RYBIČKOVÁ Alena, ZŠ Dr. Malíka, 537 01 Chrudim  
SALAČOVÁ Jana, Mgr., gymnázium J.A.Komenského 414, 250 88 Čelákovice  
SAMEK Miloslav, ZŠ Na Šutce 440, 182 00 Praha 8  
SLABÁ Lenka, SPŠ stavební Resslova ul., 372 11 České Budějovice  
SLABÝ Milan, ZŠ Dukelská ul., 370 01 České Budějovice  
SLOUPOVÁ Eva, ZŠ U soudu, 460 02 Liberec  
STÝBLOVÁ Božena, ZŠ a MŠ 28.října 22, 602 00 Brno  
SVOBODA Emanuel, Prof., RNDr., CSc., MFF UK KDF Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2  
SVOBODA Miroslav, Doc., RNDr., CSc., MFF UK KDF Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2  
ŠILHÁNKOVÁ Vladimíra, nakl. Prometheus, s. r. o., Čestmírova 10, 140 00 Praha 4  
ŠIMAN Bohumil, CPTH Českomoravská 1, 190 00 Praha 9  
ŠOLCOVÁ Jana, Mgr., gymnázium Wágnerovo nám. 458, 266 01 Beroun  
ŠPOLÁK František, RNDr., PedF JU Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice  
ŠTROS Miroslav, ZŠ Jungmannova 660, 413 01 Roudnice n. Labem  
ŠTÝBNAROVÁ Libuše, ZŠ Cihelní 6, 792 01 Bruntál  
ŠVADLENKOVÁ Štěpánka, ZŠ Sladkovského 28, 537 01 Chrudim II  
ŠVECOVÁ Helena, PedDr., CSc., MFF UK Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2  
TERŠOVÁ Milena, Masarykova ZŠ Nám. mučedníků 185/IV, 339 01 Klatovy  
THOMAS Jan, RNDr., První čs. gym. v Karlových Varech Národní 25, 360 20 Karlovy Vary  
TOBIÁŠ Martin, SPŠ 28. října 1598, 738 02 Frýdek-Místek  
VESELÝ Marek, ZŠ Tyršova 77, 273 43 Buštěhrad  
VOHLÍDALOVÁ Miloslava, RNDr., gymnázium Voděradská 900/2, 100 00 Praha 10  
VOJKŮVKOVÁ Iva, Biskupské gymnázium B. Balbína Orlické nábřeží 356/1, 500 02 Hradec Králové  
VONDRÁČKOVÁ Jaroslava, ZŠ Fučíkova 430, 463 61 Raspenava  
VOTRUBA Václav, ZŠ Palmovka 468, 180 00 Praha 8  
WOKOUNOVÁ Miroslava, RNDr., gymnázium Matyáše Lercha Žižkova 55, 616 00 Brno  
ZAHŘÁDKA Josef, VOŠE a OA TGM 901/14, 293 80 Mladá Boleslav  
ZORNIGOVÁ Jitka, Mgr., gymnázium Jana Nerudy Hellichova 3, 118 00 Praha 1  
ZELENA Stanislav, RNDr., MFF UK Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2  
ZEMÁNEK Ondřej, gymnázium Zborovská 45, 150 00 Praha 5  
ZIELENIECOVÁ Pavla, RNDr., CSc., MFF UK Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2  
ZINBURG Petr, RNDr., KVOF MFF UK Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2  
ZÝKOVÁ Renata, gymnázium Voděradská 900/2, 100 00 Praha 10

## **ZAHRANIČNÍ HOSTÉ VELETRHU NÁPADŮ**

- BANÍK Ivan, Doc., RNDr., CSc., Stavební fakulta STU katedra fyziky Radlinského 11, 813 68 Bratislava, Slovensko  
DIMITROVA Veselina, Sofijská univerzita „Sv. Kl. Ochridski“, Sofia, Bulharsko  
ELBANOWSKA Stefania, Uniwersytet Warszawski ul. Smyczkowa 5/7,

02-671 Warszawa, Polsko

KVASNICOVÁ Marcela, Mgr., Stavebná fakulta STU katedra fyziky

Radlinského 11, 813 68 Bratislava , Slovensko

MACHOVIČ Lubomír, RNDr., Strojnická fakulta STU katedra fyziky

nám. Slobody 17, 812 31 Bratislava Slovensko

TABASZEWSKI Krzysztof, Zakład dydaktyki fizyki IFD UW ul Smyczkowa 5/7,

02-678 Warszawa, Polsko

TOKAR Jan, Mgr., ul. Szkolna 17, 47-494 Knowianki, Polsko

TRZEBUNIAK Andrzej, Uniwersytet Opolski Instytut fizyki, ul. Oleska 48, 45-052

Opole, Polsko

**VELETRH NÁPADŮ UČITELŮ FYZIKY 3**  
sborník z konference

Redaktor sborníku: Dr. Ing. Karel Rauner

Technická redakce: RNDr. Miroslav Randa

Vydala v roce 1998 Pedagogická fakulta ZČU v Plzni, Sedláčkova 38.

Vytiskla tiskárna ASTRApřint Hradec Králové, Pražská 88.

ISBN 80-7043-233-0