Veletrh nápadů učitelů fyziky IX

SBORNÍK Z KONFERENCE

Svazek první

Svazek druhý

Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity v Brně

srpen 2004

Veletrh nápadů učitelů fyziky IX

SBORNÍK Z KONFERENCE

Svazek první

Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity v Brně

srpen 2004

Akce se koná pod záštitou
Jednoty českých matematiků a fyziků.

© Paido • edice pedagogické literatury, Brno 2004

ISBN 80-7315-084-0

OBSAH

EXPERIMENTY K TÉME: POVRCHOVÉ JEVY 5
Ivan Baník, Rastislav Baník

MĚŘENÍ KOEFICIENTU ODPORU VZDUCHU „C" POMOCÍ DIGITÁLNÍ FOTOGRAFIE 9
Jiří Bartoš

NĚKOLIK POKUSŮ K POCHOPENÍ POJMŮ TLAK A TLAKOVÁ SÍLA 13
Jan Dirlbeck

POKUSY Z FYZIKY NA CD 15
Stanislav Gottwald

KDYŽ SI FYZIK CHCE HRÁT, VYMYSLÍ ASTROJAX 17
Renata Holubová

NĚKOLIK NÁPADŮ NEJEN Z KROUŽKŮ FYZIKY 20
Miroslav Jílek

FYZIKÁLNY EXPERIMENT V ELEMENTÁRNOM VZDELÁVANÍ 25
Jana Kopáčová

FYZIKA PRO NEJMENŠÍ ANEB HRAJEME SI S FYZIKOU 28
Věra Koudelková

NETRADIČNÍ MĚŘICÍ PŘÍSTROJE 4: MĚŘENÍ KRÁTKÝCH ČASŮ 30
Leoš Dvořák

VIDEOANALÝZA FYZIKÁLNÍCH DĚJŮ 33
Oldřich Lepil

FYZIKA V KOUZLECH 37
Marcela Nevedelová

POKUS O NÁZORNÉ ROZLIŠENÍ POJMŮ TLAK A TLAKOVÁ SÍLA 39
Zdeněk Rakušan

FYZIKÁLNÍ PROCHÁZKA MĚSTEM 42
Lenka Slabá

CO LIDSKÉ OKO NEVIDÍ 45
František Špulák

OVĚŘENÍ PLATNOSTI BOYLE-MARIOTTEOVA ZÁKONA PRO VZDUCH 49
Markéta Štefková

S TYČÍ NEBO BEZ TYČE 51
Jindřiška Svobodová

VYUŽITÍ MIKROFONU K MĚŘENÍM V MECHANICE 52
Vladimír Vícha

Experimenty k téme: Povrchové jevy

Experiments to the topic: Surface Phenomena

Ivan Baník[1], *Rastislav Baník*[2]

Abstract

In the present article various nontraditional physical experiments of surface phenomena domain are described, which may be performed by scholars and students in house conditions. They are completed by a series of convenient measurement methods.

Úvod

Lesklá mydlová bublina vznášajúca sa vo vzduchu – jeden z mnohých zázrakov prírody. Poznáme ju všetci. Vždy nás zaujme a provokuje k zamysleniu. Kde sa vzala jej svojrázna dokonalosť? Je prejavom skrytej rovnováhy tlakových a medzimolekulárnych síl. Je priam prekvapujúce, že sa dokáže udržať „pri živote" čo len pár sekund.

V ďalšom si opíšeme niekoľko pokusov, v ktorých hlavným aktérom budú povrchové (kapilárne) sily, t.j. sily, ktoré sú spoluzodpovedné aj za „mydlové" bubliny. Presvedčíme sa o neobyčajnom geometrickom talente tenkej kvapalinovej blany, ktorá si sama dokáže nájsť zaujímavé tvary a ktorá tak rešpektuje aj tie najnáročnejšie pravidlá vedy zvanej geometria. Opíšeme si aj jednoduché spôsoby a metódy, ako si možno v domácich podmienkach zmerať povrchové napätie (kapilárnu konštantu).

Pokus s pohárom

Jednoduchý pokus s kvapalinovou blanou si možno vykonať behom pár sekund pri umývaní riadu. Stačí vziať sklený pohár, ponoriť ho otvoreným koncom čiastočne do roztoku na umývanie riadu, (akým je napríklad roztok jari vo vode) a potom ho vhodným spôsobom z roztoku vytiahnúť. Na otvore pohára sa vytvorí súvislá tenká vrstvička roztoku – blana. Ak blanu pozorujeme tak, že sa na jej lesklom povrchu zrkadlí denná obloha, môžeme na nej pozorovať vznik a pohyb farebných vodorovných prúžkov postupujúcich pomaly do nižších častí vrstvy. Po nejakej chvíľke začne jej najvyššia časť však podozrivo temnieť a sčernávať. To signalizuje už jej nevyhnutný blížiaci sa koniec.

Obr. 1

Pokusy s limo-trubičkami

Na obr. 1 je znázornená zostava, pozostávajúca z dvoch kúskov limotrubičky. Ich vnútrom prechádza niť vytvárajúca po zviazaní uzavretý útvar. Druhá niť – slúžiaca za držiak je tiež uzavretá. Tá prechádza však len hornou trubičkou. Tá bude slúžiť na držanie sústavy. Ak dolnú časť sústavy ponoríme do roztoku, vytvorí sa na nej blana, ktorá napína bočné nite a formuje ich do tvaru oblúkov.

[1] Doc. RNDr. Ivan Baník, PhD., Slovenská technická univerzita, Stavebná fakulta, Katedra fyziky, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, SR, E-mail: ivan.banik@stuba.sk

[2] Doc. RNDr. Rastislav Baník, PhD., Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, Katedra fyziky, 975 49 Banská Bystrica, Tajovského 40, E-mail: banik@fpv.umb.sk

Pokus s kriedou

Kapilárne sily majú za následok aj postupné navĺhanie pórovitých materiálov v prípade, ak sú tieto v styku s vodou. Demonštrujeme si to na prípade kriedy. Tú postavíme vo zvislej polohe do nádobky s trochou vody. Voda začne vystupovať pórmi nahor. Rozhranie medzi jej suchou a vlhkou časťou kriedy je pritom dobre viditelné. Výška *h*, ktorú voda v kriede dosiahne v čase narastá, pričom obrazom tejto závislosti – ako môžeme zistiť meraním – je parabola (Obr. 2).

Obr. 2

Krieda má pórovitú štruktúru. Kapilárami voda postupuje nahor vďaka povrchovému napätiu a vďaka zmáčavosti. Rýchlosť pohybu vlahy (spomínaného rozhrania) sa postupne s narastajúcou výškou spomaľuje. Je to dôsledok toho, že voda pomaly prúdiaca v kapilárach má postupne väčší odpor vďaka viskozite. Čím je dlhšia kapilára, tým je postup vody pomalší, hoci aktívna sila spôsobená povrchovým napätím je prakticky konštantná. Prídavný ďalší faktor, ktorý by pohyb vody tiež spomaľoval pri väčších výškach *h* by súvisel s narastaním hydrostatického tlaku vodného stĺpca v kriede.

Obr. 3

Pokus s dvoma pohármi

Menší valcový pohár postavíme k vnútornej stene väčšieho valcového tak, aby sa dotýkali. Voda, ktorú sme do väčšieho pohára predtým naliali, vystúpi v medzierke medzi stenami oboch pohárov nad úroveň okolitej hladiny. Čím je medzera užšia, tým vyššie voda vystúpi. V medzere sa objaví akýsi „vodný vrch", aký vidíme aj na obr. 3. Je to prejav kapilárnych síl.

Pokus s kuchynským sitkom

S kuchynským sitkom si možno urobiť tiež zaujímavý pokus súvisiaci s povrchovým napätím. Ak sitko postupne ponárame do vody spôsobom podľa obr. 4, vnútorný priestor sitka sa zaplní vodou celkom až vtedy, keď otvory sitka dosiahnu úroveň hladiny vody.

V prípade, že sitko z vody obdobným spôsobom vyťahujeme, situácia bude iná. Voda sa vo vnútornom priestore sitka udrží teraz dlhšie ako predtým – až dovtedy, kým otvory sitka nedosiahnu určitú výšku *h* nad okolitou vodou. Táto výška je pritom určená kapilárnymi silami prejavujúcimi sa na otvoroch sitka. Do rovnakej výšky by vystúpila voda v kapilárach (ktorých steny voda zmáča) obdobných dimenzií, ako sú priemery otvorov sitka.

Tento pokus názorne ukazuje, že pri navĺhaní pórovitých (napr. stavebných) látok sa môžu pri procese navĺhania a vysušovania objavovať aj určité hysterézne efekty. Tie súvisia práve s povrchovými kapilárnymi javmi, ktoré sa v takých materiáloch dosť výrazne prejavujú. Stav vody pri experimente so sitkom nie je zjavne jednoznačne určený polohou sitka, ale závisí aj od toho, ako sa sitko do daného stavu dostalo.

Obr. 4

Povrchové napätie so zrkadlami

Povrchové napätie vody možno zmerať aj pomocou dvoch vreckových obdĺžnikových zrkadiel, alebo dvoch skiel z foto-stojanu. Tie postavíme vo zvislej polohe tesne vedľa seba tak, že ich spodná časť bude vo vode. Medzi nimi vytvoríme úzku medzierku, čo dosiahneme to tak, že medzi zrkadlá vložíme tri rovnaké tuhy z penteliek (napr. s priemerom 0,6 mm). Sústavu stiahneme dohromady gumičkami do vlasov (Obr. 5). Voda vo zvislej štrbine šírky d vystúpi do určitej výšky h, ktorú zistíme meraním. Ustálený stav zodpovedá rovnováhe síl.

Smerom nadol pôsobí tiaž vody $G = \rho.lhdg$, kde l je šírka zrkadiel, ρ hustota vody a g zrýchlenie voľného pádu. Smerom nahor (za predpokladu, že povrch vody vytvára „polvalcovú" plochu) pôsobí povrchová sila $F = 2.\sigma.l$, kde σ je povrchové napätie vody. Porovnaním uvedených síl dostaneme vzťah

$$\sigma = \frac{\rho g h d}{2}$$

Pred meraním je potrebné zrkadielka dôkladne odmastiť pomocou bežných kuchynských čistiacich prostriedkov.

Obr. 5

Meranie s injekčnou striekačkou

Obr. 6

Injekčnú striekačku môžeme využiť aj pri meraní povrchového napätia vody (Obr. 6). Na ústie striekačky nastokneme kúsok tenkej hadičky, resp. trubičky vonkajšieho polomeru r. Do striekačky natiahneme vodu s „celistvým" objemom v mililitroch (napr. 2 cm^3) Potom zo striekačky, postavenej vo zvislej polohe s otvorom mieriacim nadol, pomaly a opatrne vytláčame vodu. Z ústia trubičky odkvapkáva kvapalina, pričom zaregistrujeme počet n kvapiek, ktoré odpadnú v priebehu vytlačenia jedneho mililitra (1 cm^3) vody. Získané údaje nám postačia na približné určenie povrchového napätia σ (kapilárnej) konštanty vody.

Ide o kvapkovú metódu merania povrchového napätia v netradičnej úprave s tým, že sa pri nej zaobídeme bez váženia kvapiek. Hmotnosť kvapky určíme zo známej hustoty vody a zo zisteného objemu jednej kvapky. Objemu 1 ml zodpovedá n kvapiek.

Meranie povrchového napätia s U-limo-trubičkou

Pri tomto meraní použijeme limo-trubičku vo funkcii násosky. Trubičku ohneme do tvaru obráteného písmena U a jedným koncom ponoríme do vody vo fľaši, resp. poháre. Po naštartovaní násosky začne z vonkajšieho konca trubičky vytekať voda. Ak vonkajší koniec trubičky pomaly zdviháme, spojitý prúd vody sa zastaví a z násosky bude voda len kvapkať. Ak zmeriame priemer r limo-trubičky a zistíme hmotnosť m kvapky, môžeme povrchové napätie vody zistiť na základe predtým uvedeného vzťahu pre kvapkové metódy

Experimenty v tanieri

Experimentálne usporiadanie využívajúce plytký tanier je znázornené na obr. 7. Při ňom použijeme dve plastové limotrubičky, cez okraje ktorých prevlešieme pomocou ihly nitky. Tie sú o okraj taniera prichytené pomocou štipcov na prádlo. Do zostavy možno zaradiť aj tenké gumičky do vlasov, pomocou ktorých sú nitky napnuté a sústava vykazuje viac pružnosti. Při experimentovaní nalejeme do taniera trochu vhodného roztoku a stlačením limotrubičiek nadol vtlačíme pracovný obdĺžniček do roztoku. Tak sa vytvorí blana rovinnej geometrie, s ktorou môžeme robiť rôzne experimenty.

Obr. 7

Ak na napnutú blanu položíme nejakú ľahkú tyčinku, blana sa o ňu prichytí. Po prepichnutí blany po jednej strane tyčinky sa táto začne pohybovať v dôsledku povrchových síl. Při inom pokuse použijeme nitku a po prepichnutí vhodnej časti blany pozorujeme oblúkové, prípadne kruhové tvary nitky. Ak blana praskne, obnovíme ju veľmi jednoducho vtlačením časti sústavy do roztoku a jej následným uvoľnením. Veľkosť pracovného obdĺžnika môžeme meniť posúvaním limotrubiškiek. Pre lepšie zviditeľnenie môžeme roztok prifarbiť potravinárskou farbou.

Meranie s fľašou a lievikom

Obr. 8

Na obr. 8 vidíme experimentálnu zostavu vhodnú na meranie povrchového napatia v domácich podmienkach kvapkovou metódou. Je tvorená priehľadnou fľašou, do otvoru ktorej je zasunutý lievik. Do trubice lievika je vložená plastová limotrubička, pričom príslušná medzera je v dolnej časti utesnená napr. kúskom žuvačky. Do horného otvoru limo-trubičky je vsunutá vatová tyčinka, ktorej úlohou je spomaliť vytekanie kvapaliny trubičkou. Ak do lievika nalejeme kvapalinu, bude táto vytekať trubičkou veľmi pomaly a z dolného otvoru limotrubičky bude odkvapkávať. Hmotnosť kvapky určíme z objemu vytečenej kvapaliny a z počtu kvapiek. Vonkajší priemer trubičky zmeriame.

Keďže kvapky odkvapkávajú dosť pravidelne, môžeme ich počet určiť aj na základe zmerania dlhšieho časového intervalu (napr. 30 min), ak vieme, koľko kvapiek odpadne napr. za tri minúty a pod. Do lievika občas prilejeme vodu, aby sa úroveň hladiny menila len minimálne. Má to výhodu pokiaľ ide o meranie objemu. Väčší objem vytečenej kvapaliny sa určí pohodlnejšie.

Literatúra:

1. SVOBODA, E. a kol. *Fyzika pre 2. roč. gymnázia.* Bratislava : SPN, 1991.
2. BANÍK, I., BANÍK, R. *Kaleidoskop učiteľa fyziky 4.* Bratislava : MC, 1995.

Měření koeficientu odporu vzduchu „C" pomocí digitální fotografie

Measurement of coefficient of drag resistance „C" by using digital camera

Jiří Bartoš[1]

Abstract

The coefficient of drag resistance is a dimensionless physical constant, which captures the shape and the orientation of the body to the direction of motion. Here we use stroboscopic measurement of this coefficient using the digital photography.

1. Motivace

Při řešení školských úloh o pohybu jsou žáci často přímo vedeni k tomu, aby do svých úvah nezahrnovali vliv okolního prostředí na pohyby objektů. Téměř vždy najdeme ve formulaci fyzikální úlohy slova: „tření zanedbáme" , či „odpor prostředí nebudeme uvažovat". Právě díky takovým formulacím pak studenti mají tendenci zanedbávat odpor prostředí v každé předložené úloze, a to i v takové, v níž odporové a třecí síly hrají podstatnou roli. Objevují se i otázky typu: „Co padá rychleji, kilo peří nebo kilo železa?". Přitom takto položená otázka nemá valného smyslu, protože neobsahuje informaci o tom, jaké prostorové uspořádání má soustava složená z 1 kg peří, resp. 1 kg železa. Následující jednoduchý experiment umožňuje jak kvalitativně prokázat významný vliv odporu prostředí na pád tělesa v tíhovém poli, tak kvantitativně určit charakteristiky příslušného silového zákona – Newtonova vztahu pro odporovou sílu.

2. Koeficient odporu vzduchu *C*

Bezrozměrná fyzikální veličina, koeficient odporu *C*, vystupuje v Newtonově vztahu pro odporovou sílu (1) jako konstanta úměrnosti zahrnující vliv tvar tělesa a jeho orientaci vzhledem ke směru pohybu.

$$F_{od} = \frac{1}{2} C S \rho v^2 , \qquad (1)$$

kde C – koeficient odporu, S – průřez kolmý ke směru pohybu, ρ – hustota odporujícího prostředí, v – velikost okamžité rychlosti tělesa, m – hmotnost tělesa, g – tíhové zrychlení.

Běžnými metodami pro měření koeficientu odporu C jsou měření mezní rychlosti pádu nebo měření na speciálním siloměru v aerodynamickém tunelu. Obě tyto metody mají značná úskalí při realizaci. Při měření mezní rychlosti nemáme obvykle dostatek prostoru, druhý způsob se neobejde bez nákladného aerodynamického tunelu.

Způsob měření koeficientu C předložený v tomto příspěvku představuje přímou metodu, která se vyhýbá oběma uvedeným obtížím. Jedná se o měření poloh tělesa při pádu v odporujícím prostředí a proložení řešení pohybové rovnice (2) naměřenými body. Využíváme digitální fotoaparát, obyčejnou černou školní tabuli, předmět, jehož koeficient odporu C budeme měřit (v našem případě kouli z polystyrenu) a jedinou obtížněji dostupnou pomůcku, stroboskop. Uspořádání experimentu je zřejmé z obr. 1.

[1] Jiří Bartoš, Masarykova univerzita v Brně, Přírodovědecká fakulta, Ústav teoretické fyziky a astrofyziky, Kotlářská 2, 611 37 Brno, E-mail: bartos@physics.muni.cz

Obr. 1 (pohled shora)

Stroboskop je záměrně umístěn mimo osu „fotoaparát-koule", aby světlo odražené od tabule nepřeexponovalo snímek.

Po sestavení měřicí aparatury stačí spustit stroboskop na vhodné frekvenci, zatemnit místnost a zároveň s otevřením závěrky fotoaparátu upustit kouli. Toto vše bez problémů zvládne jeden experimentátor tak, že na fotoaparátu zapne samospoušť, přeběhne k tabuli a upustí kouli se začátkem expozice. Výsledný snímek (obr. 2) pak vypadá takto:

Obr. 2

Obr. 3

Máme tedy snímek zachycující polohy koule při pádu v odporujícím prostředí v ekvidistantních časových okamžicích odpovídajících zvolené frekvenci záblesků stroboskopu (v případě obr. 2 je frekvence 25 Hz, viz pravý dolní roh obrázku).

Je vidět, že v horní části padá koule příliš pomalu na to, aby její polohy byly dobře rozlišitelné. To však není na závadu, vybereme-li jako počáteční tu polohu koule, jejíž snímek již lze bezpečně odlišit (v našem případě tu, jejíž spodní okraj je vzdálen v x_0 = 0,15 m od výchozí polohy).Této poloze tedy budou odpovídat hodnoty $t = 0$, $x = 0$, $v = v_0$ (viz obr. 3). V dalším budeme pracovat s soustavou souřadnic podle obr. 3

Pohybová rovnice koule o hmotnosti *m* padající v odporujícím prostředí:

$$m\ddot{x} = mg - F_{od}$$

$$m\ddot{x} - mg + \frac{1}{2}CS\rho\dot{x}^2 = 0\,, \qquad (2)$$

Obecné řešení této rovnice obsahuje kromě integračních konstant také volný parametr, jímž je právě hledaný koeficient *C*.

Stanovení počáteční rychlosti v_0:

Pro získání počáteční rychlosti v_0 musíme řešit diferenciální rovnici (2) s volným parametrem *C*, při označení x = v:

$$m\dot{v} - mg + \frac{1}{2}CS\rho v^2 = 0 \qquad (3)$$

s počáteční podmínkou získanou ze skutečnosti, že $v(t_0) = 0\ ms^{-1}$ a $x(t_0) = -x_0 = -0{,}15$ m.

Získanou funkci $x(t, C)$ proložíme naměřenými body $[t, x(t)]$ metodou nejmenších čtverců a získáme hodnotu neznámého parametru *C*. Analyticky získané řešení pro stručnost explicitně neuvádíme.

Pro orientační měření stačí pouze jedna sada naměřených hodnot, pokud však chceme získat dobré výsledky, je nutné provést více měření při různých frekvencích záblesků stroboskopu.

V uvedeném experimentu použijeme tyto vstupní hodnoty:

materiál koule – polystyren
hmotnost koule – m = 6,87 g
poloměr koule – r = 4 cm
tíhové zrychlení – g = 9,81 m.s^{-2}
hustota vzduchu - ρ = 1.169 kg.m^{-3} (t = 300 K)
ekvivalent citlivosti filmu – ISO 400
clonové číslo – 3,3
čas závěrky fotoaparátu – 1 s
frekvence záblesků stroboskopu – 20 až 30 Hz

Hodnota *C* získaná na základě nejlepší shody teoretického modelu a experimentálních výsledků je:

$$C = 0{,}42 \pm 0{,}03\,,$$

což velmi dobře odpovídá tabulkové hodnotě *C* = 0,4.

Na obr. 4 je zobrazen graf závislosti polohy koule na čase, čerchovaná čára představuje volný pád, plná čára křivku proloženou experimentálními body, tj. reálný pád v odporujícím prostředí.

Výše popsaným způsobem je možné měřit i koeficient odporu prostředí pro tělesa jiných tvarů, zde je však důležité dobře definovat prostorovou orientaci tělesa vůči směru jeho pohybu.

Obr. 4

Pozn.:
Na tabuli je zakreslena pouze orientační stupnice. Pro přesné měření poloh je výhodné zjistit, jaký je poměr jednotky délky v metrech a pixelech na fotografii, proměřovat fotografii v pixelech a následně využít zjištěného poměru pixel/metr.

Literatura:

HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J. *Fyzika, část 1, Mechanika.* Brno : VUTIUM 2000, ISBN 80-214-1868-0.

Několik pokusů k pochopení pojmů tlak a tlaková síla

Jan Dirlbeck[1]

Pomocí několika pokusů se snažím žákům objasnit pojmy tlak a tlaková síla. Žáci velmi rychle přijmou tvrzení učitele, že tlak se vypočítá vydělíme-li tlakovou sílu plochou. Zejména pokud použijí kalkulačky, naučí se velmi rychle a úspěšně pracovat se vzorcem:

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

Takovéto úlohy snadno vypočítají. Problém nastane, mají-li vysvětlit rozdíl mezi pojmem tlak a tlaková síla. Velmi často jim oba pojmy splývají. Proto jsem sestavil několik pokusů s následnými aplikacemi v praktickém životě, na nichž se snažím oba pojmy nejen vysvětlit, ale především je přesněji vymezit.

První pokus provádím s kvádrem (používám olověný), barevným gelem v sáčku a zpětným projektorem. Na sáček s gelem, který je prosvícen, položím hranol největší plochou. Kvádr část gelu vytlačí a v daném místě je vidět zesvětlení gelu. Potom položím kvádr menší plochou na sáček, gel je kvádrem prakticky vytlačen a intenzita procházejícího světla je větší. Uděláme závěr, že při stejné hmotnosti a tedy tlakové síle, se změnil tlak, kterým působí kvádr na gel. Že můžeme velikost tlaku ovlivnit velikostí plochy, prokážeme položením kvádru na gel nejmenší plochou. V tomto případě je gel vytlačen do stran a meotar prosvítí bílou stopu po ploše kvádru. Tak většina žáků pochopí rozdíl mezi tlakovou silou, která je v tomto případě stále stejná, a tlakem, který závisí na ploše, na niž těleso působí.

Na příkladech z praxe formou otázek řešíme pojem tlak a tlaková síla. Proč nákladní automobily mají více a širší kola v zadní části? Proč traktory mají zadní kola širší? Proč při válení těsta používáme váleček? Proč se tenký led na rybníku prolomí snadněji pod bruslařem? Protože, ale žáci dnes znají spíše umělá kluziště, předvedu další pokus. Použiji kulatý rámeček na vyšívání a komolý jehlan. Do rámečku napnu fólii ze sáčku do odpadkových košů.

---

[1] Základní škola Františkovy Lázně, Česká 1, ředitelka Mgr. Jiřina Fajfrová

Vložím-li jehlan větší podstavou na fólii, která představuje „ledový škraloup", fólie tlak jehlanu vydrží. Změním-li podmínky tak, že položím jehlan na fólii menší plochou, jehlan fólii protrhne. Opět uděláme závěr, že při stejné hmotnosti, ale jiné ploše se tlak zvětšil a to natolik, že došlo k destrukci podložky. Odtud odvodíme správné chování na ledové ploše, dojde-li k jejímu prolomení a pokusu o záchranu postiženého. Abychom ukázali, že tlak závisí také na tlakové síle, pokus pozměníme takto. Na silnější fólii položíme těleso. Protože tvrdíme, že velikost tlaku závisí také na tlakové síle, zvětšíme ji položením dalšího tělesa na prvé těleso. Zvětšila se hmotnost, tedy se zvětšila i tlaková síla a dojde k protržení fólie.

A opět ze života uvedeme příklady, které s tímto pokusem souvisejí. Například přetěžování kamiónů na silnicích a následně vymačkávání kolejí do vozovky. Velká hmotnost lokomotivy umožňující pohyb po hladkých kolejích. V domácnosti použití lisu na česnek, otvíráků na konzervy. Dalším pokusem se můžeme zaměřit na zjevný rozdíl tlaku, který působí na podložku, nebo na závěs. Stejné těleso např. opět kvádr vložíme žákovi na nastavenou dlaň, a poté ho necháme stejné těleso držet na závěsu z provazu. Žák dojde k závěru, že těleso na závěsu je těžší. Při stejné síle (hmotnosti tělesa) tedy rozpozná různé účinky na ruku. Obměna tohoto pokusu spočívá ve dvou stejně hmotných tělesech, která vložíme na otevřené dlaně žáka. Působí stejná síla. Působí-li na stejnou plochu, žák prohlásí, že tělesa jsou stejná. Pokud změníme velikost plochy u jednoho tělesa jeho překlopením, žák oznámí, že toto těleso je lehčí – působí menší silou. Tyto pokusy je vhodné provést s jedním žákem a to ještě s úpravou – žákovi zavážeme oči. Opět můžeme navázat na zkušenosti ze života a to ucha u nákupní tašky, popruhy u batohů apod.

K poslednímu pokusu se dá využít auto ze stavebnice Merkur a modelína, nebo těsto na vizovické pečivo. Žákům připravíme plochu pokrytou modelínou nebo těstem a dáme jim autíčko s koly zbavenými pneumatik. Po přejetí takto upravené podložky se v podložce objeví rýhy po ráfcích. Obujeme-li pneumatiky a znovu autíčkem přejedeme po podložce stopy budou méně zřetelné nebo téměř nezřetelné. Opět zde tlak závisí na velikosti styčných ploch. Odvodíme, proč v druhém případě se auto do podložky tolik neboří? A zase navážeme na zkušenost se sněhem a botou bez lyže a opatřenou lyží.

V poslední kroku vybíráme příklady z praxe kolem nás a snažíme se najít souvislost mezi tlakem, tlakovou sílou a plochou. Rozebíráme, jak případně ovlivnit výsledek, aby vyhovoval našim záměrům.

Tedy:

- Auto se propadá v písku. Řešení: Podhustit pneumatiky – tedy zvětšit styčnou plochu.
- Ostrý nůž řeže lépe. Řešení: Malá styčná plocha – tedy možnost působení menší tlakové síly.
- Tenká injekční jehla způsobuje menší bolesti. Řešení: Malá plocha – působení menší síly.
- Terénní vozidla v měkkém terénu. Řešení: Zvětšit plochu pomocí pásů.
- Zapichování špendlíků, jehel. Řešení: Zvětšit plochu – větší hlavičky, použití náprstku.
- Přechod rohožky v lodičkách. Řešení: Přenesení síly na špičku boty – větší plocha.

Pokusy z fyziky na CD

Physical Experiments on CD-ROM

Stanislav Gottwald[1]

Abstract

The CD-ROM "Physical Experiments" was created within the optional seminar "The Selected Chapters from Physics" by the group of 2nd and 3rd-year students attending Gymnázium Špitálská (grammar school located in Prague 9). Not only does the CD-ROM capture the experimental part of the seminar, but it also stimulates individual experiment on the part of students. Certain sections may serve as a suggestion for students' self-study.

Úvod

Pokusy z fyziky na CD vznikly v rámci nepovinného semináře Vybrané kapitoly z fyziky, který na Gymnáziu v Praze 9 ve Špitálské ulici navštěvovali ve šk. roce 2003/04 studenti druhého a třetího ročníku.

Charakteristika semináře

Součástí semináře Vybrané kapitoly z fyziky jsou i teoretické partie zejména tzv. moderní fyziky – speciální a okrajově obecná teorie relativity, fyzika elementárních částic apod. Navštívili jsme také vybrané přednášky na MFF UK zaměřené na problémy současné fyziky (problémy tzv. černé hmoty ve vesmíru, radioaktivního záření a využití jaderné energie, úkoly spojené s hledáním tzv. Higssova bosonu apod.).

Vzhledem k tomu, že spolupracuji asi devět let na projektu ***Heuréka***, jsem přesvědčen, že podstatnou součástí výuky fyziky (ale zejména „seriozního" výzkumu) je experiment a týmová práce. Proto jsou dominantní součástí našich seminářů pokusy, které si připravují studenti samostatně. Při tom vzniká celá řada otázek a námětů, které je třeba prozkoumat a dále řešit. Některé pokusy si studenti začali zaznamenávat a zpracovávat v digitální podobě nejdříve s pomocí vlastní, později i školní techniky a softwaru, který škola obdržela od MŠMT v rámci projektu pod hlavičkou SIPVZ. Postupně se tak zrodila i myšlenka na prezentaci experimentální části semináře na CD. Studenti se pokusili zaznamenat především ty experimenty, které jsou na jedné straně efektnější (především vzhledem k jejich rozměrům), a přitom na straně druhé vzhledem k pomůckám poměrně dobře dostupné (event. vyrobitelné) bez významnějších finančních nákladů. Zároveň jsme se omezili na kapitoly probírané v prvních dvou ročnících gymnázia (mechaniku a termiku).

Cíle prezentace na CD

Cílem prezentace není pouze zaznamenat a popsat prováděné experimenty, ale být (pokud možno) i námětem k přemýšlení a samostatnému hledání. Domnívám se, že některé části mohou být s výhodou použity i při výuce nebo k samostatnému studiu a „bádání". Proto je mnohé z pokusů a s nimi související teorie stručně vysvětleno. Výsledky některých měření jsou však záměrně prezentovány pouze popisem doprovázeným videozáznamem a čtenář je do „děje vtažen" tak, že si musí část měření ze záznamu sám zrekonstruovat a dopočítat (viz např. měření rychlosti střely balistickou metodou). Některé části lze chápat vyloženě jako zdroj námětů pro samostatná měření (např. část o tření a valivém odporu, jehož prapůvodem byla měření prováděná na jednom z víkendových seminářů heuréky). Prostřednictvím digitální fotografie jsou zobrazeny a zvýrazněny i některé skryté části fyziky, které jistě potěší i oko neodborníka. (viz např. krása kapek a chování povrchové vrstvy kapaliny).

[1] RNDr. Stanislav Gottwald, Gymnázium, Špitálská 2, 190 00 Praha 9, E-mail: stanislav.gottwald@gymspit.cz

Struktura CD

Na titulní stránce CD je výchozí ikonka spouštějící samotnou presentaci. Je zde také umístěna fotogalerie se spoustou zajímavých fotografií, které ilustrují práci na semináři a v prezentaci zmiňované a pozorované jevy. Pro možnost další práce s textovou částí CD, jsou popisy některých experimentů včetně úvodního komentáře převedeny do formátu PDF, potřebné soubory je pak možno spustit z titulního formuláře. Zde lze také zhlédnou část z dokumentu, který o našem semináři točila a odvysílala ČT v rámci programu „Rodina a škola".

Vlastní prezentace je rozdělena do šesti sekcí: Atmosférický tlak (T. Kořínek), Měření rychlosti střely (F. Doškář, M. Host), Valivý odpor (J. Pašák), Molekulová fyzika – molekulová stavba kapalin (L. Divišová), Skupenské přechody (J. Havlíček) a Leidenfrostův jev (V. Kobetič). Každá sekce je členěna do několika kapitol. Ty je možno spouštět buď ze základní obrazovky po vybrání požadovaného názvu, nebo prostřednictvím hypertextových odkazů, jimiž jsou jednotlivé části mezi sebou provázány. Popisované pokusy a jejich části jsou ilustrovány přiloženými fotografiemi a krátkými videosekvencemi. CD je kolektivní prací převážně sedmi studentů (i když na semináři participovali i někteří další, ale při tvorbě CD se podíleli okrajově), hlavní „garanty" jednotlivých částí uvádím v závorkách za názvy sekcí. Největší břímě softwarového zpracování včetně designu spočívalo na bedrech posluchače 3. B Vladimíra Kobetiče.

Závěr

Doufám, že výše popsané CD nebude jen prezentací práce na semináři, ale (při troše neskromnosti) přispěje i k dalšímu rozvoji fyzikálního vzdělávání. Možná bude studentské zpracování pokusů zdrojem dalších námětů a otázek pro samostatné zkoumání, hledání a zpracování. A to by bylo jen dobře...

Když si fyzik chce hrát, vymyslí ASTROJAX

Renata Holubová[1]

Abstract

A new toy that allows to learn a lot of science. Simple experiments in physics can be done with astrojax. The toy is very simple – three balls on a spring. The fast spinning motion of the balls is based on the physical principles of rotational dynamics.

1 Beyblade

Každý rok kolem Vánoc zachvátí naše děti šílenství honby za hračkami, které jsou „in". Poslední vánoce byly ve znamení hry beyblade – v podstatě se jedná o lepší káču, kterou znali už naše babičky v nejrůznějších provedeních. Na www stránkách zájemci najdou obrázky i popis starších typů těchto rotujících válců, disků, panenek apod. Lze je vyrobit i CD disků, jak jsme už viděli při předešlých prezentacích.

Beyblade má rotační těleso pravidelného tvaru s kovovou osou rotace. Je vybaven speciálními útočnými obručemi a váhovými disky kruhového tvaru, takže tyto součásti mohou rotovat uvnitř vnějšího pouzdra.. Pro uvedení vnitřních částí do rotačního pohybu, vkládáme do beybladu ozubené odjišťovací lanko a prudce za ně zatáhneme.Tím uvedeme gyroskop do pohybu. Doplňky ve váhových discích, rozmístění přídavných závaží, ovlivňuje způsob rotace disku.

2 Astrojax

Hračka, která naše děti tolik nezaujala, ale která je velmi populární v zahraničí, je astrojax. Hračka, která stejně jako beyblade pracuje na fyzikálních principech rotační dynamiky. Atrojax je fyzika pohybu, rozvíjí smysl pro rovnováhu a koordinaci. Jako taková může být použita ve výuce fyziky v mnoha případech.

Astrojax byl vyvinut americkým fyzikem Larry Shawem. Při vývoji astrojaxu si ve fyzikální laboratoři hrál s maticemi, dentálními nitěmi a jejich kombinacemi začal vyvíjet svou hračku. Co se zprvu zdálo jako velmi jednoduché, bylo obtížné popsat matematicky. Úsilí trvalo téměř dva roky a bylo vytvořeno několik set prototypů než se Shaw rozhodl pro jeden model a nechal jej patentovat.

Další překážkou popularizace bylo najít podnik, který by hračku vyráběl – velké společnosti astrojax nepochopily, protože nebyl hračkou spadající do určitých daných kategorií. Shaw proto založil vlastní společnost na jeho výrobu, teprve od roku 2000 se švýcarská společnost ACTIVE PEOPLE ujala produkce a distribuce hračky po celém světě. Astrojax zvítězil v prestižních soutěžích hraček v USA a má tři záznamy v Guinnesově knize rekordů.

3 Co je astrojax?

Na první pohled tvoří astrojax jednoduchá konstrukce – tři vyvážené míčky z pěnového plastu spojené kouskem provázku, přičemž prostřední míček se může po provázku volně pohybovat (viz obrázek na str. 18). Každý míček je přesně vyvážen kovovým závažím umístěným uvnitř plastu. Rychlý kruhový pohyb míčků je založen na fyzikálních principech rotační dynamiky. Vlastnosti astrojaxu byly testovány na orbitální stanici NASA-mission STS-111 v rámci programu NASAs' TOYS IN SPACE.

[1] RNDr. Renata Holubová, CSc., Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta přírodovědecká, Katedra experimentální fyziky, Tř. 17. listopadu 50, 771 46 Olomouc, E-mail: holub@prfnw.upol.cz

4 Základní demonstrace

4.1 Pohyb planet – orbity

Vertikální orbity: Tvoříme-li vertikální orbity zjistíme, že provázek se nikdy nepřekříží přes střední míček. To proto, že vnější míček putuje na jeden konec provázku, prostřední míček rotuje v tomto směru velmi rychle. Ve skutečnosti prostřední míček rotuje rychleji, něž dokážeme pozorovat. Tak rychlá rotace je umožněna tím, že uprostřed míčku je závaží, které soustředí hmotnost míčku do blízkosti jeho středu. Stejného principu využívá krasobruslař při piruetě. Vnější míč obíhá kolem vnitřního. Stejně jako v případě Země – Měsíc žádný z míčů není v klidu, oba míčky jsou v pohybu. Prostřední míček klouče po provázku a opisuje svůj malý orbit, dochází ke ztrátě energie.

Horizontální orbit: Oba míčky obíhají po kružnici. Naše dráhy kolem Slunce a Měsíce kolem Země nejsou sice ideálně kruhové, ale elipsy se neliší mnoho od kružnic (Keplerovy zákony). U horizontálního orbitu prostřední míček neklouže po provázku.

Během horizontálních orbitů prostřední míček neklouže po provázku, energie se neztrácí vlivem tření. Proto horizontální orbity vydrží velmi dlouho bez jakéhokoliv pohybu ruky. Naopak při vertikálních orbitech prostřední míček klouže nahoru a dolů po provázku (posloucháme-li pozorně, lze slyšet šustění). Energie se ztrácí vlivem tření – udržení vertikálních orbitů vyžaduje pohyb ruky – dodání energie.

Odstředivá síla: Když se rychlost horizontálních orbitů zvyšuje, provázek připojený ke krajnímu míčku leží stále více horizontálně. Protože je provázek stále více horizontální, může vyvolávat větší sílu směrem dovnitř na krajní míč. To znázorňuje, že dostředivá síla potřebná k vytvoření kruhové dráhy se zvětšuje se zvyšující se obvodovou rychlostí.

4.2 Úloha

Najděte polohu obou míčků během horizontálního orbitu.

Celková délka lanka je l, $m_1 = m_2 = m$.
Předpokládáme, že obě hmotnosti se pohybují v horizontálních orbitech o poloměrech r_1, r_2.
Kruhová rychlost je obou případech stejná, rovna ω.

Aplikujeme Newtonovskou mechaniku, analyzujeme síly působící na každý míček o hmotnosti m. Každá síla má složku radiální a vertikální. Tím získáme rovnice pro neznámé ω, β, r_1, r_2 ,T (Tenze = napětí provázku). Rovnice jsou jen 4. Je třeba nalézt další rovnici pro uvedené neznámé – lze využít vztahů pro výpočet délky provázku

$$l = \frac{r_1}{\cos\beta} + \frac{r_1}{\cos\alpha} + \frac{r_2}{\cos\alpha}. \qquad (1)$$

Pro hmotnost m_1:

Radiální složka síly $m\omega^2 r_1 = T\cos\beta + T\cos\alpha$ (2)

Vertikální složka síly $T\sin\beta = T\sin\alpha + mg$ (3)

Pro hmotnost m_2:

Radiální složka síly $m\omega^2 r_2 = T\cos\alpha$ (4)

Vertikální složka síly $mg = T\sin\alpha$ (5)

Úpravou rovnic dostaneme $r_1 = r_2\left(1 + \frac{\cos\beta}{\cos\alpha}\right)$ (6)

$$\sin\beta = 2\sin\alpha$$
$$\cos\beta = \sqrt{1 - 4\sin^2\alpha} \qquad (7)$$

$$r_2 = \frac{l\cos\alpha}{\left(\frac{\cos\beta}{\cos\alpha} + \frac{\cos\alpha}{\cos\beta} + 3\right)} \qquad (8)$$

Nyní výsledek dosadíme do rov. (4), abychom mohli vypočítat ω^2, stále ale neznáme sílu T. Sílu T lze snadno zjistit z rovnice (5), takže dostaneme

$$\omega^2 = \frac{g}{l\sin\alpha}\left[\frac{\cos\alpha}{\sqrt{1-4\sin^2\alpha}} + \frac{\sqrt{1-4\sin^2\alpha}}{\cos\alpha} + 3\right] \qquad (9)$$

Pro malé úhly α: $\alpha \to 0 \Rightarrow \cos\alpha \to 1$ a $\sqrt{1-4\sin^2\alpha} \to 1$

Z rovnice (8) dostaneme $r_2 \to \frac{l}{5}$

Z rovnice (7) dostaneme $r_1 = 2r_2 \to \frac{2l}{5}$

4.3 Dvojité kyvadlo

Po drobné úpravě (ukotvení prostředního míčku) lze demonstrovat pohyb dvojitého kyvadla. Tento pohyb je chaotický, tzn. malá změna vnějšího parametru vede ke zcela novému pohybu. Zatímco řešení jednoduchého kyvadla je bez problému, řešení pohybových rovnic dvojitého kyvadla je složité – je třeba řešit vysoce nelineární rovnice. Použití počítačů umožňuje sledovat na appletech (které najdeme na www stránkách) pohyb spodního tělesa – opisuje chaotickou křivku. Stejný pohyb koná i spodní kulička astrojaxu. Applety lze najít např. na stránkách:

http://scienceworld. wolfram.com/physics/DoublePendulum.html

http://www.maths.tcd.ie/~plynch/SwingingSpring/doublependulum.html

Řadu dalších aplikací vám jistě vymyslí vaši žáci.

Literatura:

http://www.astrojax.co.uk/science.htm

Několik nápadů nejen z kroužků fyziky

Some Ideas not only from practical Physics Seminars

Miroslav Jílek[1]

Abstract

This paper describes several ideas from a program of practical seminar for high school students interested in Physics, which is organized at MFF UK in Prague. The ideas and experiments described here can be used in Physics lessons and seminars or for experimenting by anyone who is motivated.

Úvod

V příspěvku popisuji stručně několik námětů na experimentální práci se studenty v hodinách fyziky a různých fyzikálních seminářích. Většina uváděných námětů vychází z činnosti kroužků fyziky, které byly letos třetím rokem pořádány pro středoškolské studenty na KDF MFF UK v Praze. Program kroužků s fotodokumentací a podrobnějším popisem většího množství experimentů, které si studenti měli možnost vyzkoušet a blíže prozkoumat, se připravuje v elektronické formě pro prezentaci na internetu. Na web-stránkách [1] je zatím možné shlédnout studijní materiál týkající se srážek a rotací těles, který byl zpracován na základě části programu starších ročníků kroužků fyziky.

Fyzika s digitálním fotoaparátem

Digitální fotoaparát se stává stále více rozšířeným a dostupným zařízením, které může především ve spojení s počítačem, eventuelně s datovým projektorem, účinně sloužit jako pomůcka ve výuce fyziky i k vlastnímu zkoumání okolního světa. Způsobů využití digitálního fotoaparátu je jistě celá řada a na tomto místě uvádím pouze několik vyzkoušených možností vhodných pro další rozvíjení a zdokonalování.

Makrofotografie

Jedním z nejjednodušších způsobů využití digitálního fotoaparátu je pořizování detailních záběrů malých objektů. Toho lze využít například pro měření povrchového napětí vody. Injekční stříkačkou se silnější jehlou nebo tenkou kapilárou odkapáváme pomalu kapičky vody v těsné blízkosti pravítka s milimetrovou stupnicí. Těsně před odkápnutím se snažíme kapičky vyfotit proti pravítku z nejbližší možné vzdálenosti. Zvětšenou fotografii si prohlédneme na obrazovce fotoaparátu nebo lépe na počítači a můžeme tak poměrně přesně odhadnout velikost kapky i průměr protaženého „krčku" kapky před odkápnutím. Z velikosti kapky a obvodu „krčku" určíme známou metodou, viz například *Určení povrchového napětí kapaliny kapkovou metodou* v [2], povrchové napětí vody. Výhoda této metody spočívá především v možnosti pozorování reálného tvaru kapky během odkapávání.

[1] Mgr. Miroslav Jílek, UK v Praze, Fakulta matematicko-fyzikální, Katedra didaktiky fyziky, Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, E-mail: miroslav.jilek@matfyz.cz

Prohlížení makrofotografie zvětšené na počítači můžeme použít také pro zkoumání zdánlivě hladkých povrchů například papíru, kancelářské sponky, zápalky... a diskutovat například vznik třecí síly na těchto površích. Drobné předměty a povrchy můžeme samozřejmě dále fotografovat i pomocí lupy nebo mikroskopu, přičemž výsledek vidíme a můžeme upravovat mnohem rychleji než v případě klasické fotografie.

Zkoumání vrhů těles

Většina digitálních fotoaparátů umožňuje nahrávání krátkých videoklipů s rychlostí snímkování například 15 snímků za sekundu. Pomocí této funkce lze snadno zkoumat nejrůznější dynamické procesy. Výhodou oproti klasickému videu je jednodušší manipulace s nahraným videoklipem, který není příliš velký, a je možné ho okamžitě přehrát snímek po snímku na počítači nebo v samotném fotoaparátu.

Jako příklad může sloužit zkoumání trajektorií vrhů těles. Libovolný malý míček nebo jiný drobný předmět hodíme nebo vystřelíme pomocí jednoduchého praku před větší popsanou tabulí a zdálky tento vrh zaznamenáme jako video pomocí fotoaparátu. Následným přehráváním videoklipu snímek po snímku sledujeme polohy míčku v jednotlivých časových úsecích (např. patnáctinách sekundy) a tyto polohy zaznamenáváme na tabuli, což umožní zakreslit reálnou trajektorii vrhu (popsaná tabule usnadní určování poloh, na čistou tabuli lze dopředu narýsovat jednoduchou souřadnicovou síť). Ze vzdáleností uražených míčkem za příslušné časové okamžiky můžeme určovat průměrnou rychlost míčku v jednotlivých úsecích nebo můžeme z naměřenou trajektorií libovolně dále pracovat.

Stejným způsobem lze zkoumat také volný pád, pád většího lehkého předmětu (papírové koule, krabičky z pěnového polystyrenu...) v odporovém prostředí a nejrůznější jiné druhy pohybů.

Prostorové fotografie a videa

Zajímavou metodou přiblížení principu prostorového vnímání lidského zraku může být tvorba vlastních prostorových fotografií, které někdy bývají k vidění ve speciálních publikacích. K prohlížení těchto fotografií jsou potřeba brýle tvořené dvěma (pro každé oko jedním) barevnými filtry (foliemi nebo skly) například červeným a zeleným. Takové brýle bývají součástí zmiňovaných publikací, nebo je lze nahradit libovolnými filtry pro demonstraci skládání barev, eventuelně použít barevné foliové filtry pro osvětlovací reflektory.

Pro fotografii vybereme dostatečně „prostorový" objekt – například členitou místnost s různými předměty a osobami. Objekt vyfotíme ze stativu, fotoaparát posuneme rovnoběžně asi deset centimetrů stranou a vyfotíme stejný objekt ještě jednou (focené osoby by se mezi pořízením obou snímků neměli příliš pohybovat). Získáme tak dva mírně posunuté snímky, které je nutné zpracovat na počítači. Oba snímky (levý a pravý) převedeme v programu pro zpracování fotografií do stupňů šedé a vytvoříme si ještě jeden prázdný (černý) obrázek stejné velikosti jako fotografie. Pomocí funkce *sloučit kanály* všechny tři obrázky sloučíme, přičemž jeden (levý) snímek označíme jako červený kanál – R, druhý (pravý) snímek označíme jako zelený kanál – G a zbývající prázdný snímek označíme jako modrý kanál – B. Získáme tak červenozelenou fotografii, která pozorována červenozelenými brýlemi vytvoří prostorový obraz foceného objektu. Informace o prostorovém uspořádání je dána tím, že fotografie obsahuje dva překryté obrazy stejného objektu, focené z poněkud jiného úhlu. Při prohlížení odfiltrují brýle pro každé oko vždy jeden obraz, takže situace je obdobná pozorování objektu oběma očima, kdy také každé oko vidí objekt z poněkud jiného úhlu.

Pokud máme k dispozici dva stejné digitální fotoaparáty, můžeme se pokusit vytvořit dokonce prostorové video. Oba fotoaparáty připevníme těsně vedle sebe například k dřevěné liště tak, aby jejich objektivy směřovaly rovnoběžně. Na obou fotoaparátech spustíme současně nahrávání videa a pořídíme tak dva krátké videoklipy, každý snímaný z poněkud jiného úhlu. Další zpracování už je obdobné vytváření prostorové fotografie, jenom je zdlouhavější. Snímek po snímku musíme oba klipy sloučit a z takto vytvořených snímků zpětně složit celou animaci. Počet skládaných snímků samozřejmě závisí na délce pořizovaného videa. Pro tento proces si „počítačově zdatní" zájemci mohou samozřejmě vytvořit také krátký program.

Prostorové fotografie i videa si lze prohlížet buď přímo na monitoru počítače nebo, což je efektnější, promítaná (v setmělé místnosti) pomocí projektoru. Podobného principu využívají také prostorová kina typu IMAX, kde jsou ale místo dvou barevných obrazů současně promítány dva (posunuté) příčně polarizované obrazy, které se prohlížejí pomocí brýlí s příčně polarizovanými skly.

Zrcátkový dálkoměr

Jednoduché zařízení pro měření vzdáleností lze vyrobit ze dvou latí – například 1 m dlouhých, zrcátka a sklíčka (například podložního sklíčka k mikroskopu). Latě spojíme na jednom konci hřebíkem nebo šroubem, který slouží jako čep, kolem kterého se mohou latě otáčet. Ke spodní lati připevníme těsně za čep pomocí dřevěného hranolku zrcátko tak, aby svíralo s latí úhel 45 °. Sklíčko z jedné strany začadíme v plameni svíčky (některá místa mohou být začazena více, některá méně) a vytvoříme tak polopropustné zrcátko, které odráží nezačazenou plochou. Sklíčko umístíme opět pomocí malého dřevěného hranolku na opačný konec horní latě, než je čep, okolo kterého se otáčí. Vzniklý dálkoměr je tedy tvořen dvěma rovnoběžnými zrcátky (jedním polopropustným) umístěnými (šikmo k latím) na vzdálenost latě od sebe. Při mírném pootáčení latí vůči sobě se mírně mění úhel mezi zrcátky.

Měření pomocí dálkoměru provádíme tak, že držíme spojené latě vodorovně před sebou (jako příčnou flétnu) a díváme se na vzdálený objekt skrz polopropustné sklíčko. Odrazem od sklíčka zároveň vidíme obraz objektu z druhého (bočního) zrcátka. Mírným posouváním volných konců latě vůči sobě se nám oba obrazy posouvají vůči sobě a při jejich překrytí zaznamenáme úhel, který svírají latě a tedy i zrcátka. Měřený úhel je velmi malý, proto si předem na konec jedné latě nakreslíme část úhloměrné stupnice se středem v ose otáčení latí. Tuto stupnici můžeme pro přesnější odčítání vybavit jednoduchým noniem.

Před měřením vzdáleností je třeba srovnat zrcátka, aby byla přesně rovnoběžná při nulovém úhlu mezi latěmi. To uděláme tak, že pozorujeme hodně vzdálený objekt (nejlépe Slunce za mraky nebo při západu) a při překrytí obrazů si označíme nulový úhel.

Vzdálenost pozorovaného objektu určíme jednoduše z pravoúhlého trojúhelníka jehož kratší odvěsnu tvoří spojnice mezi zrcátky, druhou odvěsnu představuje paprsek přicházející z měřeného objektu do oka skrz polopropustné sklíčko, přeponu představuje paprsek přicházející z objektu do bočního zrcátka. Úhel mezi přicházejícími paprsky (v Astronomii nazývaný paralaxa) je díky zákonu odrazu dvojnásobkem úhlu sevřeného zrcátky. K určení vzdálenosti tedy stačí znát vzdálenost mezi zrcátky a úhel, který svírají.

Přesnost měření vzdáleností záleží především na přesnosti určení úhlu mezi zrcátky. Při vzdálenostech kolem 100 m lze dosáhnout odchylky menší než 0,5 m.

Obdobný princip měření vzdáleností se kromě astronomických měření vzdáleností využívá například u dálkoměrů v některých starších typech fotoaparátů nebo u velkých dálkoměrů umístěných na námořních bitevních lodích.

Ještě jednodušší podobný model přibližující funkci dálkoměru tvořený dvěma obyčejnými zrcátky demonstroval doc. L. Dvořák na jednom ze starších ročníků seminářů pro budoucí učitele fyziky na Malé Hraštici, viz [3].

Louskáček na ořechy

Jak velká síla je potřebná k rozlousknutí vlašského ořechu? Louskáček sestrojený podle námětu v [4] to umožňuje změřit.

Louskáček je tvořen dřevěným rámem asi 50 cm dlouhým a 10 cm vysokým k jehož kratší straně dosedá dřevěný hranolek otočný na jednom konci kolem šroubu, který je pomocí dvou kovových pásků spojen s rámem. Mezi volný konec otočného hranolku a horní část rámu se vkládá ořech. Podél horní dlouhé strany rámu je potom napnuté pevné ocelové lanko, které je na jednom konci přišroubováno zboku k rámu, na druhém konci prochází těsně nad ořechem otvorem v otočném hranolku a je ukončeno uzlem za kovovou podložkou. Napnutí lana je zajištěno dřevěným klínkem s podélnou drážkou, který se vkládá mezi podložku a otočný hranolek.

Po vložení ořechu do louskáčku a dopnutí lanka podržíme jednou rukou pevně dřevěný rám a druhou rukou zatáhneme za lanko v jeho středu směrem nahoru. Síla, která přitom k sobě svírá rám s otočným hranolkem a způsobuje rozlousknutí ořechu je mnohem větší než síla, kterou působíme na lanko.

Velikost síly F_1, kterou působíme na lanko můžeme měřit pomocí siloměru nebo mincíře. Pokud zároveň změříme pravítkem výšku d do které natáhneme lanko nad rám a délku rámu L, můžeme z podobnosti trojúhelníku tvořeného rámem s drátem a trojúhelníku daného působícími silami určit jednoduše velikost síly F_2 působící na ořech jako:

$$F_2 = \frac{L}{4d} F_1$$

Je zajímavé, že pevnost vlašského ořechu velmi závisí na směru, kterým se ho snažíme rozlousknout. Nejpevnější je, působíme-li silami kolmo na rovinu danou spojením obou polovin skořápky. Síla napínající lanko může být v takovém případě tak velká, že dojde k jeho přetržení.

Velikost síly potřebné k rozlousknutí ořechu lze také ověřit pomocí osobní váhy, na kterou položíme dřevěné prkénko s ořechem a přikryjeme druhým prkénkem. Horní prkénko potom postupně zatěžujeme nohou, dokud ořech nepraskne. Hmotnost, kterou ukazuje váha těsně před prasknutím ořechu určuje tíhu způsobující rozlousknutí ořechu.

Závěr

Některé další nápady realizované na kroužcích fyziky pro středoškolské studenty jsou popsány a v elektronické podobě přístupné na internetu, například co vše se dá zjistit z ohýbání obyčejných špejlí, viz [5].

Jiné realizované náměty jako pokusy s mikrovlnkou, lupy a mikroskopy z kapky vody, dírkové a štěrbinové (zkreslující) komory, zkoumání tepelné vodivosti a vyzařování látek a další jsou spolu s podrobnějším popisem námětů uváděných v tomto příspěvku připravovány pro umístění na webu.

Literatura

1. JÍLEK, M. *Srážky a rotace.* http://fyzweb.cuni.cz/dilna/krouzek/uvod.htm
2. BARTUŠKA, K., SVOBODA, E. *Fyzika pro gymnázia – Molekulová fyzika a termika,* Praha : PROMETHEUS, 2000.
3. DVOŘÁK, L. *Jarní soustředění pro posluchače učitelství fyziky a „spřízněné duše" na Malé Hraštici.* http://kdf.mff.cuni.cz/Hrastice/index.htm
4. DOWNIE, N. A. *Vacuum bazookas, electric rainbow jelly, and 27 other Saturday science projects.* Princeton : Princeton University Press 2001.
5. JÍLEK, M. *Ohýbání špejlí.* http://fyzweb.cuni.cz/dilna/spejle/spejle.htm

Fyzikálny experiment v elementárnom vzdelávaní

Physical experiment in primary science

Jana Kopáčová[1]

Abstract

The younger pupils encounter elementary physics knowledge in primary science classes. What they are being taught is often different from their own ideas and experiences. Physical experiment is a way of changing it. It is a very popular activity for young pupils, but is preparation-intenzive. In this article we will show some of the ways in which a textbook can assist the teacher.

Úvod

Deti majú neuhasínajúci záujem o všetko, čo ich obklopuje. Od malička pozorujú a skúmajú aj prírodné javy a deje, vytvárajú si vlastný obraz sveta, tzv. naivné teórie alebo intuitívne představy. Tento obraz možno prirovnať k mozaike, vzniká postupne, upresňuje sa a dotvára v závislosti od veku, schopností a podnetov. Nie je vždy správny ani úplný, ale stačí na riešenie situácií, s ktorými sa dieťa stretáva.

Výskumy ukázali, že tieto **intuitívne predstavy** alebo **naivné teórie** (viď práce Gavoru, Pupalu, Helda) sú silne vžité, a ak ich škola ignoruje, dieťa si osvojí nové vedomosti len povrchne, nepoužíva ich a po čase sa vracia naspäť k starým predstavám, aj keď sú nesprávne.

1 Fyzikálny experiment na 1. stupni ZŠ

Vytváranie adekvátnych **predstáv** je zložitý proces. Čím je objekt zložitejší, tým dlhšie trvá vytvorenie správnej predstavy. Treba si uvedomiť, že žiak na 1. stupni ZŠ nie je ešte schopný osvojiť si **pojem** na základe definície. Ak sa chceme vyhnúť učeniu naspamäť, musíme dosiahnuť, aby žiaci preberanému prírodnému javu rozumeli. Deti si utvárajú predstavy o svojom okolí, teda aj o prírode a prírodných javoch, na základe zmyslového vnímania. Do vyučovania treba zaraďovať experimenty, ktoré môžu žiaci realizovať samostatne, pretože sú podľa J.Piageta v „konkrétno-operačnej fáze" myslenia, v ktorej sú schopní veľa sa naučiť a pochopiť, ak môžu manipulovať s konkrétnymi objektmi.

Je mnoho jednoduchých fyzikálnych experimentov, ktoré môžu byť pre deti vzrušujúce. Deti sú prirodzení vedci, experimentátori. Ochotne budú objavovať, skúšať a hľadať odpovede, ak im to umožníme.

2 Fázy fyzikálneho experimentu

Fyzikálny experiment na 1. stupni ZŠ má svoje špecifiká, ale jednotlivé fázy je nutné dodržať:

1. **Zadanie problému.** Je to vhodne položená otázka. Otázka, ktorá súvisí s preberanou témou a vieme na ňu nájsť odpoveď experimentovaním, bádaním. Napr. *Dá sa vzduch stlačiť? Do akej vzdialenosti pôsobí môj magnet? Ako rýchlo sa rozpustí cukor vo vode?*

[1] RNDr. Jana Kopáčová, CSc., Univerzita Komenského v Bratislave, Pedagogická fakulta, Katedra matematiky, Moskovská 3, 813 34 BRATISLAVA, E-mail: kopacova@fedu.uniba.sk

Problém obyčajne stanoví učiteľ, veľmi často s pomocou učebnice, ale môžu ho navrhnúť aj žiaci. Mladší žiaci majú mnoho nezodpovedaných otázok, aj keď nie všetky sú vhodné na experimentovanie. Je úlohou učiteľa zistiť, či žiaci majú záujem o riešenie navrhnutého problému, či sa v triede nachádza žiak, ktorý má vlastnú teóriu, prípadne už niekedy taký experiment robil.

2. **Návrh postupu.** Je to odpoveď na otázku *Ako to urobíme/ukážeme/zistíme?* Ak chceme žiakov naučiť rozmýšľať, mali by najskôr sami porozmýšľať a navrhnúť postup. Učiteľ im otázkami pomáha a na záver postup zhrnie do bodov. Je to aj dobrá kontrola pre učiteľa ako žiaci problém chápu, ktoré vlastnosti alebo javy dávajú do súvislostí. Nie vždy bude tento proces rýchly a jednoznačný, ale má veľký význam pre rozvoj myslenia a tvorivosti. Práve v tejto fáze môže kvalitná učebnica podporiť bádavého ducha, alebo naopak ubiť radosť z experimentu. (Podrobnejšie, aj s ukážkami, sa tomu budeme venovať vo svojom vystúpení.)

Pomôcky – z návrhu postupu nám vyplynú pomôcky. Pripraviť pomôcky môžeme aj vopred a použiť ich ako nápovedu pri hľadaní postupu. Aké pomôcky máme požívať na 1. stupni ZŠ? Je vhodnejšie používať predmety, s ktorými dieťa prichádza denne do styku, ako špeciálne pomôcky, aj keď to čiastočne závisí od povahy fyzikálneho experimentu. Bežné predmety sú žiakom bližšie a ľahšie začleňujú získané poznatky do života, ale plnia aj druhú funkciu. Mladší žiaci majú tendenciu viackrát opakovať experiment, najmä ak je výsledok v rozpore s ich očakávaním, na čo obyčajne na vyučovaní nie je čas. Použitie bežne dostupných pomôcok im umožní opakovať experiment aj doma, pričom často objavia nové súvislosti, alebo nové problémy. Vydarený experiment žiaka napĺňa hrdosťou, zvyšuje jeho sebavedomie a motivuje ho do ďalšieho objavovania.

Na druhej strane, ak chceme napr. objaviť zákonitosti sériového a paralelného zapojenia, je elektronická stavebnica vhodnejšia ako drôtiky a žiarovky, lebo umožňuje rýchlejšie a prehľadnejšie zostavenie elektrického obvodu. Opäť je to učiteľ, kto musí rozhodnúť aké pomôcky sú vhodnejšie, prípadne má k dispozícii.

3. **Vyslovenie predpokladu.** Skôr ako začneme experimentovať, máme nejakú predstavu, očakávanie, čo sa stane. Je užitočné, ak si to uvedomíme, čomu napomáha formulovanie a vyslovenie predpokladu, hypotézy. Deti niekedy len hádajú, inokedy už majú nejaké skúsenosti, ktoré ich názor ovplyvňujú.

4. **Realizácia.** Pokus uskutočňujeme podľa dohodnutého postupu. Niekedy môže byť postupov viac, necháme každú skupinu vyskúšať svoj vlastný. Predovšetkým dbáme na poriadok a bezpečnosť pri práci. Aj to sa žiaci musia naučiť. Veľmi cenné je, keď žiaci prichádzajú s nápadom na zmenu usporiadania alebo podmienok experimentu. Podnietime ich záujem, vyzveme ich, aby zistili či a ako zmena ovplyvnila výsledok. Mnohé deti to robia preto, že pokus neprebieha podľa ich očakávania. O svojej teórií sú také presvedčené, že očakávaný výsledok sa snažia dosiahnuť najskôr opakovaním a potom aj zmenou experimentu. Je to tvorivá činnosť, ktorá naviac učiteľovi prezradí, ako dieťa rozmýšľa.

Pozorovanie. Počas celej činnosti pozorujeme jav. Zo začiatku, alebo keď ide o zložitejší pokus, upozornite svojich žiakov, na čo majú zamerať svoju pozornosť. Nie je pre dieťa vždy jednoduché zistiť, čo má pozorovať. Vhodná je práca v skupine, kde sa žiaci navzájom podporujú a dopĺňajú.

5. Súčasťou vedeckej práce je aj systematické **robenie záznamov** z pozorovania a experimentovania. Pre mladšieho žiaka je to ešte pomerne náročná činnosť, preto si treba dopredu premyslieť, akú formu bude mať záznam. Môže to byť kresba, vyplnenie vopred pripraveného záznamového hárku alebo to celkom necháme na žiakov. Záznamy môžeme robiť aj podľa vopred dohodnutej šablóny [1], žiaci si na ňu rýchlo zvyknú a budú samostatnejší.

6. Zhodnotenie pokusu, **vyvodenie záverov** - zistenie, či náš predpoklad bol správny, či sme našli odpoveď na svoju otázku. Túto fázu nikdy nesmieme preskočiť. Bez nej si žiaci neujasnia pozorovaný jav a môžu dospieť k mylným záverom. Žiakov treba upozorniť na to, že ani skutočným vedcom sa vždy hypotéza nepotvrdí. Každý výsledok je cenný, lebo nám pomáha nájsť správne riešenie, núti nás zamyslieť v čom a do akej miery sme sa mýlili, môžeme hľadať ďalšiu odpoveď.

3 Plánovanie fyzikálneho experimentu

Pri plánovaní činností treba pamätať na to, že pre mladších žiakov **nie je cieľom prírastok faktov**, ani úplné pochopenie prírodných dejov. Aktivity pomáhajú žiakom postupne prechádzať z detského sveta zázrakov a nepochopiteľného, do sveta informácií a faktov, do sveta dospelých. Jednotlivé spontánne experimenty musí riadiť učiteľ, len on ich vie skĺbiť do vyučovacieho programu. Popri získavaní základných vedomostí, si žiaci rozvíjajú manuálne zručnosti, schopnosť pozorovať, porovnávať, rozlišovať, triediť a zdôvodňovať, naučia sa experimentovať, pracovať samostatne aj v kolektíve, učia sa tvorivo a kriticky myslieť. Všetky tieto schopnosti budú neskôr potrebovať nielen v ďalšom vzdelávaní, ale v každodennom živote vôbec.

Nebudeme tajiť, že takýto spôsob vyučovania je pre rozvoj žiakov veľkým prínosom, ale zároveň – hlavne zo začiatku – je pre učiteľa veľmi náročný. Predovšetkým pri skupinovom vyučovaní a robení experimentov je v triede pracovný hluk a pohyb. Neskúsený učiteľ môže mať problémy s udržaním disciplíny a teda aj bezpečnosti. Veľkosť, rozmiestnenie a počet skupín treba vopred dobre premyslieť. Zo skúsenosti vieme, že učiteľ stačí pomáhať najviac šiestim skupinám a ideálny počet členov v skupine je 3 až 4 žiaci (maximálne 5). Ale to nemusí byť pravidlo. Veľmi záleží na téme experimentu a na tom, či žiaci pracujú v skupinách po prvý krát, alebo je takýto spôsob vyučovania pre nich bežný a sú teda samostatnejší.

Záver

Učiteľovou úlohou je poskytnúť žiakom dostatok podnetov a možností na získanie vedomostí aj kompetencií učiť sa. Oboznamovanie žiakov s metódami vedeckej práce a primeraný výcvik v nich je účinným prostriedkom rozvíjania myslenia a utvárania pozitívneho vzťahu k duševnej práci a záujmu o poznanie. Ak sa nám podarí dodať dieťaťu dostatok primeraných podnetov, naplno a navždy vzbudíme jeho zvedavosť a teda záujem o vzdelanie.

Literatúra:

1. KOPÁČOVÁ, J. Rozvoj kritického myslenia v prírodovede. In Kolláriková, Z. a kol. *Rozvoj kritického myslenia na ZŠ*. Bratislava : Iuventa, 1997.
2. KOPÁČOVÁ, J., KUBOVIČOVÁ, M. *Prírodoveda pre 3. ročník ZŠ*. Metodické poznámky. Bratislava : Orbis Pictus Istropolitana, 2002.

Fyzika pro nejmenší aneb hrajeme si s fyzikou

Physics for the Young Children – We Play with Physics

Věra Koudelková[1]

Abstract

This article describes physics club for young pupil (age 7-9) and various activities that performed this club.

Na ZŠ Červený Vrch[2] je již více než pět let tradicí kroužek fyziky pro děti z prvního stupně. V pozici vedoucího kroužku se za tu dobu vystřídalo několik studentů Matematicko-fyzikální fakulty UK, já jsem letos vedla kroužek druhým rokem. Kroužek vedu jednu vyučovací hodinu týdně pro cca 15 dětí.

Je možné učit fyziku už „druháčky" a „třeťáčky"?

Ta otázka je trošku provokativní. Samozřejmě že to lze – bylo by možné děti donutit sedět v lavicích a hodinu jim u tabule vykládat něco, čemu nikdo z nich nebude rozumět ☺. To samozřejmě není mým cílem. Proto jsem se možná měla zeptat jinak – Je možné učit „druháčky" a „třeťáčky" fyziku tak, aby z ní něco měli, aby ji chápali a aby je bavila?

Po zkušenostech z tohoto kroužku tvrdím, že to lze. Několik lidí se mě ptalo, co můžu s takhle malými dětmi dělat za fyziku. Všem odpovídám stejně – neděláme s dětmi žádnou složitou fyziku, ale hrajeme si s fyzikálními pokusy. Mé zkušenosti ukazují, že děti takhle podanou fyziku na své úrovni chápou a baví je, což je pro ně možná důležitější.

Několik příkladů témat:

- **Elektrické obvody**

S dětmi zapojujeme závodní okruh pro mravence, kteří běhají v drátech. Jako start i cíl slouží baterie, žárovku mravenci rozsvítí, když přes ní přeběhnou. S touto představou jsou děti schopny zapojit sériový i paralelní obvod s několika žárovkami, vypínačem, odporem...

To, že v drátech tímto způsobem vlastně žádní mravenci neběhají, dětem sice řeknu, ale jak je to doopravdy, jim nevysvětluji, protože to je pro ně už příliš abstraktní.

- **Optika**

Děti tužkou prochází bludiště nakreslené na papíře a dívají se přitom pouze do zrcátka, posílají „prasátka" na určené místo přes jedno i více zrcátek. Každé z dětí si vyrobilo kaleidoskop (krasohled) a podívalo se do „nekonečna" vytvořeného ze dvou zrcátek. Zkoumali jsme, jak funguje periskop, odrazka na kole... Vyšli jsme s dětmi na hřiště a vypalovali jsme lupou díry do papíru, pomocí lupy jsme kreslili na papír obrázky...

- **Magnetismus**

S dětmi zkoumáme, co všechno umí magnety, vyrábíme pomocí magnetů a pilin obrázky, pomocí kterých určujeme póly magnetů... Většinou si děti po několika minutách „vychovají cvičené magnety", které na jejich pokyn běhají, točí se, honí se po stole apod. ovládány jiným magnetem pod stolem.

---

[1] Věra Koudelková, studentka učitelství MFF UK Praha, E-mail:vkoudelkova@centrum.cz

[2] ZŠ Červený Vrch, Alžírská 680, 160 00 Praha 6

- **Chromatografie**

S dětmi zjišťujeme, co se stane, když udělají fixou tečku na papír, který potom namočí; jaké barvy se z které fixy vynoří. Poté děti tímto způsobem kreslí různé obrázky.

- **Hodiny**

Všimla jsem si, že se děti velmi zajímají o hodiny, které vyráběly děti na druhém stupni a které byly ve třídě na výstavce. Rozhodla jsem se proto s nimi hodiny také vyrobit. Poté, co jsem jim pro inspiraci ukázala několik různých typů hodin, jsem je nechala vyrobit hodiny vlastní. Za přibližně půl hodiny vznikly velmi originální konstrukce více či méně funkčních hodin – např. kombinace přesýpacích a ohňových hodin, zajímavá konstrukce svíčkových hodin apod.

- **Kouzla**

Hodina před Vánoci je jako stvořená pro speciální hodinu. Ukázala jsem proto dětem několik „fyzikálních kouzel", které jsme si i vysvětlili. Jako inspiraci pro tuto hodinu jsem použila sbírku kouzel: J. Reichl – Magická fyzika, viz http://vyuka.panska.cz/Reichl.

Je asi zřejmé, že některými tématy se s dětmi zabýváme několik týdnů, s některými jen jednu hodinu.

Má smysl učit děti fyziku už na prvním stupni?

Z výše uvedené ukázky témat je vidět, že některými tématy se budou děti znovu zabývat na druhém stupni. Je proto možné namítat, že děti, které už například zapojovaly elektrické obvody v kroužku, se budou při výuce tohoto tématu na druhém stupni nudit. Zkušenost učitelů druhého stupně je právě opačná. Děti, které se s tím již setkaly v kroužku, říkají: „Jé, to jsme dělali, to bylo pěkné" ale většinou si moc nepamatují podrobnosti. Učitelé je občas mohou využít k tomu, aby pomohly svým spolužákům.

Druhým důvodem, proč si myslím, že to má smysl, je boření klasické představy o fyzice. Většina lidí má představu fyziky jako těžké, abstraktní vědy, které „nikdo normální nerozumí". Dost často rodiče tuto představu přenášejí na své děti. V kroužku děti naopak zjistí, že fyzika může být zábava a tuto představu si odnesou i na druhý stupeň.

Možnou námitkou pro vedení takovéhoto kroužku je potřeba mnoha pomůcek, které se musí koupit. Je sice pravda, že já mám k dispozici velmi dobře vybavený kabinet, ale pomůcky, které převážně potřebuji, lze koupit za pár korun v libovolném papírnictví – většinou si vystačíme se špejlemi, brčky, papíry, špendlíky apod. Kromě toho si myslím, že zrcátka, lupy a magnety patří k běžnému vybavení snad všech fyzikálních kabinetů.

Za dva roky, po které kroužek vedu, jsem se setkala s několika problémy, o kterých se vyplatí zmínit:

- Děti jsou odpoledne, po několika hodinách sezení v lavici velmi neklidné a rozjívené. Je proto těžké je udržet alespoň chvíli sedět na místě.
- Ze začátku jsem si neuvědomovala, že pro tyto děti není psaní samozřejmostí a nejsou proto zvyklé si všude nosit s sebou penál. Jestliže tedy chci, aby něco kreslily, musím pro každé z nich vzít tužku.
- Děti nejsou zvyklé pracovat se sirkami. Pro některé z nich je proto zajímavé už pouhé zapalování svíčky, protože sirky nikdy neměly v ruce a neumí škrtnout. Pro práci s ohněm je samozřejmě nezbytná kázeň a klid ve třídě.

Pokud byste chtěli vést podobný kroužek a měli byste zájem o detailnější zkušenosti, kontaktujte mě na výše uvedené e-mailové adrese. Vedete-li podobný kroužek, budu vděčná za výměnu zkušeností.

Netradiční měřicí přístroje 4: Měření krátkých časů

Non-traditional Measuring Instruments 4: Measuring of short Times

Leoš Dvořák[1]

Abstract

A simple device for measuring of short time intervals using charging of a capacitor is described. At schools it can be used to motivate the investigation of behaviour of RC circuits. Time intervals which can be measured range since tens of microseconds or less to at least seconds. As an example a measurement of a time of a collision of a hammer hitting an anvil is described.

Úvod

Tento příspěvek navazuje na sérii příspěvků s analogickými názvy (viz např. [1]) prezentovaných na minulých ročnících „Veletrhu nápadů". I v tomto případě jde o námět na experiment resp. sérii experimentů využitelných ve výuce fyziky na SŠ – a s případnými zájemci např. v rámci kroužku fyziky již od ZŠ. Základní experiment byl vyzkoušen na Jarním soustředění pro posluchače učitelství fyziky na Malé Hraštici (viz [2]) v květnu 2004.

Motivace: úder kladiva na kovadlinu

Udeříme-li kladivem na kovadlinu, odrazí se. Chvíli ovšem byly kladivo a kovadlina v kontaktu. Jak dlouho ten kontakt trval? Jinými slovy: ***Jak dlouho trval úder?***

Podobný problém můžete žákům a studentům předložit buď přímo nebo v rámci mechaniky v partiích zabývajících se souvislostí síly a časové změny hybnosti. Známe-li totiž hybnost kladiva před dopadem a předpokládáme-li, že jde o pružný ráz a kovadlina je výrazně hmotnější než kladivo, je charakteristická velikost síly úderu rovna $F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{2p}{\Delta t}$, kde Δt je doba trvání úderu.

Sledujeme-li kladivo a kovadlinu, může se nám doba úderu zdát „nezměřitelně malá". Mladší generace žáků a studentů ovšem asi nebude překvapena, že ji lze změřit pomocí počítače, například systémem ISES. (Šlo by též využít zvukové karty a vhodného programu.) Spojíme-li jednu svorku měřicí karty s kovadlinou a druhou přes baterii a rezistor s kladivem, teče při dotyku kladiva a kovadliny proud. Průběh proudu lze na počítači zobrazit a odečíst, jak dlouho dotek trval. Takto se daný experiment již léta provádí v přednáškách z mechaniky pro 1. ročník na MFF UK.

Šlo by to i bez počítače? Uvidíme, že ano. Dokonce tak můžeme měřit i výrazně kratší časy, s nimiž by některé počítačové měřicí systémy už mohly mít potíže. Navíc náš experiment bude pěknou motivací pro zkoumání vlastností kondenzátoru, resp. kombinace RC. Vlastně celé naše zařízení nebude ani žádný „měřicí přístroj", ale několik součástek, které lehce propojíme dohromady – a nevyjdou nás na víc než pár korun.

[1] Doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc., Karlova univerzita v Praze, Fakulta matematicko-fyzikální, Katedra didaktiky fyziky, Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, E-mail: Leos.Dvorak@mff.cuni.cz

Jednoduché měření – a něco málo výpočtů pro středně pokročilé

Naše měření využije nabíjení kondenzátoru. Na počátku měření je kondenzátor vybit. Svorky A a B jsou spojeny s kladivem a kovadlinou. Při doteku kladiva a kovadliny se kondenzátor přes rezistor R začne nabíjet. Z výsledného napětí na kondenzátoru můžeme určit, jak dlouho byly svorky spojeny.

Celý proces samozřejmě můžeme popsat teoreticky – stačí si vzpomenout, cože jsme to slýchali někde v prvním ročníku vysoké školy. Označíme-li napětí baterie U_b a napětí na kondenzátoru U, teče do kondenzátoru proud $I = \frac{(U_b - U)}{R}$. (Proud tekoucí voltmetrem zanedbáme.) Za čas Δt přiteče do kondenzátoru náboj $\Delta Q = I \cdot \Delta t$, takže se napětí na něm zvětší o $\Delta U = \frac{\Delta Q}{C} = \frac{(U_b - U) \cdot \Delta t}{(R \cdot C)}$, z čehož po vydělení Δt a limitě $\Delta t \Delta 0$ dostaneme krásnou diferenciální rovnici $\frac{dU}{dt} = \frac{(U_b - U)}{(R \cdot C)}$, jejíž řešení pro danou počáteční podmínku je $U = U_b \cdot (1 - \exp(-\frac{t}{T}))$, kde časová konstanta $T = RC$. Odtud $t = -T \cdot \ln(1 - \frac{U}{U_b})$.

Takhle se dá vztah mezi časem t a napětím U popsat na úvodní vysokoškolské úrovni. S podrobnějším komentářem lze podobné odvození prezentovat i vážnějším zájemcům z řad středoškoláků např. na kroužku fyziky, zejména pokud jim chceme ukázat, jak šikovnou věcí jsou pro fyziku diferenciální rovnice. Pro „normální lidi" se naštěstí obejdeme i bez nich.

Jak to spočítat zcela jednoduše

Výpočet času se výrazně zjednoduší, pokud je napětí U na kondenzátoru podstatně menší než napětí baterie. Pak je proud I tekoucí do kondenzátoru prakticky konstantní. Náboj kondenzátoru, a tedy i napětí na něm, proto roste přímo úměrně s časem.

Jednoduše lze vše vysvětlit na konkrétním případě, kdy kondenzátor budeme nabíjet z ploché baterie o napětí $U_b = 4{,}5$ V přes rezistor o odporu $R = 4{,}7$ kΩ. Do kondenzátoru pak teče proud přibližně 1 mA. Za 1 milisekundu přiteče do kondenzátoru náboj asi 1 mikrocoulomb. ($\Delta Q = I \cdot \Delta t = 10^{-3}A\cdot 10^{-3}$s $= 10^{-6}$C).

Má-li kondenzátor kapacitu $C = 100$ μF $= 10^{-4}$F, stoupne na něm za uvedenou 1 ms napětí o 1 μC/100 μF = (1/100) V, tj. o 10 mV. ($\Delta U = \Delta Q / C = 10^{-6}C/10^{-4}$F $= 10^{-2}$V). Jedné milisekundě proto odpovídá 10 milivolt, desetině milisekundy 1 milivolt.

S danými hodnotami součástek tedy stačí naměřené napětí v milivoltech dělit deseti a dostaneme čas v milisekundách. Spokojíme-li se s přesností řádu procent, můžeme takto měřit časy do desítek milisekund. Porovnání s přesným vzorcem odvozeným výše ukáže, že ještě pro 40 ms činí chyba méně než 5 %.

Vnitřní odpor voltmetru a další vlivy

Až dosud jsme považovali vnitřní odpor voltmetru za nekonečný. V reálném zapojení se kondenzátor bude přes vnitřní odpor voltmetru R_V vybíjet. Jak to ovlivní naše měření?

Malé digitální multimetry, které můžeme pro měření použít, mají vnitřní odpor $R_V = 1$ MΩ. Pro $C = 100$ μF je časová konstanta $T = R_V C = 100$ s. Z toho lze odvodit, že za 1 s poklesne napětí na kondenzátoru o 1 %. Odečteme-li tedy hodnotu napětí během několika prvních sekund po úderu kladiva na kovadlinu, bude chyba daná vybíjením přes vnitřní odpor voltmetru řádu procent.

Vybíjení kondenzátoru můžeme dokonce s výhodou využít pro ***kalibraci*** našeho měření. Kondenzátor s kapacitou 100 mikrofarad je totiž téměř jistě elektrolytický – a u těchto typů kondenzátorů se skutečná kapacita často odchyluje od výrobcem udané hodnoty. (Většinou bývá spíše vyšší.) Chceme-li časy měřit přesněji, musíme určit skutečnou kapacitu. Například tak, že kondenzátor necháme vybíjet do známého odporu a změříme čas, za nějž napětí klesne na jednu e-tinu (tj. na $1/e = 0{,}3678\ldots$) původní hodnoty. Tento čas T se právě rovná časové konstantě RC, odkud již kapacitu C snadno určíme.

Další problém rovněž souvisí s tím, že v zapojení používáme elektrolytický kondenzátor. Nejde jen o to, že musíme dodržet jeho polaritu (u moderních typů elektrolytických kondenzátorů bývá většinou označen minus-pól, ten tedy musíme spojit s minus-pólem baterie). Dielektrikum v elektrolytickém kondenzátoru zůstává částečně polarizováno i po jednorázovém vybití kondenzátoru. Pokud byl kondenzátor nabit např. na plné napětí baterie a my ho vybijeme krátkým zkratováním jeho vývodů, bude na něm napětí opět pomalu růst, i když nebude připojen k žádnému zdroji. Nezapomeňte proto před každým měřením nechat vývody kondenzátoru zkratované dostatečně dlouho.

Další náměty

Již jen stručně uvedeme pár dalších námětů:

- Chceme-li užít jiný než elektrolytický kondenzátor, budeme muset pracovat s kapacitou do cca 1 μF a budeme proto potřebovat výrazně vyšší vnitřní odpor voltmetru. Toho můžeme dosáhnout např. pomocí operačního zesilovače.
- Pomocí operačního zesilovače můžeme též realizovat zapojení typu „integrátor", v němž bude závislost mezi časem a napětím lineární i pro vyšší napětí.
- Při měření delších časů je nutno zvýšit kapacitu C nebo odpor R. Naše zapojení bychom pak mohli využít například k měření reakční doby. Pro měření kratších časů musíme naopak R nebo C snížit.
- Dalším námětem, co měřit, může být třeba doba přepálení pojistky. Nebo doba mezi přetržením dvou drátků – tak by například šlo i bez optické závory měřit rychlost nějakého předmětu.
- A ještě zpět k našemu pokusu s kladivem a kovadlinou. Doba rázu vychází kolem milisekundy i méně. Pokud na kovadlinu vložíme např. hřebík a rozklepáváme ze strany jeho hlavičku, doba rázu je delší (i více než desetkrát). Ještě podstatně delší je, klepeme-li na něco opravdu měkkého, např. na kousek cínu.

Závěr

Výhodou popsaného měření je kromě jiného i jeho láce. Rezistor stojí 40 haléřů, kondenzátor několik korun, a dokonce i jednoduchý multimetr lze pořídit za cenu pod sto korun. (V „kamenném" obchodě je k dostání za 95,- Kč.) Popsané „hrátky" propojující mechaniku s elektřinou tedy nevyjdou příliš draho...

Literatura:

1. DVOŘÁK, L. Netradiční měřicí přístroje 3. In Sborník z konference *Veletrh nápadů učitelů fyziky 8*. České Budějovice : JČU, 2003, s. 131-137.
2. http://kdf.mff.cuni.cz/Hrastice

Soustředění, zmiňované v tomto příspěvku, bylo podpořeno grantem FRVŠ B1828/2004 „Rozvoj aktivizujících forem práce ve vzdělávání učitelů matematiky a fyziky" a rozvojovým projektem MŠMT č. 368 „Heuréka II".

Videoanalýza fyzikálních dějů

Videoanalysis Of Physical Processes

Oldřich Lepil[1]

Abstract

This article demonstrates a possibility how to use the videoanalysis of a records of mechanical oscillators motion in the lessons. These records with a digital still camera Sony DSC-P92 were arranged with a AVI files. For the videoanalysis was used a programme Viana 3.64.

Výklad různých mechanických pohybů se neobejde bez grafů závislosti kinematických veličin na čase. Tyto závislosti lze získat jako časové diagramy na základě příslušných rovnic popisujících jednotlivé pohyby. Z didaktického hlediska však je významné konfrontovat uvedené grafy se záznamy reálných pohybů, získanými na základě experimentů. Prostředky pro získání těchto záznamů prodělaly svůj vývoj, který se odvíjí od možnosti kinematografického záznamu pohybujících se objektů, ať už to byl záznam na filmový pás, nebo stroboskopická fotografie.

Na našem pracovišti jsme se touto problematikou začali zabývat v 70. letech v okamžiku, kdy jsme měli k dispozici vhodnou kameru na film formátu 8 mm Super a prohlížečku filmů, která umožňovala postupnou projekci filmu po jednotlivých okénkách a ruční záznam polohy objektu na matnici prohlížečky. Při známé frekvenci snímání kamery pak nebyl problém rekonstruovat závislost dráhy pohybujícího se tělesa na čase. Tímto způsobem jsme analyzovali vrhy, volný pád, rázy pružných koulí, pohyb na nakloněné rovině aj. (viz [1]).

Od té doby technologie kinematografického záznamu prodělala obrovský vývoj a její současný stav, daný možnostmi digitální fotografie, poskytuje učiteli prostředek, který najde využití nejen při výkladu učiva, ale ve své relativně snadné dostupnosti může být vhodným námětem pro žákovskou činnost.

Idea videoanalýzy je jednoduchá. Digitálním fotoaparátem, popř. kamerou je zachycen pohyb tělesa a v počítači je vhodným softwarem provedena analýza jednotlivých snímků záznamu. K tomu by bylo možné v principu použít i software, který je v základním vybavení počítače s operačním systémem Windows (Windows Media Player). Na webu je však možné nalézt několik volně šiřitelných programů speciálně pro videoanalýzu pohybů, která se buď provádí ručně pomocí myši, nebo videoanalýza proběhne automaticky. Programy nabízené na webu mají různou kvalitu a podle získaných zkušeností je pro ruční analýzu záznamu nejvhodnější program EasyVid 1.5a [2] a pro automatickou videoanalýzu je bezkonkurenčně nejlepší program Viana 3.64, vyvinutý speciálně pro výuku fyziky na univerzitě v Essenu [3] (obr. 1). Tento program byl použit i pro naše experimenty uvedené dále.

[1] Doc. RNDr. Oldřich Lepil, CSc., Univerzita Palackého, Fakulta přírodovědecká, Katedra experimentální fyziky, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc, E-mail: lepil@prfnw.upol.cz

Obr. 1

Videozáznamy byly získány digitálním fotoaparátem Sony DSC-P92, pomocí kterého lze na kartu „Memory Stick" s nejmenší kapacitou 16 MB získat videozáznam ve formátu MPG trvající 42 s. To představuje 1 062 snímků VGA s rozlišením 640 × 480 bodů. Přímou videoanalýzu snímků v tomto formátu však program Viana neumožňuje a záznamy je třeba dodatečně upravit převodem do formátu AVI a úpravou velikosti snímku na maximální hodnotu 384 × 288 bodů. K tomuto účelu byl použit rovněž volně šiřitelný program VirtualDub-1.5.10 [4], který nejen provádí konverzi formátu MPG na formát AVI, ale také nutnou kompresi záznamu (byla použita komprese Cinepac Codec), změnu velikosti na formát 320 × 240 bodů, úpravu jasu a kontrastu snímku, vymezení obrazového pole, stranové převrácení a další úpravy. Jako určitý problém se např. ukázala skutečnost, že ve formátu MPG vždy po dvou snímcích typu I (*intra frame*) následuje jeden snímek typu P (*forward predicted frame*), který je s předcházejícím snímkem typu I totožný. Snímky typu P byly pomocí programu VirtualDub ručně odstraněny, čímž se ovšem také změnila záznamová frekvence z původních 25 snímků za sekundu na přibližně 17 snímků za sekundu.

Jako příklady videoanalýzy uvedu následující experimenty:

1. **kmitání pružinového oscilátoru s různým tlumením**
2. **kmitání kyvadla**
3. **kmitání spřažených kyvadel**
4. **kmitání chaotického kyvadla.**

Pro automatickou videoanalýzu fyzikálního děje a jeho kvantitativní vyhodnocení je nutné splnit dvě podmínky. Pohybující se objekt musí být upraven tak, aby buď celý objekt (např. kulička, míček apod.), nebo jeho část barevně kontrastovala s okolím. V našem případě pružinového oscilátoru tato podmínka byla splněna tím, že jako závaží byl použit ocelový váleček, na který byl nalepen pruh červeného papíru. Pro kvantitativní analýzu je třeba umístit do obrazu objekt, jehož rozměry jsou známy. Použili jsme opět proužek barevného papíru délky 0,1 m, který byl nalepen na stativ se závěsem oscilátoru. Celkové uspořádání experimentů odpovídalo pokusům s pružinovými oscilátory, které jsou popsány v učebnici [5] (obr. 1-4, s. 12 a obr. 1-24, s. 39). Zde se ovšem předpokládá snímání pohybu na základě elektromagnetické indukce a zobrazení časového diagramu pomocí analogově digitálního převodníku. Aby nebyl harmonický pohyb oscilátoru příliš zkreslen, musí kmitání oscilátoru probíhat s malou amplitudou. To je nevýhodné zejména při demonstraci tlumeného kmitání, poněvadž tlumení pohybu oscilátoru je lineární funkcí rychlosti, a proto je třeba, aby rychlost oscilátoru byla větší. Při videoanalýze omezení výchylky, popř. rychlosti nehraje roli a výsledky experimentu jsou přesvědčivější.

Při vytváření videozáznamu oscilátoru musíme mít fotoaparát na stativu a objektiv by měl být ve výšce odpovídající rovnovážné poloze. Při demonstraci tlumeného kmitání je k tělesu oscilátoru magnetem přichycen papírový kotouč o průměru 10 až 12 cm. Získaný a upravený záznam ve formátu AVI vložíme do programu Viana 3.64, podle menu programu provedeme kalibraci, určení nulového bodu, identifikujeme barvu, kterou bude program sledovat, a důležité je vymezení oblasti, v níž bude program zvolenou barvu vyhledávat. Pak necháme proběhnout videoanalýzu a přepneme program na grafy. Jsou to grafy poloh objektu ve vztažné soustavě x, y a časové diagramy souřadnic polohy, rychlosti a zrychlení. Program Viana umožňuje přímý export získaných hodnot do programu Excel, popř. jako textový soubor, který má podobu tabulky hodnot souřadnic x a y, a ty lze dále zpracovat např. programem Famulus.

Výsledky videoanalýzy kmitání pružinového oscilátoru a jeho varianty se zvětšeným tlumením pomocí papírového kotouče jsou na obr. 2 a 3 (časové diagramy souřadnice y).

Obr. 2

Obr. 3

Podobně byla provedena videoanalýza kmitání kyvadla a spřažených kyvadel. K tomu byla využita souprava fy Phywe, která obsahuje dvojici kyvadel, jejichž závaží mají podobu kotoučů oranžové barvy o průměru 8 cm. Proto nebylo nutné doplnit kyvadla barevným objektem a průměr kotoučků byl využit ke kalibraci záznamu. Výsledky videoanalýzy jsou na obr. 4 a 5.

Zajímavým příkladem videoanalýzy periodických pohybů je analýza záznamu pohybu „chaotického" kyvadla v podobě soustavy navzájem spojených a částečně pohyblivých koulí. Podobná kyvadla slouží k výkladu pojmů deterministického chaosu. Naši pomůcku lze však označit za „kvazichaotické" kyvadlo, poněvadž jeho periodický pohyb je udržován magnetickým působením zpětnovazebního tranzistorového zesilovače, takže v pohybu kyvadla lze identifikovat určitou periodicitu. Aby bylo možné záznam pohybu analyzovat, byla soustava doplněna červeným kotoučkem, jehož pohyb počítač při analýze sleduje. Na obr. 6 je chaotické kyvadlo a na obr. 7 je získaný záznam x-ové souřadnice pohybu barevného kotoučku.

Obr. 4

Obr. 5

Obr. 6

Obr. 7

Uvedené experimenty jsou příkladem jen několika možností využití videoanalýzy ve výuce fyziky. Vedle vlastní tvorby videozáznamů lze využít i řadu dalších souboru AVI dostupných poměrně ve velkém počtu na webu. Najdeme nejrůznější příklady vrhů (zejména ve spojení se sportovními výkony), záznamy pohybu člověka na Měsíci, příklady studia nárazů automobilů a mnoho dalších. K videoanalýze lze použít i simulace pohybů získané dynamickými modely. Takové záznamy poskytuje přímo ve formátu AVI např. program Interactive Physics.

Literatura:

1. SOUKUP, M., SOUKUPOVÁ, Z. Analýza mechanických dějů obrazovým záznamem. In LEPIL, O. Studentská vědecká činnost v didaktice fyziky. *Acta UPOL*, 1983, vol. 76, Physica XXII, s. 247 – 269.
2. http://www.bastgen.de/schule/physik/physik.htm
3. http://didaktik.physik.uni-essen.de/viana
4. http://www.virtualdub.org/index
5. LEPIL, O. *Fyzika pro gymnázia. Mechanické kmitání a vlnění.* Praha : Prometheus, 2001.

Fyzika v kouzlech

Magic Physics

Marcela Nevedelová[1]

Abstract

The aim of the article is to contribute to higher attraction of physics. The content deals with some attractive physical experiments. There are complete instructions for the preparation and execution of the experiments described in the article. Also the author gives the observations with short explanations of physics behind the scene.

1.1 Horiaca sviečka vo fľaši s vodou

Pomôcky: krabica, tabuľa skla, fľaša s vodou, sviečka (hrubšia než hrdlo fľaše), zápalky, nožnice

Postup: Do jednej steny krabice urobíme zhruba v strede otvor obdĺžnikového tvaru, ktorého rozmery sú o niečo väčšie než fľaše. Do otvorenej krabice umiestnime naprieč tabuľu zo skla. Fľašu s vodou položíme do stredu zadnej časti krabice tak, aby sme ju mohli pozorovať cez obdĺžnikový otvor v protiľahlej strane krabice. Potom horiacu sviečku dáme do krabice tak, ako je to na obr. 1.1 (pohľad zvrchu).

Obr. 1.1

Pozorovanie: Pri pohľade do krabice cez obdĺžnikový otvor vidíme fľašu s vodou. Keď do krabice vložíme na vhodné miesto horiacu sviečku, naskytne sa nám pohľad na záhadný efekt – horiacu sviečku vo fľaši s vodou (viď obr. 1.2). Ak použijeme sviečku väčšieho priemeru než je hrdlo fľaše, výsledný efekt je ešte záhadnejší.

Obr. 1.2

Vysvetlenie: Hlavnú úlohu v pokuse zohráva polopriepustná sklenená priečka. Svojou priehľadnosťou umožňuje pozorovať fľašu, ktorá je umiestnená za ňou. Avšak keď je priečka osvetlená napr. horiacou sviečkou, zohráva i úlohu zrkadliacej plochy. Sklo v úlohe zrkadla vytvára neskutočný obraz horiacej sviečky, ktorý vo vhodnom usporiadaní v súlade s geometrickou optikou viď obr.1.1, vzniká práve vo fľaši.

[1] Mgr. Marcela Nevedelová, STU v Bratislave, Stavebná fakulta, Katedra fyziky, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, E-mail: marcela.nevedelova@stuba.sk

1.2 Periskopové dvojča

Pomôcky: krabica, 4 rovnaké rovinné zrkadlá (napr. zrkadlá zo štandardných školských optických súprav), laserové pero, nožnice, lepiaca páska

Postup: Jednu stenu krabice upravíme tak, že po vystrihnutí ostanú z nej iba 4 pravouhlé rovnoramenné trojuholníky, ktoré zahneme spôsobom naznačeným na obr. 2.1 a prilepíme. Potom lepiacou páskou prichytíme rovinné zrkadlá na prepony daných trojuholníkov a o steny krabice tak, aby dve zrkadlá boli navzájom rovnobežné a s druhými dvoma zvierali uhol 90 °. Ešte prerežeme krabicu zhruba v strede. Laserovým perom urobíme svetelnú stopu na stene miestnosti. Potom položíme lúču do cesty kúsok kartónu. Za nezmenených podmienok na kartón nasadíme nami upravenú krabicu v mieste jej rezu.

Obr. 2.1

Pozorovanie: Keď položíme laserovému lúču do cesty kartón, jeho svetelná stopa na stene zmizne. Avšak keď zasunieme na prekážku (kúsok kartónu) „zázračnú krabicu", svetelná stopa na stene sa opäť objaví.

Obr. 2.2

Vysvetlenie: V pokuse ide akoby o dva navzájom spojené periskopy. Výsledný pozorovaný efekt je, že vidíme pomocou periskopu – dvojčaťa predmety aj keď by sme ich normálne nevideli, keďže by nám v tom bránila prekážka – kartón. Pozorovaný jav možno vysvetliť grafickým nákresom chodu význačných lúčov (obr. 2.2). Po 4násobnom odraze na rovinných zrkadlách má svetlo opäť pôvodný smer, akoby nemalo v ceste nijakú prekážku.

Literatúra:

OSTDIEK, Vern. J. *Inquiry into Physics*. St. Paul : West Publishing Company 1987.

Pokus o názorné rozlišení pojmů tlak a tlaková síla

Trial to illustrate difference between terms pressure force and pressure

Zdeněk Rakušan[1]

Abstract

The very short article presents an uncomplicated experiment, that should facilitate pupils to discriminate between terms PRESSURE FORCE and PRESSURE. Apt for the 7th year of elementary school.

Úvod

Pro nezanedbatelnou část žáků 7. ročníku ZŠ je velmi obtížné rozlišit pojmy TLAKOVÁ SÍLA a TLAK, pokud byly zavedeny pouze slovně či matematicky. Navrhuji proto zavádět žákům tyto pojmy na základě jejich vlastní smyslové zkušenosti, tj. na základě jejich vlastní manipulace s určenou pomůckou. Následující text popíše jednu z možných variant takové pomůcky a její použití.

Příprava pomůcky

K sestavení pomůcky je třeba mít k dispozici:

- 2 větší závaží (např. 1 kg)
- 2 menší závaží (např. 1 dg)
- širokou mělkou misku
- balíček rýže
- dva páry destiček stejného tvaru (např. čtvercového), ale různého obsahu. Je přitom nezbytné, aby obsahy destiček byly ve stejném poměru jako hmotnosti větších závaží a menších závaží (např. 100 cm^2 a 10 cm^2). Destičky snadno vyřežeme např. z překližky.

Rýži nasypeme do misky a urovnáme její povrch urovnáme.

1 Manipulace s pomůckou

Pokládáme destičky na povrch rýže, stavíme na ně závaží a sledujeme, jak se destičky se závažími boří do rýže.

2 Rozbor práce s pomůckou

Žáci už velmi dobře znají pojem SÍLA. Síle, která na něco tlačí, budeme říkat TLAKOVÁ SÍLA. I s tímto pojmem se žáci možná již setkali.

Neměl by být pro žáky problém vypočítat velikost tlakové síly, kterou tlačí závaží podložené destičkou na rýži: pokud je hmotnost závaží 1 kg, pak velikost tlakové síly bude přibližně 10 N (hmotnost destičky si dovolíme zanedbat).

[1] Mgr. Zdeněk Rakušan, Masarykova ZŠ, 8. května 67, 783 53 Velká Bystřice; UP v Olomouci, Pedagogická fakulta, Katedra pedagogiky s celoškolskou působností, Žižkovo nám. 5, 771 40 Olomouc.
E-mail: zdenek.rakusan@email.cz

A nyní můžeme postupovat např. takto:

a) Položíme na povrch rýže vedle sebe dvě stejné destičky. Na jednu destičku postavíme větší závaží, na druhou destičku menší závaží. Zjistíme, že destička s větším závažím se probořila víc. Je tedy zřejmé, že ***větší tlaková síla má větší deformační účinek***. (Pojem DEFORMAČNÍ ÚČINEK již žáci rovněž znají.)

b) Položíme vedle sebe větší a menší destičku a na obě destičky postavíme stejná závaží. Obě destičky tedy tlačí na povrch rýže stejně velkými tlakovými silami. Zjistíme však, že závaží na menší destičce se probořilo hlouběji než závaží na větší destičce. Z toho tedy vyplývá, že stejně velká tlaková síla může mít v různých případech různě velký deformační účinek: ***o deformačním účinku tlakové síly rozhoduje nejen velikost této síly, ale také velikost plochy, na kterou síla tlačí.***

c) Položíme vedle sebe větší a menší destičku. Co musíme udělat, aby pod oběma destičkami vznikl stejně velký tlak? Zjistíme, že na větší destičku musíme postavit větší závaží a na menší destičku menší závaží.

Shrneme všechny získané poznatky:

VĚTŠÍ TLAKOVÁ SÍLA (10 N)	*MENŠÍ TLAKOVÁ SÍLA (1 N)*
STEJNĚ VELKÁ PLOCHA (100 cm²)	
VĚTŠÍ DEFORMAČNÍ ÚČINEK	***MENŠÍ DEFORMAČNÍ ÚČINEK***

STEJNĚ VELKÁ TLAKOVÁ SÍLA (10 N)	
VĚTŠÍ PLOCHA (100 cm²)	*MENŠÍ PLOCHA (10 cm²)*
VĚTŠÍ DEFORMAČNÍ ÚČINEK	***MENŠÍ DEFORMAČNÍ ÚČINEK***

VĚTŠÍ TLAKOVÁ SÍLA (10 N)	*MENŠÍ TLAKOVÁ SÍLA (1 N)*
VĚTŠÍ PLOCHA (100 cm²)	*MENŠÍ PLOCHA (10 cm²)*
STEJNÝ DEFORMAČNÍ ÚČINEK	

Když nějaká tlaková síla tlačí na nějakou plochu (např. tlaková síla závaží na plochu rýže pod destičkou), říkejme tomu TLAK. Při větším tlaku má tlaková síla větší deformační účinek, při menším tlaku má menší deformační účinek.
A existují ***dva různé způsoby, jak tlak zvětšit***: buď můžeme ***zvětšit tlakovou sílu***, a nebo můžeme ***zmenšit plochu***, na kterou tato síla tlačí. Totéž pak funguje i naopak:

ZVĚTŠÍM TLAKOVOU SÍLU	*ZMENŠÍM TLAKOVOU SÍLU*
ZŮSTANE STEJNĚ VELKÁ PLOCHA	
* * *	* * *
ZVĚTŠÍ SE TLAK	*ZMENŠÍ SE TLAK*
ZVĚTŠÍ SE DEF. ÚČINEK	***ZMENŠÍ SE DEF. ÚČINEK***

ZŮSTANE STEJNĚ VELKÁ TLAKOVÁ SÍLA	
ZVĚTŠÍM PLOCHU	*ZMENŠÍM PLOCHU*
* * *	* * *
ZMENŠÍ SE TLAK	*ZVĚTŠÍ SE TLAK*
ZVĚTŠÍ SE DEF. ÚČINEK	***ZMENŠÍ SE DEF. ÚČINEK***

3 Závěr

Navržený postup práce s pomůckou byl pro jednoduchost popsán formou výkladu. Pokud však jde o jeho realizaci ve třídě, je pochopitelně mnohem vhodnější zpracovat jej heuristicky. Ideální by bylo opatřit jednu soupravu alespoň pro každou dvojici žáků a nechat je, ať si s ní hrají a plní určité úkoly, a tímto způsobem „objevují fyziku" zcela samostatně.

Přiznám se, že tímto „ideálním" způsobem jsem dosud soupravu nepoužil, mám zatím v kabinetě jen jednu. O to příjemnější bylo mé překvapení, když se po skončení hodiny skupinka sedmáků po soupravě „vrhla" a začala si s ní hrát...

Literatura:

1. BOHUNĚK, J., KOLÁŘOVÁ, R. *Fyzika pro 7. ročník základní školy*. Praha : Prometheus, 1998. ISBN 80-7196-119-1.
2. MACHÁČEK, M. *Fyzika 8 pro základní školy a víceletá gymnázia*. Praha : Prometheus, 2001. ISBN 80-7196-220-1.

Fyzikální procházka městem

Trip trough the town České Budějovice with physical test

Lenka Slabá[1]

Abstract

You can find informations about history, culture and sights in every guide book, but it is interesting to look at town as a physicist. I made for my students trip through the town České Budějovice with physical test. The trip starts in the center of the town and goes through the most interesting places. It is about two kilometres long and includes ten stops with physical questions.

Procházku začneme na Náměstí Přemysla Otakara II.:

1. otázka: *Černá věž podobně jako věž v Pise měla nevhodné podloží, které se muselo zpevňovat dřevěnými piloty a kamennou drtí. Přesto se věž naklání o 36 cm:*

a) k západu
b) k východu
c) k severu
d) k jihu

2. otázka: *Rozloha náměstí Přemysla Otakara II. je přibližně* ***1 ha****. Čtverec o této rozloze je přibližně určen:*

a) vnější stranou podloubí
b) vnitřní stranou podloubí
c) obrubníkem chodníku u silnice

3. otázka: *Na rohu radnice je zazděna délková míra* ***loket****. Odhadněte jeho délku (mezi vystouplými konci):*

a) 0,87 m
b) 0,67 m
c) 0,77 m

Ulicí Karla VI. dojdeme k **meteorologickému sloupku**. Kromě předpovědi počasí na další tři dny a grafu průběhu tlaku je zde také mapka, kde můžeme vidět křivky spojující místa se stejným tlakem.

4. otázka: *Těmto křivkám se říká:*

a) izotermy
b) izobary
c) izochory
d) izotopy

Dále projdeme Jirsíkovou ulicí kolem Jihočeského muzea, Jihočeského divadla, přejdeme po Zlatém mostě a po nábřeží dojdeme k Železnému mostu a dáme se vlevo. Kolem tužkárny KOH-I-NOOR Hardtmuth dojdeme k staniční budově **koněspřežky**, která začala zkušební provoz v r. 1827. V činnosti byla až do r. 1872, kdy ji nahradila rychlejší železniční doprava.

5. otázka: Který z fyziků by se mohl svézt koněspřežkou?

a) Galileo Galilei
b) Isaac Newton
c) W. Thomson (lord Kelvin)

[1] Mgr. Lenka Slabá, SPŠ stavební, Resslova 2, 372 11 České Budějovice, E-mail: slaba@spsstavcb.cz

Mánesovou ulicí dojdeme k Litvínovickému mostu, kde je **vodárenská věž**. Ta na principu spojených nádob dodávala vodu do kašny na hlavním náměstí a do dalších devatenácti kašniček.

6. úkol: Zakreslete kam by měla stříkat voda ze Samsonovy kašny v případě, že hladina vody v nádrži vodárny bude ve výšce horního okna.

Podejdeme rušnou silnici a parkem dojdeme k **planetáriu**, které je zaměřeno na pozorování planetek. Za své objevy mělo možnost jim dát jména a tak můžeme pozorovat např. planetky Budovicium, B. Němcová, Hrabal, ...

7. otázka: Velký počet planetek se nachází mezi planetami:
a) Merkur – Venuše
b) Venuše – Země
c) Země – Mars
d) Mars – Jupiter

Kolem řeky Malše se vrátíme k Železnému mostu, přejdeme ho a vlevo kolem věží Železná panna a Otakarka dojdeme k dřevěnému mostu. Po něm přejdeme slepé rameno a půjdeme kolem plovárny až k Dlouhému mostu. Když ho podejdeme, naskytne se nám pohled na **Lannův domek s loděnicí**. Zde byly stavěny lodě, kterými se převážela sůl, obilí a tuha do Děčína. Tam byly lodě prodány na dřevo nebo je koně přitáhli zpět proti proudu.

8. otázka: Pro výpočet práce by se v tomto případě použil vzorec:
a) $W = F.s$
b) $W = F.s.\cos\alpha$
c) $W = F.s.g$

Na tomto místě si můžeme vzpomenout na **Josefa Ressla**, který v Č. Budějovicích studoval na dělostřelecké škole.

9. otázka: J. Ressl se později proslavil jako vynálezce:
a) lodního šroubu
b) turbíny
c) parního stroje

Pokud přejdeme po Dlouhém mostě a půjdeme po Husově ulici až k výstavišti, můžeme tam vidět zakončení trolejbusového vedení.

10. úkol: Označte kladku pevnou, volnou a zakreslete, kde bude betonové těleso v zimě, když bude –20 °C.

MAPKA SE ZNÁZORNĚNOU TRASOU

1. Černá věž
2. Samsonova kašna
3. Radnice – loket
4. Meteorologický sloup
5. KOH-I-NOOR
6. Koněspřežka
7. Vodárenská věž
8. Planetárium
9. Pohled na Lannův domek s loděnicí
10. Výstaviště

Literatura:

1. CHVOJKA, J. *Město pod Černou věží.* České Budějovice : ACTYS, 1992.
2. KOVÁŘ, D. *České Budějovice krok za krokem.* České Budějovice : HERBIA 1999.

Co lidské oko nevidí

What the Human Eye Can´t See

František Špulák[1]

Abstract

In this contribution is analised the execution of natural process recordings and physical experiments (acquired with: a) DVcamera – digital videocamera, b) MontionScope PCI systém – highspeeded camera) with PC. It´s made so that pupils can look at the natural process course. Then PC as a machine for the elaboration of data, that were acguired during measurement from the course of phisical experiments.

1 Využití videokamery

Kameru lze využívat nejen k pořizování záběrů z naší dovolené, či při jiných událostech, ale také k záznamu přírodních dějů. Jelikož možnosti dnešních videokamer (kamkordérů) jsou již velmi značné, lze jich využít k lepšímu snímání dějů, které byly zprvu hůře zaznamenávány, např. natáčení kamerou při osvětlení 0 luxu, bylo dříve nemyslitelné. Čím kvalitnější zařízení pro audio-vizuální záznam máme, tím více oceníme kvalitu záznamu v případné studii. V prvé řadě je nutné si uvědomit, že každá videokamera je konstruována pro danou konkrétní činnost, z čehož vyplývá, že má jistá omezení. Kamera která by plně postačovala pro natáčení běžných záznamů, je nevhodná pro děje rychle probíhající v krátkých časových intervalech, či natáčení pod vodou. Zaměříme se na dvě základní roviny:

1) DV kamery (digitální videokamera)

2) Systémy umožňující snímání velmi rychlých přírodních dějů (MotionScope PCI)

Následující část obsahuje technický popis nejpoužívanějších digitálních systémů. V obdobném pohledu je popsán také MotionScope PCI High Speed Digital Imaging Systém umožňující záznam velmi krátkých a velmi rychle probíhajících dějů. Mimo jiné je zde přiložen jednoduchý manuál, umožňující vysvětlení jednotlivých postupů pro vyhodnocování získaných dat, který je doplněn obrazovými výřezy aplikačního okna programu. Dále jsou zde zahrnuta hlediska vyhodnocení kmitů kapaliny v U trubici. U obou experimentů jsou porovnávány možnosti programu Redlake Imaging MotionScope, jež je součástí MotionScope PCI systému a tabulkového procesoru Microsoft Excel.

Pro zpracování a vyhodnocení dat byly vytvořeny dva programy. První z nich se jmenuje *Copy Timer* a již jak sám název napovídá, jedná se o program, který umožňuje vkládání časového údaje do jednotlivých snímků, resp. obrázků. V tomto případě pro snímky pořízené ze záznamu DV kamery a MotionScope PCI systému. Druhý se jmenuje *Copy Images* a slouží pro kopírování vybraných n-tých snímků a jejich ukládání do samostatného souboru.

Jako doplněk byla vytvořena kapitola předkládající přehled vybraných dějů, které jsou pro lidské oko velmi rychlé, tudíž nepozorovatelné. Jednotlivé děje jsou ve formě videosekvencí na CD a tak se zde nabízí možnost dalšího vyhodnocení (viz 2.1 a 2.2).

[1] RNDr. František Špulák, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta pedagogická, Katedra fyziky, Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice, E-mail: spul@pf.jcu.cz

2 MotionScope PCI a DV kamera

MotionScope PCI High Speed Digital Imaging je kamerový systém umožňující záznam velmi krátkých a velmi rychle probíhajících dějů. Dále jsou porovnány možnosti vyhodnocení a dalšího matematického zpracování naměřených dat v programu Redlake Imaging MotionScope (jež je součástí MotionScope PCI systému) a v tabulkovém procesoru Microsoft Excel.

Při porovnání obou hledisek, docházíme k závěru, že každé z nich má své klady a zápory. MotionScope PCI systém umožňoval vhodnější záznam studovaného experimentu, ale byl omezen kapacitou záznamové jednotky, tedy je určen pro velmi rychlé a v krátkém časovém intervalu probíhající děje. DV kamera nebyla relativně omezena velikostí pamětí. Jejím nedostatkem bylo vlivem konstrukce omezení záznamové rychlosti na 25 snímků/s, proto je vhodnější pro záznam dějů probíhající v delším časovém intervalu.

Pro zpracování a vyhodnocení dat byly vytvořeny dva programy. První z nich se jmenuje *Copy Timer* a již jak sám název napovídá, jedná se o program, který umožňuje vkládání časového údaje do jednotlivých snímků, resp. obrázků. V tomto případě pro snímky pořízené ze záznamu DV kamery a MotionScope PCI systému. Druhý se jmenuje *Copy Images* a slouží pro kopírování vybraných n-tých snímků a jejich ukládání do samotného souboru.

Program Copy Timer

Pokud vezmeme v úvahu, že do sekvence skládající se např. 512 snímků bychom měli po určitém časovém intervalu vkládat časový údaj, byla by tato práce nejen velice zdlouhavá a také možnost chyby ze strany obsluhy by byla značná.

V programu je také možnost volby barvy pro vkládaný časový údaj. Na následujícím obrázku je vyobrazen program *Copy Timer*. Důležitým faktem je, že program pracuje pouze s obrázky ve formátu BMP. Pro je nutné, aby snímky získané ze sekvence byli v tomto formátu uloženy. Do tohoto formátu, můžete snímky z natočené sekvence získat mnoha způsoby. Prvním z nich je použití programu *Redlake Imaging MotionScope* nebo lze použít program *Virtual Dub*. Pokud budete nadále chtít pracovat s takto upravenými snímky, je vhodné si snímky upravit do formátu JPEG z důvodu samotné práce se soubory (z hlediska jejich velikosti) a tedy rychlého zobrazení v jednotlivých obrázkových editorech.

Program Copy Images

Pro ty, kteří budou s vybranými snímky dále pracovat a budou chtít vybírat jednotlivé n-té snímky je vytvořen program *Copy Images*. Práce s tímto programem je obdobná jako s jako s programem předcházejícím. Tento program umožní zobrazit nejen časový interval mezi jednotlivými snímky na základě navolení počtu snímků, ale také po zvolení n-tého snímku vypočítá interval, mezi zvolenými n-tými snímky. Po kliknutí na tlačítko *Zkopíruj* program vytvoří vlastní složku pod názvem *Zvolen_každý_* s číslem vybraného n-tého snímku.

3 Kmity kapaliny v U trubici

Obr. 1: Kmity v U trubici

Jestliže je v U trubici naplněné kapalinou sloupec kapaliny vychýlen z rovnovážné polohy, začne se kapalina periodicky přelévat z jednoho ramene trubice do druhého. Hladina kmitá. Vnitřní tření kapaliny ve skutečnosti způsobuje, že se kmity rychle tlumí.

Úhlová frekvence kmitů je $\omega^2 = \sqrt{\frac{2 S \rho g}{m}}$.

3.1 Záznam pomocí MotionScope PCI System

Po spuštění programu a zvolení příslušné kamery, provedeme nastavení parametrů experimentu. *Record Rate* navolíme na 50 snímků/s, *Shutter* na 1/250 sekundy, *Trigger* na 0 %. Následně odstartujeme záznam sekvence. Získanou sekvenci si uložíme v nekompresním formátu AVI, nebo do jednotlivých snímků.

3.2 Záznam DV kamerou

Pro záznam experimentu pomocí DV kamery nastavíme následující parametry: snímkovou rychlost 25 snímků/s, rychlost clony na 1/250 sekundy. Po pořízení sekvence, jsme opět pomocí DV videorekordéru převedli data do PC. Zpracování celé sekvence bylo provedeno pomocí systému FAST DV Master v programu Media Studio. Bližší informace týkající se záznamu jsou popsány v kapitole 4.1.2.

3.3 Redlake Imaging MotionScope

Z parametrů měření zjistíme snímkovou rychlost, která se rovná 50 snímků/s. Přesnost záznamu je 1/50 s = 0,02 s. Po umístění kontrolních bodů do jednotlivých snímků nám systém automaticky vypočte nejen vzdálenost, ale také určí rychlost (v našem případě hladinu kapaliny) mezi jednotlivými kontrolními body. Je zde také možnost exportu dat do libovolného tabulkového procesoru. Na následujícím obrázku je uvedeno zaznamenání polohy hladiny kapaliny při každém 5 snímku, tedy s přesností 0,1 s.

Obr. 2: Záznam hodnot vzdáleností a rychlostí hladiny kapaliny

3. 4 Microsoft Excel

Přesnost u obou možností záznamu je odvozena od příslušné snímkové rychlosti. U DV kamery 1/25 s = 0,04 s a MotionScope PCI systému 1/50 s = 0,02 s. Opět jsme zvolili u DV kamery každý 2 snímek tedy 0,08 s, MotionScope každý 4 snímek v intervalu 0,08 s. Touto volbou jsme opět dostali stejný časový interval mezi n-tými vybranými snímky. Počtu jednotlivých bodů odpovídajících jednomu kmitu u MotionScope PCI systému přísluší hodnota 25 a pro DV kameru jde o 24 bodů. Již ze zjištění obou výsledků, je patrné, že v případě tohoto experimentu jsou hodnoty téměř totožné. Důležité je si uvědomit při jakém n-tém snímku bylo dosaženo této přesnosti.

Literatura:

1. ZAPLETAL, P. *Videotechnika*. Olomouc : Rubico s. r. o., 1997.
2. The MotionScope PCI High speed digital Imaging system, Redlake Masd, Inc. San Diego, California 2001.
3. ŠIMEK, P. Současné principy snímání a záznamu obrazu a trendy dalšího vývoje ve videotechnice, České Budějovice : PF Jihočeské univerzity, 2001.

Ověření platnosti Boyle-Mariotteova zákona pro vzduch

Markéta Štefková[1]

Abstract

Article presents a simple verification of Boyle Marriott's law of the ideal gas.

Pro dané množství plynu je tedy za konstantní teploty součin tlaku a objemu konstantní. Podle autorů se tento zákon nazývá Boyle-Mariotteův. Chování ideálního plynu je popsáno tzv. stavovou rovnicí ideálního plynu:

$$p.V = n.R.T$$

Pomůcky: skleněná injekční stříkačka o objemu 50 cm^3, pryžová hadička, zátka, váhy s rozsahem do 5 kg, měřítko, tlakoměr

Budeme-li tlačit na píst uzavřené injekční stříkačky, budeme zmenšovat objem vzduchu uvnitř stříkačky a současně budeme zvětšovat tlak. Provádíme-li měření při konstantní teplotě vnějšího prostředí dostatečně pomalu, lze tento děj přibližně pokládat za izotermický. Objem vzduchu uvnitř injekční stříkačky zjistíme odečtením polohy pístu na stupnici injekční stříkačky.

Tlak vzduchu v injekční stříkačce můžeme zjistit následujícím způsobem: Je-li píst v rovnováze, je tlak vzduchu uvnitř stříkačky roven vnějšímu atmosférickému tlaku pat. Budeme-li působit silou F1 na píst injekční stříkačky, která je opřená úzkým koncem o misku váhy, budeme zvyšovat tlak uvnitř inj. stříkačky. Působení síly F se projeví dvěma efekty:

1. Z principu superpozice sil – pohybové účinky několika současně působících sil jsou stejné jako účinek jediné síly dané jejich vektorovým součtem – výslednice:

$$F = \Sigma F_i$$

V našem případě můžeme výše uvedený vztah upravit do rovnice:

$F = F_1 + F_G$ F ... výsledná síla působící na injekční stříkačku
F_G ... tíhová síla působící na injekční stříkačku
F_1 ... tlaková síla působící na píst

$F_G = m_0 . g$ m_0 ... hmotnost injekční stříkačky

Označíme-li si hmotnost, kterou budeme odečítat ze stupnice vah m, pak podle výše uvedených vztahů můžeme psát: $m.g = F_1 + m_0 g \Rightarrow F_1 = m.g - m_0.g$

$$F_1 = (m - m_0).g$$

2. Síla F_1 způsobí zvýšení tlaku vzduchu uvnitř injekční stříkačky. Celkový tlak vzduchu uvnitř injekční stříkačky je tedy roven:

$p = p_a + F_1/S$ kde p ... atmosférický tlak, p = 101.325 kPa
S ... plocha pístu – zjistíme změřením průměru pístu

[1] Mgr. Markéta Štefková, UF VUT FAST Brno, Žižkova 9, 603 00 Brno

Úkol: Ověřit platnost Boyle-Mariotteova zákona pro vzduch o teplotě 25 °C.

Postup: Zapíšeme si atmosférický tlak, při němž provádíme měření. Změříme průměr pístu injekční stříkačky. Polohu pístu nastavíme na 50 cm^3. Na úzký konec injekční stříkačky nasadíme těsnou pryžovou hadičku a ucpeme ji zátkou. Hadička by měla být tak krátká, aby mezi zátkou a koncem injekční stříkačky nezůstal volný prostor.

Injekční stříkačku opřeme zátkou o střed misky vah a na píst položíme ruku. (Dáváme pozor, aby se píst neposouval). Odečteme údaj váhy hmotnost m_0.

Nyní opatrně tlakem na píst nastavujeme objem vzduchu v injekční stříkačce. Nastavujeme objemy 48 cm^3, 46 cm^3, ... 32 cm^3, 30 cm^3 a zapisujeme odpovídající hmotnosti na stupnici váhy.Musíme držet pouze píst, nikoliv injekční stříkačku! Po ukončení měření sestavíme tabulku obsahující následující experimentální údaje:

- objem vzduchu uvnitř injekční stříkačky V
- hmotnost m, resp. m_0
- průměr hmotností ze čtyř měření
- sílu F1
- celkový tlak vzduchu v pístu p
- součin p.V

Vypočítáme průměrnou hodnotu součinu p.V = K.

Experimentální i teoretické hodnoty zakreslíme do stejného grafu a srovnáme.

Literatura:

PENÁTOVA, H. *Laboratorní cvičení z fyziky a chemie pro studenty učitelství.* Brno : MU, 1998.

S tyčí nebo bez tyče

Jindřiška Svobodová[1]

Abstract

A simply experiment with wood rod is described, a ball at the end of falling stisk jumps into cup faster then gravity.

Úvod

Tento experiment je z části převzat z německého časopisu [1], jeho sestavení je velmi prosté, stačí asi 1m dlouhá tyč, která má na konci pevně připevněn plastikový kelímek a kulička, která příliš neodskakuje. Tyč jedním koncem opřeme o zem pod úhlem asi 30 °, kuličku volně položíme na tyč o kousek výše. Tyč pustíme.

Po dopadu tyče na měkkou podložku, bude kulička v kelímku. Z pokusu je zřejmé, že konec tyče musí padat rychleji než kulička. Pro mnohé žáky je toto tvrzení překvapivé, obecně vědí, že všechna tělesa padají stejně rychle při volném pádu a pokud by šlo o pád v prostředí jistě lze očekávat, že odpor vzduchu zpomaluje tyč více než kuličku. Proč byla tyč urychlena více?

Myšlenkový pokus s tyčí

Představme si, že musíme vyšplhat na kůl nesoucí telefonní vedení, tyč je h metrů vysoká. Právě když jsme na vrcholku tyče, tyč dole v základně praskne a začne se kácet dolů, je lepší pro nás nebo se pustit nebo se držet vrcholu tyče a padat s ní po kruhové dráze?

Odpověď nám dá výpočet rychlosti, které v jednotlivých případech dosáhneme. V prvním případě – v_a, kdy se tyče pustíme, dostáváme rychlost volného pádu např. ze ZZME:

$$mgh = \frac{1}{2}mv_a^2 \quad \Rightarrow v_a^2 = 2 \cdot h \cdot g$$

V druhém případě – v_b, lze také aplikovat ZZME, zanedbáme-li hmotnost nešťastníka na tyči oproti hmotnosti dlouhé homogenní tyče, zkusíme vypočíst úhlovou rychlost tyče při dopadu

$$m_{tyc}g\frac{h}{2} = \frac{1}{2}J\omega^2$$

Pro homogenní tyč otáčející se kolem svého konce je moment setrvačnosti $J = \frac{1}{3}m_{tyc}h^2$

$$m_{tyc}g\frac{h}{2} = \frac{1}{2}\frac{1}{3}m_{tyc}h^2\omega^2 \quad \Rightarrow \omega^2 = 3\frac{g}{h} \Rightarrow v_b^2 = \omega^2 h^2 = 3gh$$

Takže budeme-li se držet vršku tyče, spadneme asi 1,2krát vyšší rychlostí než pokud se pustíme. Zrychlení na konci pádu bude asi 1,5krát větší než g, úhlové zrychlení během pádu tyče monotónně roste.

Literatura:

1. MEYER, E. Fallende Stange. *Unterricht Physik*, V. 7/35, 1996.

[1] RNDr. Jindřiška Svobodová, PhD., Masarykova univerzita Brno, Pedagogická fakulta, Katedra fyziky, Poříčí 9, 603 00 Brno, E-mail: svobodova@ped.muni.cz

Využití mikrofonu k měřením v mechanice

Vladimír Vícha[1]

Anotace

Mikrofon připojený na zvukovou kartu počítače ve spojení s jednoduchým software (např. AUDACITY) může sloužit k poměrně přesnému měření krátkých časů. Počítač lze následně použít k matematickému zpracování naměřených dat.

Skákání pružného míčku

Úvod

U míčku volně padajícího z výšky několika decimetrů budeme předpokládat platnost zákona zachování mechanické energie (ZZME). Při odrazu od podložky se část kinetické energie změní na vnitřní energii míčku a podložky, proto již míček nevystoupí do původní výšky – ZZME neplatí. Po odrazu vykonává míček vrh svislý vzhůru, při němž již zase ZZME platí.

Koeficient restituce (vzpruživosti) k je poměr rychlosti po odrazu ku rychlosti dopadu. Při výpočtech budeme používat $g = 9{,}81\ \mathrm{m.s^{-2}}$.

Metodické pokyny

Pomůcky: Mikrofon s konektorem (jack) pro připojení do počítače, počítač, program AUDACITY, míček pro stolní tenis.

Úkoly: 1) **Sestrojte grafy:**
a) závislost doby pohybu na počtu odrazů
b) závislost doby mezi dvěma odrazy na pořadí odrazu
c) závislost rychlosti odrazu na pořadí odrazu

2) **Vypočtěte:**
a) koeficient restituce metodou regresní funkce
b) dobu celého pohybu pomocí součtu nekonečné řady

Postup: Zasuneme mikrofon do počítače a pomocí: **Start-Programy-Příslušenství-Zábava-Záznam zvuku** zaznamenáme skákání míčku na tvrdé vodorovné podložce. Počáteční výšku volíme do 0,5 m. Naměřený soubor je ve formátu **wav** a je třeba jej uložit.

Na internetu je na adrese http://audacity.sourceforge.net/ volně dostupný ke stažení program AUDACITY. Stáhneme jej a prověříme antivirovým programem. Po spuštění otevřeme námi naměřený soubor. Měli bychom vidět podobný průběh:

Pomocí nástroje lupa si zvětšíme potřebnou část grafu.

[1] RNDr. Vladimír Vícha, Gymnázium Pardubice, Dašická 1083, E-mail: vlada.vicha@seznam.cz

V menu **View – Zoom out** se lze vrátit k předchozí velikosti. Klikneme na ikonu , a umístíme kurzor na záznam prvního nárazu. Po kliknutí se vlevo dole za nápisem **Cursor** objeví číslo se šesti desetinnými čísly udávající čas. Čas zaokrouhlíme na setiny sekundy. Takto ze záznamu odečteme časy pro sestrojení požadovaných grafů.

Tabulka 1 ukazuje časy dopadu t a časy mezi dopadem a odrazem Δt pro prvních 11 dopadů (pro grafy je využito 43 dopadů).

VÝSLEDKY 1:

Tabulka 1

odraz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
t/s	7,65	8,14	8,57	8,96	9,33	9,67	9,98	10,26	10,53	10,77	11,00
Δt/s	0,49	0,43	0,39	0,37	0,34	0,31	0,28	0,27	0,24	0,23	
v/m/s	2,403	2,109	1,913	1,815	1,668	1,521	1,373	1,324	1,177	1,128	
k	0,88	0,91	0,95	0,92	0,91	0,90	0,96	0,89	0,96	průměr	**0,92**

Rychlost odrazu je vypočtena ze vzorců pro vrh svislý vzhůru: $v = g \cdot \frac{\Delta t}{2}$.

VÝSLEDKY 2

Koeficient restituce byl v tabulce 1 vypočten pro každé dva následující časy a pak určena průměrná hodnota. Vhodnější však je vypočítat pomocí Excelu regresní funkci. Dobře vyhovuje exponenciální funkce $v = 2{,}4239 \cdot e^{-0{,}0731n}$ s koeficientem determinace $R^2 = 0{,}9903$. Protože definiční obor funkce je podmnožinou přirozených čísel, jedná se o posloupnost a to geometrickou. Kvocientem posloupnosti je právě hledaný koeficient restituce $k = \frac{v_{n+1}}{v_n} = e^{-0{,}0731} = 0{,}930$.

Geometrická posloupnost s kvocientem $e^{-0{,}0731}$ vystihuje také závislost doby mezi odrazy na počtu odrazů $\Delta t = 0{,}4942 \cdot e^{-0{,}0731n}$, $R^2 = 0{,}9903$. Posloupnosti odpovídá konvergující geometrická řada. Její součet určíme podle vzorce

$$s_n = \frac{a_1}{1-q} = \frac{0{,}4942 \cdot e^{-0{,}0731}}{1-e^{-0{,}0731}} = 6{,}56 \text{ s.}$$

Součet nekonečné řady pro nás představuje celkovou dobu pohybu míčku.

Závěr: Z grafů vyplývá, že rychlost po každém dopadu exponenciálně klesá, jde o geometrickou posloupnost. Doba mezi dvěma odrazy je také geometrická posloupnost se stejným kvocientem, součet časů konverguje.

Volný pád těles

Úvod

Železné matky navázané na provázek způsobují při dopadech zvuky, které lze snímat mikrofonem do počítače. V závislosti na rozložení matek na provázku, mohou zvuky přicházet nerovnoměrně, ale i rovnoměrně.

Metodické pokyny

Pomůcky: Mikrofon s konektorem (jack) pro připojení do počítače, počítač, program AUDACITY, železné matky (M10) na provázku.

Úkoly: 1) Zaznamenejte mikrofonem dopad matek rozložených na provázku rovnoměrně a s rostoucími vzdálenostmi.

2) Do grafů proveďte záznam pro oba typy pokusů.

Postup: Šest větších matek navážeme na tenký provázek po 25 cm. Provázek uchopíme tak, aby se spodní matka dotýkala podložky, blízko níž je mikrofon. Počkáme, až se kývání matek zklidní a provázek uvolníme. Záznam zvuku do počítače a odečtení časů provádíme programem AUDACITY (viz výše). Jako podložka se osvědčily složené noviny, vzdálenost mikrofonu je třeba vyladit.

Pět matek navážeme tak, že rostou jejich vzdálenosti směrem vzhůru:

10 cm – 30 cm – 50 cm – 70 cm

Provedeme volný pád, odečteme časy.

Výsledky: Záznam zvuku v programu AUDACITY

6 matek rozložených rovnoměrně po 25 cm (5 dopadů)

5 matek rozložených s rostoucími vzdálenostmi (4 dopady)

Odečtené hodnoty času a grafy

pořadí dopadu	*t*/s
1	1,535
2	1,637
3	1,706
4	1,764
5	1,815

graf č. 1

pořadí dopadu	*t*/s
1	1,537
2	1,647
3	1,781
4	1,923

graf č. 2

Závěr: Z grafu č. 1 vyplývá, že volný pád je zrychlený pohyb. Matky jsou rozloženy rovnoměrně a přitom každá následující dopadá za kratší časový interval.

Z grafu č. 2 vyplývá, že když vzdálenosti matek od první matky rostou kvadraticky (10 cm, 40 cm, 90 cm, 160 cm), jsou intervaly mezi dopady pravidelné. To potvrzuje, že volný pád je rovnoměrně zrychlený pohyb $s = \frac{1}{2}gt^2$.

NABÍDKA TITULŮ NAKLADATELSTVÍ PAIDO

INTEGROVANÉ TERÉNNÍ VYUČOVÁNÍ
Eduard Hofmann a kol.

Pracovní listy kolektivu autorů pod vedením E. Hofmanna jsou zpracované geografické charakteristiky území, ve kterém je provozováno terénní vyučování učiteli a studenty pedagogické fakulty Masarykovy univerzity v Brně. Publikace nabízí metodické listy určené pro konkrétní práci v terénu a metodiky vytváření vícedenních programů terénního vyučování. Součástí jsou také přílohy příkladů jednotlivých programů výuky. Čtenáři se do rukou dostává netradičně zpracovaná publikace, která se již na první pohled liší svojí vazbou. Jednotlivé listy knihy jsou volně vložené, což lépe vyhovuje manipulaci s textem i s jednotlivými metodickými listy. Celý systém je zároveň výzvou, aby všichni, kdo se s publikací setkají, měli možnost na ní neustále pracovat podle měnících se podmínek.
132 stran, 225,- Kč, ISBN 80-7315-054-9

KAPITOLY Z TECHNICKÉ ZÁJMOVÉ ČINNOSTI
Michal Scigiel, Petra Scigielová

Učební text svým obsahem pomáhá vyplnit mezeru v doplňkové literatuře pro učitele pracovních činností ve školách se specifickými vzdělávacími potřebami, stejně tak ale může pomoci pedagogům v praktických činnostech na zákadních školách i širšímu okruhu pracovníků podílejících se na organizaci a řízení zájmové technické činnosti dětí a mládeže z řad aktivistů, kteří nemají pedagogické vzdělání. První část textu poskytuje stručný přehled teorie, jejíž znalost předznamenává řešení konkrétních sociálně psychologických problémů výchovy, vzdělávání a práce se žáky mimo vyučování. Těžištěm druhé části je praktická činnost technického charakteru s didaktickým zaměřením.
77 stran, 84,- Kč, ISBN 80-7315-045-X

VÝUKOVÉ METODY
Josef Maňák, Vlastimil Švec

Pojetí výukových metod z něhož publikace vychází, sleduje linii moderní pedagogiky, která respektuje aktivitu a samostatné úsilí žáka jako určující tendenci rozvíjející se osobnosti, která se ovšem neobejde bez porozumění, péče a pomoci ze strany učitele v zájmu optimalizace tohoto složitého procesu. Výuková metoda nepůsobí izolovaně, ale je začleněna do edukačního systému jako jeho důležitý prvek, jehož prostřednictvím výchova postupuje žádoucím směrem.
219 stran, 183,- Kč, ISBN 80-7315-039-5

AŤ ŽIJE ŠKOLA!
Daltonská výuka v praxi
Hans Wenke & Roel Röhner (přeloženo z nizozemského originálu)

Kniha nizozemských odborníků, kteří mají dlouholeté zkušenosti v oblasti organizace, správy a řízení daltonských škol, je určena nejen všem, kdo již mají zkušenosti s vyučováním podle daltonského plánu, ale také učitelům, kteří hledají nové zajímavé podněty pro svou práci. Stejně tak může sloužit jako učební text studentům učitelství. Kniha vychází v době, kdy probíhá veřejná diskuse o podobě českého vzdělávacího systému. Principy „daltonského vyučování" by mohly být pozitivní inspirací pro budoucí očekávanou podobu organizace školy.
124 strany, 127,- Kč, ISBN 80-85931-82-6

DALTONSKÉ VYUČOVÁNÍ
Stále živá inspirace
Hans Wenke & Roel Röhner (přeloženo z nizozemského originálu)

Po kladném přijetí a úspěchu publikace Ať žije škola – Daltonská výuka v praxi přicházejí její autoři Hans Wenke a Roel Röhner s novým titulem. Čtenář zde, kromě teoretických úvah o vztahu učitele a žáka, podstatě týmové práce a managementu školy, najde praktické postupy zpracované na základě moderních principů daltonského vyučování. Tato kniha se může stát inspirací nejen při učitele základních a středních škol, které pracují podle daltonského modelu.
156 stran, 169,- Kč, ISBN 80-7315-041-7

OBJEVTE V SOBĚ EINSTEINA!
Test vnímání a pozorování pro děti od 5 – 11 let
Josef Trna

Didaktický standardizovaný test, s jehož pomocí můžeme zjistit úroveň schopnosti dětí analyticky vnímat a pozorovat svět kolem sebe. Test může sloužit učitelům ZŠ na I. i na II. stupni (zde především v předmětech fyzika, chemie a přírodopis) jako jeden z diagnostických nástrojů, kterým se provádí analýza osobnosti žáka, je použitelný také v mateřských školách. S jeho přispěním můžeme vyhledávat talentované žáky a pak profesionálněji přistoupit k jejich dalšímu vzdělávání.
20 stran, 28,- Kč, ISBN 80-85931-91-5

Veletrh nápadů učitelů fyziky IX

SBORNÍK Z KONFERENCE

Svazek druhý

Brno 25. – 27. 8. 2004

Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity v Brně

srpen 2004

Akce se koná pod záštitou
Jednoty českých matematiků a fyziků
a primátora města Brna RNDr. Petra Duchoně.

Akce byla akreditována MŠMT
pod č. j. 19104/2004-25-103.

Editoři: RNDr. Jindřiška Svobodová, Ph.D.
Doc. RNDr. Petr Sládek, CSc.

© Paido • edice pedagogické literatury, Brno 2004

ISBN 80-7315-087-5

OBSAH

ÚVODNÍ SLOVO: IX. VELETRH NÁPADŮ UČITELŮ FYZIKY 5
Petr Sládek

EINSTEIN´S DREAM – WHO IS RIGHT? 7
Igor Bazovsky, Katarina Teplanova

VYUŽITÍ LIDSKÉHO TĚLA VE VÝUCE FYZIKY 12
Miriam Brtníková

E-LEARNING IN THE COURSE "DIDACTICS OF PHYSICS" 17
Vesselina Dimitrova

VYUŽITÍ PING-PONGOVÝCH MÍČKŮ VE FYZICE 21
Ladislav Dvořák

POKUSY Z FYZIKY NA CD/ PHYSICAL EXPERIMENTS ON CD-ROM 27
Stanislav Gottwald

VLNÍ SA CELÁ TRIEDA/ STUDENTS ARE WAVING 29
Peter Horváth

FYZWEB – FYZIKÁLNÍ STRÁNKY PRO KAŽDÉHO 32
Jitka Houfková, Jana Burešová

MĚŘENÍ MAGNETICKÉ INDUKCE 33
Josef Hubeňák

INOVACE VÝUKY FYZIKY NA ZÁKLADNÍ ŠKOLE A GYMNÁZIU/ 38
PHYSICS EDUCATION THE INNOVATION
AT PRIMARY AND GRAMMER SCHOOL
Josef Janás

PRUŽINOVÉ ELEKTRONICKÉ STAVEBNICE NOVĚ 44
Otto Janda

NĚKOLIK NÁPADŮ NEJEN Z KROUŽKŮ FYZIKY/ 50
SOME IDEAS NOT ONLY FROM PRACTICAL PHYSICS SEMINARS
Miroslav Jílek

PREZENTACJA KOMPUTEROVA 55
JAKO JEDEN ZE SPOSOBÓW AKTYWIZACJI UCZNIÓW
Izabela Kamińska

FYZIKÁLNY EXPERIMENT V ELEMENTÁRNOM VZDELÁVANÍ/ 57
PHYSICAL EXPERIMENT IN PRIMARY SCIENCE
Jana Kopáčová

NOVINKY V PROJEKTU HEURÉKA 2002 – 2004/ 60
NEWS IN HEUREKA PROJECT 2002 – 2004
Irena Koudelková

JAK SI JEDNODUŠE POSTAVIT VZDÁLENOU LABORATOŘ NA INTERNETU 62
František Lustig

NIE JE VÁŽENIE AKO VÁŽENIE/ NOT IS WEIGHING LIKE WEIGHING 66
Ľubomír Machovič, Ivan Baník

AKÚ FARBU MAJÚ RASTLINY RADI?/ WHICH COLOUR DO THE PLANTS LIKE? 70
Andrea Marenčáková

POZNÁMKA K POVRCHOVÉMU NAPĚTÍ KAPALIN 75
Vladislav Navrátil

TŘI ŠKOLNÍ POKUSY 78
Břetislav Patč

MĚŘENÍ FYZIKÁLNÍCH VELIČIN S GRAFICKÝM KALKULÁTOREM TI-92 S DATOVÝM ANALYZÁTOREM CBL 81
Václav Pazdera

OHŇOVÁ SHOW PODLE LUCIENA MCLELLANA 86
Václav Piskač

KINEMATIKA ROVNOMĚRNÉHO A ZRYCHLENÉHO POHYBU 89
Zdeněk Polák

WYKORZYSTANIE LITERATURY W NAUCZANIU FIZYKI 92
Krystyna Raczkowska-Tomczak

PANSKÁ FYZIKA 5 96
Jaroslav Reichl

ZE STARÝCH MOUDRÝCH KNIH 101
Petr Sládek

DEMONSTRACE NESAMOSTATNÉHO VÝBOJE VE VZDUCHU S WULFOVÝM ELEKTROSKOPEM/ DEMONSTRATION OF DEPENDENT AIR DISCHARGE BY WULF ELECTROSCOPE 103
Vojtěch Stach

FYZIKA V KRABIČCE ZÁPALEK 107
Josef Trna

JAK UKAZOVAT (NA) FYZIKÁLNÍ POKUSY/ HOW TO "POINT" ON PHYSICAL EXPERIMENTS 112
Marek Veselý

PÁR VĚCÍ (NEJEN) Z TÁBORA 7/ SIMPLE EXPERIMENTS (NOT ONLY) FROM STUDENT´S SUMMER CAMP 7 116
Peter Žilavý, Jan Koupil

Úvodní slovo:
IX. veletrh nápadů učitelů fyziky

Tradiční setkání učitelů fyziky působících na všech typech škol a v centrech volného času mělo letos své místo v kalendáři 25. – 27. srpna.

Hostitelem IX. veletrhu nápadů učitelů fyziky byla katedra fyziky Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity v Brně.

Překvapením pro organizátory byl nejen velký počet účastníků (150), ale zejména jejich skladba. Jak konstatovali pamětníci, na Veletrhu se objevilo velké množství nových tváří. Je vidět, že fandové, kteří pro své žáky (ale i pro sebe) vymýšlejí různé zajímavé a mnohdy překvapivé pokusy se stále ještě rodí. Na Veletrhu se smažila zmrzlina, zahřívala voda na víc než 100 °C, mlátilo kladivem, chodilo po vodě, vlnila se celá třída..., a to česky, slovensky, polsky, německy, anglicky.

Všechna vystoupení zahájil prof. Wilke z TU v Drážďanech se svými plechovkami a PET lahvemi. Při vzájemném hodnocení letošních 48 vystoupení nejlépe dopadli kolegové Piskač, Polák a Trna, s Ohňovou show, Kinematikou a Fyzikou v krabičce zápalek.

Součástí Veletrhu byla exkurze do Technického muzea v Brně vč. experimentária.

Vzhledem k tomu, že příští rok je vyhlášen světovým rokem fyziky, byly o tomto setkání učitelů fyziky vysílány dvě reportáže v České televizi.

Akce byla akreditována MŠMT jako kurz, záštitu nad ní převzal kromě JČMF také primátor města Brna RNDr. Petr Duchoň.

Příští, jubilejní X. veletrh nápadů se uskuteční na MFF UK v Praze.

Děkuji touto cestou všem, kteří se podíleli na zdárném průběhu IX. veletrhu nápadů.

Petr Sládek

Einstein's Dream – Who Is Right?

Igor Bazovsky, Katarina Teplanova[1]

Introduction

As a boy Einstein thought about riding on a wave front of light and wondering what he would see and experience. The following demonstration and live simulation is an exercise which the young Einstein might well have thought through, well before the special theory of relativity took form, and, as a "guesstimate", probably well before his graduation from high school. The demonstration consists in modeling a certain dream which Einstein is imagined to have had.
The dream concerns two observers of a certain sequence of events. The observers are situated in different vantage points and have different points of view. The surprising aspect of the dream is that the observers view simultaneity differently and in fact can even view a sequence of events in reverse order. The hint for understanding this peculiar set of events is to think of the wave fronts in which the two observers receive their information.
This scenario and two of the models in this article are in part taken from Ref 1. The original stimulus for the study came from some remarks found in Ref 2.

The Scenario

The scene takes place in Einstein's dream. But in a slightly different form this scenario could well have been consciously constructed as Einstein played with some very preliminary thinking leading to one of his famous thought experiments. Next, we present the dream scenario:

Einstein is walking in the foothills of the Alps, when directly in front of him, some distance away, he sees an electric fence. Two cows are standing along a straight edge of the electric fence. They are touching it with their noses because the electricity has been off for a while. Suddenly the farmer turns the electric power back on. As the electric wave front travels along the electric fence it shocks each cow that it passes, and the cow jumps up with a "moo-ing" shriek. The farmer sees and hears the whole happening. Einstein, is walking far off on the far side. He is walking toward the fence, and he is in line with it, the cows and the farmer, in that order.

Einstein also sees and hears the whole happening. From Einstein's perspective – in his dream – all the cows jump simultaneously, without any sound. Then, as the sound wave arrives he hears the second cow (the one closest to him) "moo" first. Finally, Einstein hears the "moo" of the cow that jumped first. This is the reverse order of what actually happened! How to explain this?

Of course, light travels much faster than sound. So the sight of the happening precedes the hearing of the happening. But this is not a whole explanation because the information from the light wave indicates to Einstein that all of the cows jumped simultaneously, while the information from the sound wave indicates that they jumped at distinctly different times. Furthermore, the farmer who turned on the electricity gets completely different information from the very same sound waves!! True, he also visually perceives the cows to jump simultaneously, but he hears the cows "moo" in just the reverse order that Einstein heard them! If they ever meet and discuss their perceptions they will initially give discrepant accounts.

So where is the truth in all this? What is going on? Somehow we want to clear up such a potential paradox about our perceptions of sequences of events. Otherwise, how can we ever be confident that "something 'strange' like the above is happening again"? Besides, why should we take the information from the light wave as being somehow more reliable than the information from the sound wave (or vice versa)?

---

[1] SCHOLA LUDUS, Faculty of Mathematics, Physics and Informatics CU, Bratislava, Slovak republic

E-mail: schola@fmph.uniba.sk

Then who, or which of our senses, can we believe? Clearly the first impression is that the whole dream scenario is about a completely impossible state of affairs. But is it? Physicists do not leave things to intuition. Intuition must be validated and verified. Hence we must model the above situation/happening and either have it all become clear and understandable, or prove conclusively its impossibility under any reasonable models of reality.

Live Modeling of the Main Story

Setting up the model:

A live modeling is a good start for secondary school students because it requires going back to first principles in order to answer such questions as,

(a) How shall we model the first perception of the shocked cows (the jumping and "mooing" cows) as experienced first by Einstein and secondly by the farmer? (By wave fronts of light waves and of sound waves).

(b) How shall we model the light (respectively sound) waves? (With photons, respectively with sound waves).

(c) Do we need to model the millions of photons traveling in all directions? (No, we can use two representative photons- one to represent the wave front of the light ray traveling to Einstein and the other to represent travel in the other direction. Each of these two photons will be live-modeled by a student volunteer – for each of the two directions that are of interest, the first from the cow to Einstein, and the second, from the cow to the farmer).

(d) How do we model the transmission of the sound information to the two witnesses? (Analogously to the way we model the photons).

(e) How do we model the transmission of electric current? (One student can represent the wave front of the current traveling along the wire from the just-closed switch towards the cows).

(f) How do we model, Einstein, the farmer, the electric fence, and the cows? (By student volunteers placed along the configuration of the story. The electric fence is modeled by a straight line. E.g., either a straight edge in the floor planks, a very long bench, or simply by a stretched string laid and held tightly on the floor).

Note: It is important for each "cow" to have a number, and for the "photons" and "sound waves" by each cow to carry the same number on a card either pinned to them or carried visibly in front of them. As they reach Einstein (respectively the farmer) they hand-over their numbered cards. In that way, the order of arrival can be recorded by the two witnesses. I.e., the whole class can see for themselves the exact, recorded and preserved order in which the two witnesses received the cards.

Running The Model

The key to the modeling is to think of the wave fronts that carry the information to the cows and to the two observers. All the modelers get into place, and when the electric current reaches cow number "i", (i=1 or 2) then the photons (respectively sound waves) for that cow start moving – one in each direction to the witnesses. It is important that the volunteers can coordinate or synchronize a fixed walking rate. E.g., keeping track of the neighboring photon's velocity helps to keep coordinated. The orders of arrivals are preserved by the recipients of the cards (i.e., the volunteers modeling Einstein and the Farmer as the two observers).

Remarks on the Live Modeling

Of course, in the live modeling we model the velocities very much slower than is actually the case for light (300,000 km/s), and even for sound. This reduction in velocity has a special effect on the modeling results and makes them different than is actually observed. I.e., in actual situation, the information arriving to the farmer through the light wave has a very minor, difference

because of the delays of travel time, and hence the light from each jumping cow starts traveling at slightly different times. Theoretically, if the farmer could distinguish infinitely fine resolutions, he would never see the cows jump simultaneously. Since the model does not include this limiting aspect of our visual perception mechanism, according to the model developed below, the farmer can never see them jump simultaneously. However, Einstein, can (according to the model) see the cows jump simultaneously if the velocities of electricity along the wire and of light in air are equal, and if his perception mechanism (visual system, or some hi-tech instrument) has enough resolution.

Other Models of this Scenario

The Token Model

The token model, uses a grid where the horizontal direction represents distance from Einstein and the farmer. Five rows contain one token each. See figure 1. The first token represents the electric current wave front, the second and third rows represent the photons from the first cow, or the wave fronts of the two light rays (one going toward Einstein, the other towards the farmer). The fourth and fifth rows do the same for the second cow. The tokens are exercised by hand-moving them in a step-by-step fashion according to the various assumptions, (a) electric velocity equals that of light, (b) electric velocity is slower than that of light, and (c) electric velocity is slower than that of sound.

The Graph Model

Draws the positions of the wave fronts with respect to Einstein and the farmer (as distance coordinates on the vertical axis) verses time which is represented on the horizontal axis. See figure 2. The main hint for this modeling is that the slope gives the velocity: V = velocity of electric current along the wire, C = velocity of information from the cows to the observer.

Figure 1. Token model (tokens appear as placed at t = 0)

Figure 2. Graph model for a three cases ($\rho = C / V$)

The Math Model

This is easy to formulate once one of the other models is understood. See figure 3 for the basic notation.

Notation: Let E_i, (i =1,2) denote the total time for Einstein to see the i th. cow jump (respectively hear the i th. cow "moo") from the switching-on of power. Let F_i denote a similar quantity for the farmer. Then,

For Einstein's perceptions, $E_1 = D/V + 2D/C$ and $E_2 = 2D/V + D/C$.

Clearly, if V=C, then $E_1 = E_2$, or Einstein perceives the cows being shocked simultaneously. Also, if V>C, then $E_2 < E_1$, or Einstein perceives the cows being shocked in reverse sequence to that in which they actually are shocked.

For the farmer's perceptions, $F_1 = D/V + D/C$ and $F_2 = 2F_1$.

Clearly $F_1 < F_2$ for all values of the ratio V/C, which is what is expected intuitively.

Figure 3. Geometrical configuration and notation

Conclusion

This demonstration is an example of the importance of point of view. This importance is well known in terms of representations, shadows silhouettes, etc, having to do with different impressions of an object. See for example Ref. 3. The really exciting thing about this demonstration is that it shows how simultaneity as well as sequences of events can also essentially depend upon point of view – as well as on the ratios of some basic velocities (the velocities of light, of sound and of electric current propagation). In addition to all that, with its surprising twists and turns, there is the practice with simple kinetics, and the simplest modeling in ways that people can vividly remember as a key set of examples for their further work.

References

1. BAZOVSKY, I, TEPLANOVA, K, A Relay Race Explains Discrepant Observations of Simultaneity, Proceedings of the International Conference on Teaching and Learning Physics in New Contexts, July 2004, University of OstravaMAGUEIJO, J. Faster Than the Speed of Light: The Story of a Scientific Speculation. Published by William Heinemann, January 2003, ISBN 0434009482.

2. KVASZ, L. Similarities and Differences Between the Development of Geometry and Algebra, Proceedings of the Conference on Mathematical Reasoning, Heuristics and the Development of Mathematics, Universita di Roma Sapiensa, Roma, Italy, September 10-11, 2004, To be published by Kings College, London, UK, Editors, Carlo Cellucci, Donald Gilles

Využití lidského těla ve výuce fyziky

Miriam Brtníková[2]

Každý učitel má jistě snahu, aby jeho práce měla dobré výsledky a aby výuka zanechala v žácích potřebné znalosti a dovednosti z příslušného oboru. Tato efektivita vyučování závisí mimo jiné i na aktivitě žáků, kterou můžeme stimulovat vhodnou motivací. Jedním z motivačních prvků mohou být i mezipředmětové vztahy. Zaměřila jsem se na propojení fyziky a tělesné výchovy. V posledních desetiletích se rozvíjí prožitková pedagogika, která se ve své čisté formě vztahuje právě k tělesné kultuře. Zákonitosti této pedagogiky jsem se však do určité míry pokusila přenést i do oblasti fyziky. Stavěla jsem tedy na tom, že co člověk prožije, co si sám vyzkouší, to v něm zanechá trvalejší stopy. V běžných laboratorních úlohách žák obvykle zapojuje pro vnímání pokusu zrak, mnohem méně sluch a téměř výjimečně jiný ze smyslů. Proto jsem vybrala experimenty, při nichž se zapojí také hmat, nebo i pohyb celého těla. Čím více smyslů bude žák pro vnímání používat, tím si v sobě zkušenost uchová hlouběji. Některé experimenty také podporují spolupráci a vzájemnou důvěru žáků. Aby přínos mé práce byl především praktický a pro učitele fyziky snadno realizovatelný, vytvořila jsem pracovní listy jak pro žáky, tak i příslušné metodické listy pro učitele. Pro ukázku přikládám pracovní i metodický list týkající se rozkladu sil. Pracovní list je zadán experimentem s využitím lidského těla. Za ním následují otázky, které žáky postupně vedou ke konečnému objasnění fyzikální podstaty provedeného experimentu. Součástí metodického listu je jak zadání, které mají žáci ve svých listech, tak i očekávané odpovědi žáků, případně podrobnější rozbor daného jevu. Je třeba zdůraznit, že některé experimenty, především ty, které provádíme v tělocvičně nebo ve vodě, vyžadují důsledné dodržování bezpečnostních předpisů.

Více pracovních listů bude v dohledné době zveřejněno na stránkách PdF MU.

[2] Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity v Brně.

JMÉNO:
TŘÍDA:

ROZKLAD SIL

POMŮCKY: kabela, dva medicinbaly, lavička

1. ÚKOL:

Když neseš těžkou kabelu, určitě jsi rád, když ti s ní někdo pomůže. Jak pro vás kabela bude těžká, závisí na způsobu, jakým ji nesete.

Dej do kabele dva medicinbaly. Potom s kamarádem vyzkoušej, jak daleko od sebe musíte jít, aby pro vás kabela byla co nejlehčí a co nejtěžší. Obě tyto situace nakresli.Do obrázků vyznač gravitační sílu působící na kabelu.

Znázorni, na jak velké síly působící na vás se gravitační síla kabele rozloží v prvním i ve druhém případě.

2. ÚKOL:

Sedněte si s kamarádem podle obrázků proti sobě, jednou blíž a jednou dál. Kamarád vám položí na nohy medicinbal. Zkuste s ním pokrčit a zpátky natáhnout nohy.

Kdy se vám zdá medicinbal těžší?

_____

Nakresli do obou obrázků, jak se rozloží síla, kterou na vás medicinbal působí.

3. ÚKOL:

Vytvořte zhruba dvanáctičlennou skupinku. V ní máte za úkol v sedě nohama zvednout lavičku. Seďte tak, aby pro vás lavička byla co nejlehčí a mějte propnuté nohy. Teď někdo klidně může po lavičce přejít.

Vypočítej, kolik kilogramů by musely nést tvoje nohy a jak je to velká síla, svírají-li všechny nohy držící lavičku úhel 90°. Předpokládej, že hmotnost přecházejícího je 50 kg a že se rozloží rovnoměrně mezi všechny, kdo lavičku drží. Počítej, že hmotnost lavičky je 20 kg.

_____

_____

_____

_____

ROZKLAD SIL

POMŮCKY: kabela, dva medicinbaly, lavička
NÁROČNOST NA PŘÍPRAVU:
NÁROČNOST NA PROVEDENÍ:

1. ÚKOL:

Když neseš těžkou kabelu, určitě jsi rád, když ti s ní někdo pomůže. Jak pro vás bude těžká závisí na způsobu, jakým ji nesete.

Dej do kabele dva medicinbaly. Potom s kamarádem vyzkoušej, jak daleko od sebe musíte jít, aby pro vás kabela byla co nejlehčí a co nejtěžší.

Obě tyto situace nakresli.

Do obrázků vyznač gravitační sílu působící na kabelu.
Znázorni, na jak velké síly působící na vás se gravitační síla kabele rozloží v prvním i ve druhém případě.

2. ÚKOL:

Sedněte si s kamarádem podle obrázků proti sobě, jednou blíž a jednou dál. Kamarád vám položí na nohy medicinbal. Zkuste s ním pokrčit a zpátky natáhnout nohy.

Kdy se vám zdá medicinbal těžší?
Když sedíme dál od sebe.

Nakresli do obou obrázků, jak se rozloží síla, kterou na vás medicinbal působí.

3. ÚKOL:

Vytvořte zhruba dvanáctičlennou skupinku. V ní máte za úkol v sedě nohama zvednout lavičku. Seďte tak, aby pro vás lavička byla co nejlehčí a mějte propnuté nohy. Teď někdo klidně může po lavičce přejít.

Vypočítej, kolik kilogramů by musely nést tvoje nohy a jak je to velká síla, svírají-li všechny nohy držící lavičku úhel 90°. Předpokládej, že hmotnost přecházejícího je 50 kg a že se rozloží rovnoměrně mezi všechny, kdo lavičku drží. Počítej, že hmotnost lavičky je 20 kg.

Celková hmotnost m = 70 kg.
Této hmotnosti odpovídá gravitační síla $F_g = mg = 700$ N.
Nejprve počítejme, že se tato síla rozloží stejně na žáky držící lavičku z pravé strany i na žáky z levé strany. Protože rozložené síly svírají úhel 90° a mají být stejně velké, použijeme Pythagorovu větu: $a^2 + b^2 = c^2$, kde a, b jsou velikosti sil působících na pravou a levou stranu a jsou si rovny, tedy a = b, c je velikost gravitační síly F_g.
Dostáváme a = b = 495 N.
Když známe sílu působící na řadu žáků sedících z jedné strany, vydělíme ji počtem žáků na této straně a dostaneme velikost síly působící na jednoho žáka.
Je-li na jedné straně šest žáků, výsledek je a/6 = 82,5 N. To znamená, že jeden žák nese 8,25 kg.

V příkladu zanedbáváme nerovnoměrné rozložení hmotnosti přecházejícího žáka na jednotlivé žáky držící lavičku.
Také se zanedbává, že všichni žáci nemají stejně dlouhé nohy, což způsobuje, že se síla nerozloží na stejně velké síly.

BEZPEČNOST:

Pro bezpečnost je důležité, aby ti krajní, co podpírají lavičku, byli úplně na jejím konci. Tak nedojde k jejímu otočení.

E-learning in the Course "Didactics of Physics"

Vesselina Dimitrova[3]

E-learning is a system of methods, technics and technology for organization and presentation of subjects, based on Information Technologies (IT) and Communication Technics (CT). E-learning as a teaching system consists of:

- subjects with specific requirements
- various teaching forms of subjects
- specific organization and management of the teaching
- particular method for assessment of student's knowledge, skills and competence
- use of IT and CT.

An electronic version of university course will be an important part of the E-learning educational degree as point of view for future tendency for university education. On the other hand the on-line access to course materials will be helpful not only for the distance learning students, but also for the self – depending training for the students of B.Sc. programme.

In this report we propose some possibilities for electronic version of the course *"Didactics of Physics"* for B.Sc. degree students in "Physics and Mathematics" and "Chemistry and Physics" in the Department of Physics of Sofia University "St. Kl. Ohridsky", including the various methods of teaching and training.

I. INTRODUCTION

Didactics of Physics is a scientific discipline and provides a basic for the use of other particular courses for students, which will become teachers at Secondary School.

The understanding of methodology of Physics education is a process, what contains a large number of problems. Moreover, the time of lectures and seminars for some topics is very limited in recent programme. Students need to be aware of recent progress on education. The textbook on Physics plays a role in education and the updating of knowledge is connected with a new edition. The development of electronic education on Physics and Didactics of Physics will support the educational process in Physics and in Didactics of Physics and present new approaches in physics and didactics.

The electronic version of the course *"Didactics of Physics"* will demonstrate the basic information on Psychology, Pedagogy and Physics as well as new methods and technologies in education.

Students need of the electronic course to learn and practice on physics education. Moreover, students will self-evaluate their knowledge and better prepare for exams in this discipline by using this course.

The collaboration between Department of Physics and Department of Chemistry in our university has therefor focused upon making improvements in the content of the curriculum and the methods by which it has delivered.

Revisions will be made in the following areas:

1. Revision of the content and delivery of core course material
2. Introduction of new interactive teaching methods to supplement the existing didactic teaching
3. Introduction of formative assessment using computerized multiple choice questions
4. Introduction of elements of continuous assessment.

---

[3] St. Kl. Ohridsky University of Sofia – Bulgaria

The students, who attempt to learn the teaching methods of physics, have to memorize an important knowledge during their courses of education on Physics, Psychology and Pedagogy. For example, the effects of various methods can be fully understood only in terms of the basic principles of Physics, Psychology and Pedagogy. The study of physics phenomena and effects and their mechanisms play an important role in physics education. Moreover, the summarizing of basic knowledge on Physics, Psychology and Pedagogy in one electronic course *"Didactics of Physics"* can provide the basis for successfully solutions of problems in physics education.

II. STRUCTURE OF PROGRAMME OF STUDY

The basic structure elements of the programme of this course are:

- *Annotation*
- *Contents*
- *Forms of control and assessment*
- *Resources.*

The *Annotation* contains:

- general didactic goals and tasks of course
- various teaching methods
- plan of lectures, seminars and practical training at school.

The *Contents* consists of two kinds of objective topics: basic theoretical topics and particular topics of school physics contents. Lectures are divided logically in descending order into topics and sub-topics. For easy learning and easy transfer the size of the topics and sub-topics varies between 500 – 2500 words. All lectures present not only basic knowledge on Physics and Methods of Physics teaching, but also information on Psychology and Pedagogy. Particular attention is selected to the topics of school physics. The questions for seminars are based on the content of the lectures and on the content of the contemporary textbooks in Didactics and Methods of Physics teaching.

Students answer questions and discuss their answers during the seminars. This tests individual knowledge and encourages debates. Unfortunately, there is not a computerized self-study room on the territory of the Department of Physics and students have not an all – day – access to the computers. Their access is limited since the number of computers in faculty is limited. All this makes difficult the self – study process for the students.

The forms of control and assessment are:

- Current control: test, assessment forms, written didactic works on the various lessons of physics
- Examinations: written examination (with written course work of Didactics of Physics) and oral examination.

The interactive tests after every one lecture have various types of questions:

- *invitation to reflection*
- *problem*
- *activity*
- *task.*

Five types of answers are recognized: correct (true and complete), incomplete, inexact, wrong and noresponse. The types of questions are multiple choice, multiple response and fill – in blanks. There is a time limit for the test as a whole. Each test contains logical connected knowledge on methods and methodology of physics and physics too. So the student has a choice to achieve a progress on this subject and step by step to learn and self – evaluate his education.

As *Resources* are used textbooks, web-based electronic modules, courses, etc.

III. RESULTS

We present as an illustration one model of structure of topic "Teaching methods on physics", what is part of electronic version of this course. The model contains four basic elements:

- *Introduction*
- *Basic subjects*
- *Control and assessment*
- *Conclusion.*

The *Introduction* contains annotation, basic didactic goal and intermediate didactic goals, resources and tasks.

The *Basic subjects* consist of:

- Content of topic

1. Method and manner
2. Classification of methods of teaching on physics, according to:
   2.1. Actions of teacher and students
   2.2. Didactic goals
   2.3. Ways of presentation of subject information
   2.4. Cognitive activity
   2.5. Physics methods
   2.6. Methods of science cognition (methodology)
3. Standard of choice and effectiveness of teaching methods

- Text of subjects (according to content of topic).

The *Control and assessment* are realized by various types of questions after the text of subtopics. This is current control and assessment. The questions are like these:

Example I:

For the classification "ways of presentation of subject information" the questions are:

Invitation to reflection: Think over how the methods, what are indicated in this classification /verbal, visual and practical/, you can use as methods according to didactic goals.

Problem: Try to choose the methods and ways from the classification, what can use into the lesson: "Capacitance" in the 9th grade. Motivate your choice.

Example II:

For the classification "Physics methods" the questions are:

Invitation to reflection: Consider what kind of physics methods and way you can use into the lesson: Electromagnetic induction" – 9th grade. Try to motivate your choice.

Activity: Try to compare your choice of physics method with the science methods, what M. Faraday had used in his investigations to discover the phenomenon "electromagnetic induction".

Task: Make structure of physics experimental method, what you use, when you make experiments in:

http://kdt-20.karlov.mff.cuni.cz/index.html
http://kdt-14.karlov.mff.cuni.cz

Example III:

For the classification "Methods of science cognition" the questions are:

Problem: Try to choose the methods and ways of science cognition, what you can use into the lesson: "Electric current into the gases" – 9th grade. Explain your choice.

Activity: Read the text of the lesson "Direct constant electricity" – 9th grade. Make teaching strategy how to use induction and deduction as a teaching method into this lesson. Motivate your choice.

In the end of this topic it is possible to realize concluding control by assessment form.

In the *Conclusion* we make summary, that teaching methods contain in themselves the logic of science methods. It is possible to realize the cycle of science cognition */science facts – hypothesis – consequence – experiment/* when the teaching methods are realized in the educational process.

IV. CONCLUSIONS

The methods of electronic education may play a role in the process of physics education. Students can learn more information and recent scientific news by using of electronic course. It is as a guide for continuing education in Didactics of physics, as a module in their education.

The electronic course can be used for self-studying and self-evaluation in fields of physics, methodology and didactics of physics. It can play a role in distance learning of students.

Bibliography:

1. Dimitrova, V., Didactics of Physics – notes of lectures, Sofia, 2004,
2. Materials of National conference of E – learning in High education, Kiten, June, 2004, (Bulgaria).
3. http://www.mmc.gea.uni-sofia.bg
   http://kdt-20.karlov.mff.cuni.cz/index.html
   http://kdt-14.karlov.mff.cuni.cz

Využití ping-pongových míčků ve fyzice

Ladislav Dvořák[4]

Vývoj vlastností míčků

První míčky byly vyráběny z korku, který byl pokryt síťovinou, aby se zamezilo případným škodám na nábytku a měly průměr 2 palce (asi 50,8 mm). Jelikož měly velmi špatný odskok, byly brzy nahrazeny míčky kaučukovými a následně Jaquesovými tzv. „pružnými" míčky. Největšího rozvoje se stolní tenis dočkal až po roce 1900, kdy byly zavedeny celuloidové míčky.

U míčků jsou stanoveny nejen jejich hmotnost a průměr, ale i barva a tyto vlastnosti jsou zaneseny v pravidlech stolního tenisu. Tyto hodnoty se během vývoje průběžně upravovaly podle potřeb hráčů a diváků.

Míčky musí být kulaté, vyrobeny z celuloidu nebo z podobné plastické hmoty (stále se vyvíjejí a testují nové materiály), povrch musí být matný a bílé nebo oranžové barvy (pro zelený stůl bílé pro modrý stůl oranžové).

K poslední změně hmotnosti a průměru došlo v roce 2000, kdy hmotnost byla zvětšena z 2,5 g na 2,7 g a průměr z 38 mm na dnešních 40 mm. Tyto změny v pravidlech by měly stolní tenis zatraktivnit pro diváky. Míček by měl létat pomaleji, neměly by vznikat příliš velké rotace a tedy by měla být zvýšena viditelnost míčku.

Na našem trhu jsou k dostání oba poslední typy míčků. Ty větší (2,7 g; 40 mm), které povolují pravidla, tak i ty menší (2,5 g; 38 mm), se kterými se oficiální utkání již hrát nemohou.

EXPERIMENTY – VYUŽITÍ

1.1. Vlastnosti látek

1.1.1. Měření délky
Předložit několik míčků a nechat žáky přeměřit průměry pravítkem a posuvným měřidlem („šuplerou"). Podle výsledků mohou diskutovat např. o přesnosti měření různými měřidly.

1.1.2. Měření hmotnosti 1
Při výuce hmotnosti můžeme děti nechat zjistit hmotnost míčků a porovnat získané hodnoty z hodnotami, které povolují pravidla. Můžeme je nechat roztřídit míčky na pravidly povolené a nepovolené.

1.1.3. Měření hmotnosti 2
Protože je známá hmotnost míčků, můžeme je použít jako závaží např. na rovnoramenných vahách.

1.1.4. Měření hmotnosti 3 – nerovnoramenné váhy
Váhy jsou vytvořeny ze špejle, špendlíku a míčků. Můžeme si zvolit dva způsoby. Na kratším rameni může být vážené těleso a na delším rameni budeme posouvat míčkem nebo obráceně.
Pozn.: je vhodné použít míček o známé hmotnosti, např. 2,5 g.

1.1.5. Měření objemu
Do odměrného válce vložíme závaží a nalijeme vodu – určíme objem V_1. Nyní do odměrného válce do stejného množství vody vložíme míček a zatížíme dříve použitým závažím – určíme objem V_2. Objem míčku V získáme odečtením objemu V_1 od objemu V_2.

---

[4] Ladislav Dvořák, PdF MU Brno, dvorak@ped.muni.cz

Pozn.: z vlastní zkušenosti vím, že změření objemu těles o menších hustotách než hustota použité kapaliny (např. míček, korkový špunt apod.) je pro některé studenty značným problémem.

1.1.6. Mezimolekulové prostory
Do většího odměrného válce nasypeme míčky a zjistíme objem V_1. Do druhého odměrného válce nasypeme např. hrášek – V_2. Po přisypání hrášků mezi míčky odečteme objem V a zjistíme, že $V_1+V_2<V$. Podobně je to např. při smíchání vody a lihu.

1.2. Magnetismus

1.2.1. Kompas
Do míčku vložit malý válcový magnet a na dně je potřeba míček mírně zatížit pískem apod. Po vložení míčku na vodní hladinu se míček natočí ve směru sever-jih. Jestliže víme, kde je jih (Slunce), můžeme si jednoduše dokreslit na míček světové strany.

1.3. Mechanika pevných těles

1.3.1. Těžiště tělesa
Do míčků přilepit různý počet zátěží (písek, olůvka) vložit a po cvrnknutí sledovat jak se míčky pohybují.

1.3.2. Polohy tělesa
Pomocí míčku a hodinového skla vysvětli polohy: volnou, stálou a vratkou

1.3.3. Nerovnoměrný pohyb
Míček pustíme po nakloněné rovině.

1.3.4. Rovnoměrný pohyb
Míček naplněný glycerinem pustíme po mírně nakloněné rovině.

1.3.5. Páka
Dva míčky naplníme různým množstvím písku. Po připevnění na nerovnoramennou páku (špejle a špendlík) a změření ramen mohou žáci odvodit poměr mezi hmotnostmi míčků

1.3.6. Páka 2
Pro ztížení můžeme použít např. 3 míčky viz. obr.

m_1	?	m_2
m_1	?	m_3
m_2	?	m_3

1.3.7. Volný pád
Jestliže necháme několik míčků naplněných různými materiály (stejný tvar a různá hmotnost) padat ze stejné výšky, dopadnou současně na zem. Rychlost dopadu těles nezávisí na hmotnosti tělesa.

1.3.8. Pružný ráz
Jestliže vychýlíme krajní z několika bifilárně zavěšených a navzájem se postupně dotýkajících míčků dojde k postupnému předávání energie a odskakování krajních míčků.

1.3.9. Zákon odrazu
Míček necháme narazit na pevnou překážku a porovnáme úhel dopadu a úhel odrazu (vše se děje v jedné rovině).

1.3.10. Moment setrvačnosti
Jeden míček vyplníme polystyrénem a doprostřed vložíme ocelovou kuličku. V druhém míčku bude stejná hmotnost rozložena při povrchu míčku. Oba míčky pustíme po nakloněné rovině a sledujeme způsob pohybu.

1.4. Hydromechanika

1.4.1. Pascalův ježek
Do míčku napícháme špendlíkem dírky a nasadíme jej na větší injekční stříkačku. Po stlačení pístu můžeme pozorovat, jak voda vystřikuje do všech směrů stejnoměrně.

1.4.2. Hydrostatická vztlaková síla
Na dno kádinky připevníme kladku, přes kterou je tažena niť od míčku. Na připevněném siloměru můžeme sledovat velikost hydrostatické vztlakové síly.

1.4.3. Hydrodynamický paradoxon
Na hadici od vodovodního kohoutku nasadíme trychtýř, pustíme vodu a do trychtýře vtlačíme míček. Ten nevypadne protože bude atmosférickou tlakovou silou vtlačován do vrcholu trychtýře.

1.4.4. Páka pod vodou
Obdoba experimentů 2.3.5 a 2.3.6, ale vše umístíme pod hladinu vody. Míčky musí být jen mírně naplněny různým množstvím písku, aby hydrostatická vztlaková síla byla větší než tíhová. Studenty necháme porovnat hmotnosti jednotlivých míčků.

1.4.5. Plování těles
Míčky různě naplněných pískem vložíme do na sebe nalitých nemísících se kapalin.

1.4.6. Model vodního mlýnu
Ke kroužku nebo míčku, skrz který vede osa, přilepíme několik půlek míčků. Na tomto modelu můžeme ukázat mlýn na horní i dolní vodu.

1.5. Aeromechanika

1.5.1. Dasymetr
Na jednu stranu rovnoramenných vah připevníme míček a na druhou stranu závažíčko o stejné hmotnosti. Po vložení do vývěvy a snížení tlaku dojde k porušení rovnovážného stavu.

1.5.2. Aerodynamický paradoxon
Obdoba exp. 2.4.3, kde místo vody použijeme vzduch z plic. Může vyhlásit, kdo z žáků vyfoukne míček nejdále.

1.5.3. Bernoulliova rovnice
Trubičkou foukneme mezi dva a) na stole položené míčky
b) zavěšené míčky
Při jinak stejných podmínkách tlak v kapalině klesá s rychlostí jejího proudění.

1.5.4. Bernoulliova rovnice 2
„Přemístěte míček z jedné kádinky na druhou aniž by jste se míčku nebo kádinek dotkli." Trubičkou foukáme mírně nad míček, kde vznikne podtlak a míček bude atmosférickou tlakovou silou vtlačován do místa z nižším tlakem.

1.5.5. Proudění vzduchu za překážkou
Za míček připevněný k podložce postavíme zapálenou svíčku (pozor na hořlavost celuloidu). Jestliže foukneme přes míček, plamen svíčky se nakloní ve směru proudění vzduchu.

1.5.6. Závislost odporu vzduchu na tvaru tělesa
Na míček (nebo jen půlku) připevněný na špejli otáčivě upevněné k destičce necháme foukat vzduch. Podle úhlu vychýlení může porovnat jednotlivé profily.

1.5.7. Model větrné elektrárny
Na míček připevněný na špejli přilepíme několik půlek míčků a necháme foukat vzduch např. z fénu.

1.6. Mechanická energie

1.6.1. Závislost potenciální energie na hmotnosti těles
Dva míčky o různých hmotnostech necháme padat ze stejné výšky na plastelínu. Podle otisku můžeme porovnat velikosti potenciální energie.

1.6.2. Závislost potenciální energie na poloze tělesa
Míček necháme padat z různých výšek opět na plastelínu. Podle otisku můžeme porovnat velikosti potenciální energie.

1.6.3. Závislost kinetické energie na hmotnosti tělesa
Dva míčky o různých hmotnostech necháme koulet ze stejného místa na nakloněné rovině. Po nárazu do překážky a délky jejího posunutí můžeme porovnat velikosti kinetické energie.

1.6.4. Jo – jo
Ke dvěma půlkám míčku slepené opačně k sobě přivážeme nit. Při pohybu dochází k přeměně energie potenciální na kinetickou a opačně.

1.6.5. Přeměna energie
Ke dvěma půlkám míčku spojených špejlí připevníme gumičku s přivázaným závažíčkem. Po natočení závažíčka kolem osy se začne soustava pohybovat.

1.6.6. Ztráta energie?
Míček necháme spadnout z určité výšky a pak zaznamenáváme výšky, do kterých míček odskočí při následujících odrazech od země.

1.7. Termika

1.7.1. Závislost přijímaného tepla na vlastnostech povrchu
Do dvou míčků, z nichž jeden bude začerněn, uděláme díry tak, aby se do nich dal vložit teploměr a naplníme je vodou. Pomocí např. plastelíny je postavíme na stůl. Začneme je zahřívat např. rozsvícenou žárovkou a odečítáme teplotu v jednotlivých míčcích.

1.7.2. Vyhánění „džinů" z lahve
Hrdlo lahve např. od vína navlhčíme vodou a na hrdlo položíme míček. Poté se k lahvi přiblížíme dlaněmi. Po chvíli se míček začne nadzvedávat – „džinové" prchají.

1.7.3. Využití závislosti objemu plynu na jeho teplotě
Mírně promáčknutý (nesmí být prasklý) míček napravíme tak, že jej vložíme do horké vody. Přetlak uvnitř míčku roste v závislosti na teplotě. Po nějaké době míček opět získá tvar koule.

1.8. Elektrostatika

1.8.1. Přenesení náboje
Nabitou tyčí se dotkneme zavěšeného míčku s el. vodivým povrchem (obalený alobalem, vodivou stříbřenkou apod.). Míček od tyče po dotyku odskočí.

1.8.2. Polarizace
Nabitou tyčí se přiblížíme k zavěšenému míčku. Míček k tyči přiskočí a zůstane přichycen.

1.8.3. Kyvadlo
Mezi dvě elektrody nabíjené např. Kirchhofovou indukční elektrikou vsuneme zavěšený míček s el. vodivým povrchem. Pozorujeme pohyb míčků.

1.9. Kmitání, vlnění a akustika

1.9.1. Kmitání
Do půlky míčku uděláme špendlíkem dírku a bifilárně ji zavěsíme. Jestliže ji naplníme vodou, rozkmitáme a pod míčkem budeme rovnoměrným pohybem posunovat pruhem papíru budeme pozorovat sinusoidu vytvořenou odkapávající vodu.

1.9.2. Příčné kmitání
Na špejli bifilárně vedle sebe zavěsíme několik míčků (12). Po postupném vychýlení můžeme pozorovat vznik vlny.

1.9.3. Podélné kmitání
Na destičku (např. z kartonu) zavěsíme bifilárně opět několik míčků. Po postupném vychýlení můžeme pozorovat v jednotlivých místech zhuštění a zředění.

1.9.4. „Míčkohra"
Na několik míčků různě naplněných vodou poklepeme např. dřevěnou tyčinkou.

1.10. Astronomie

1.10.1. Modely souhvězdí
Míček rozpůlíme a do jedné půlky napícháme špendlíkem dírky tak, aby vpichy byly ve tvaru vybraných souhvězdí. Pak půlku nasadíme na baterku (38 mm - 40 mm) a skrz míček posvítíme např. na tabuli nebo na zeď.

1.10.2. Model Země
Míček je potřeba vyplnit např. ocelovými šponami a na povrchu míčku vyznačit světadíly a oceány. Nyní pomocí figurek, např. z magn. šachů, můžeme vysvětlit, že lidé na „spodní" straně zeměkoule nespadnou, neboť se se Zemí přitahují podobně jako míček a figurky.

1.10.3. Stín, zatmění
Využijeme „zeměkouli" z 2.10.2 o osvítíme ji zdrojem světla. Můžeme vysvětlit vlastní a vržený stín, příp. i zatmění Měsíce.

ZÁVĚR

Na myšlenku experimentování s ping-pongovými míčky mě přivedla náhoda. Při suplování tělocviku jsem si všiml, že místy po tělocvičně zůstaly opotřebované promáčknuté, tedy pro hru nepotřebné, ping-pongové míčky. Bylo mi líto je nechat vyhodit, tak jsem přemýšlel, jestli by se nedaly nějakým způsobem ještě využít.

Domnívám se, že využívaní netradičních pomůcek při výuce může hodiny fyziky jen oživit a třeba se na tyto hodiny bude těšit více žáků než doposud.

LITERATURA:

K 1. 8. 2004
http://www.pingpong.cz
http://www.ittf.com
http://www2.zf.jcu.cz/~klapad00/vti_reserse.html

Pokusy z fyziky na CD
Physical Experiments on CD-ROM

Stanislav Gottwald[5]

Abstract

The CD-ROM "Physical Experiments" was created within the optional seminar "The Selected Chapters from Physics" by the group of 2nd and 3rd-year students attending Gymnázium Špitálská located in Prague 9. Seminar is designed to prepare students to handle some of the support activities that help the understanding of physics. Variety of practical experiments involve some discussion of the topics drawn from the experiences of the workshop instructors and the students themselves. There are several photos to illustrate this workshop.

Úvod

Jak bylo řečeno v první části tohoto sborníku Pokusy z fyziky na CD vznikly v rámci nepovinného semináře Vybrané kapitoly z fyziky, který na Gymnáziu v Praze 9 ve Špitálské ulici navštěvovali ve školním roce 2003/04 studenti druhého a třetího ročníku. Cílem bylo najít náměty k přemýšlení a samostatnému hledání. Domnívám se, že některé části mohou být s výhodou použity i při výuce nebo k samostatnému studiu a „bádání". Proto je mnohé z pokusů a s nimi související teorie stručně vysvětleno. Výsledky některých měření jsou však záměrně prezentovány pouze popisem doprovázeným videozáznamem a čtenář je do „děje vtažen" tak, že si musí část měření ze záznamu sám zrekonstruovat a dopočítat (viz např. měření rychlosti střely balistickou metodou). Některé části lze chápat vyloženě jako zdroj námětů pro samostatná měření (např. část o tření a valivém odporu, jehož prapůvodem byla měření prováděná na jednom z víkendových seminářů heuréky). Prostřednictvím digitální fotografie jsou zobrazeny a zvýrazněny i některé skryté části fyziky, které jistě potěší i oko neodborníka. (viz např. krása kapek a chování povrchové vrstvy kapaliny).

Řešitelský tým a jejich prezentace

[5] Stanislav Gottwald, RNDr., Gymnázium, Špitálská 2, 190 00 Praha 9,
E-mail: stanislav.gottwald@gymspit.cz

Vlní sa celá trieda
Students Are Waving

Peter Horváth[6]

Abstract

This article talks about two real parts of Physics' lessons. Booth of them were realised on the school yard. The first one deals with motion in two dimensions. One of the students was skating with in-line skate and threw away the ball. The other students analysed the motion of the ball. The second part of this article presents one of possibilities how to start the lessons of mechanical waving. The students themselves were modelling mechanical waves.

1 Úvod

V článku sú opísané dve ukážky z vyučovacích hodín fyziky realizované na školskom dvore. Prvá ukážka opisuje prvú hodinu venovanú skladaniu vektorov v prvom ročníku gymnázia. Žiaci sa na konkrétnom príklade skladania rýchlostí korčuliara a ním hodenej tenisovej loptičky oboznamujú s pravidlami skladania vektorov. Druhá ukážka predstavuje časť hodiny, na ktorej sa tretiaci gymnazisti „na vlastnej koži" oboznámili so základnými pojmami opisujúcimi mechanické vlnenie, pričom sami tvorili častice pružného prostredia.

2 Skladanie rýchlostí

Táto časť hodiny prebieha na školskom dvore. Jeden zo žiakov si prinesie kolieskové korčule a do ruky dostane tenisovú loptičku. Bude ju hádzať v pokoji a najmä v pohybe rôznymi smermi.

Úloha žiakov je pozorovať let loptičky a najmä sledovať, ako smer pohybu korčuliara, ktorý loptičku hádže, ovplyvní výsledný smer letu loptičky. Žiaci majú zakresľovať vektor rýchlosti korčuliara vzhľadom na zem, vektor rýchlosti loptičky vzhľadom na korčuliara, ako aj výsledný vektor rýchlosti loptičky.

Korčuliar najprv hodí loptičku pred seba stojac v pokoji. Na tabuľu nakreslíme vektor rýchlosti loptičky vzhľadom na zem v momente, keď loptička opúšťa jeho ruky.

Potom sa rozbehne a hodí loptičku pred seba. Na tabuľu nakreslíme vektor rýchlosti korčuliara vzhľadom na zem, loptičky vzhľadom na korčuliara v momente, keď loptička opúšťa jeho ruky a výsledok, vektor rýchlosti loptičky vzhľadom na zem.

Pokus opakujeme, korčuliar hádže loptičku za seba. Opäť zakresľujeme príslušné vektory rýchlosti.

[6] Peter Horváth, PaedDr., UK v Bratislave, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Katedra teoretickej fyziky a didaktiky fyziky, Mlynská Dolina F1, 842 15 Bratislava, Slovensko, E-mail: horvath@fmph.uniba.sk

Nasleduje hod loptičkou nabok, pričom korčuliar stojí v pokoji. Kriedou môžeme nakresliť na zem čiaru, nad ktorou letela loptička. Potom sa korčuliar rozbehne a presne na tom istom mieste ako predtým hodí loptičku zo svojho pohľadu kolmo na smer svojho pohybu. Výsledný smer pohybu loptičky vzhľadom na zem nie je kolmý na smer pohybu korčuliara. Loptička smeruje šikmo dopredu, v smere pohybu korčuliara. Vektory rýchlosti zakreslíme na tabuľu (obrázok 1).

Obrázok 1. Korčuliar hádže loptičku zo svojho pohľadu kolmo na smer svojho pohybu.

Teraz sa korčuliar pokúsi sa hodiť loptičku tak, aby jej <u>výsledný</u> pohyb (z hľadiska pozorovateľov na zemi) bol kolmý na smer jeho pohybu. Je zrejmé, že musí mieriť za seba. (Keď Winetou strieľal šípom na terč z koňa, musel taktiež mieriť za seba). Aj túto situáciu zakreslíme (obrázok 2).

Obrázok 2. Korčuliar hádže loptičku kolmo na smer svojho pohybu z hľadiska pozorovateľov na zemi.

V ďalšom pokuse dostane korčuliar úlohu hodiť loptičku nad seba tak, aby ju znova chytil. Najprv nech korčuliar stojí. Rozvinieme diskusiu o tom, kam ju má hodiť, keď sa bude pohybovať. Malo by byť jasné, že opäť nad seba, nemusí ju hádzať dopredu. Po rozbehnutí má totiž loptička takú istú rýchlosť ako korčuliar. To, že má loptička naozaj rýchlosť korčuliara, demonštrujeme tak, že rozbehnutý korčuliar položí alebo hodí loptičku z malej výšky vedľa seba. Táto ide za ním. Pokusom demonštrujeme Galileiho princíp relativity. Aj korčuliar môže považovať svoju sústavu za sústavu v pokoji.

Ďalšia úloha je pre korčuliara náročná. Má hodiť loptičku dozadu tak, aby ostala stáť na zemi. Aby úlohu splnil, musí ju hodiť dozadu takou rýchlosťou, akou sa sám pohybuje dopredu. Zo skúsenosti viem, že aj táto úloha sa dá splniť.

Touto sériou pokusov je možné ozrejmiť pravidlá skladania vektorov a upozorniť na dôležitosť voľby súradnicovej sústavy pri opise pohybu. Prvýkrát rozoberáme aj Galileiho princíp relativity.

3. Vlní sa celá trieda

Cvičenie prebieha na školskom dvore.

Hlavným cieľom cvičenia je modelovať vlastnosti postupného mechanického vlnenia, najmä postupného vlnenia v rade bodov. Demonštrujeme fakt, že pri mechanickom vlnení sa šíri rozruch bez toho, aby museli častice prostredia prejsť od zdroja až k detektoru. Trajektóriu, ktorú prejde vlna nemožno stotožniť s trajektóriou, po ktorej sa pohybujú častice prostredia. Sami žiaci tvoria častice pružného prostredia. Demonštrujeme aj rozdiel medzi postupným pozdĺžnym a priečnym vlnením.

Cvičenie spĺňa aj motivačnú a psychohygienickú funkciu. Žiaci sa potešia, keď počas hodiny môžu opustiť triedu a ísť von na školský dvor.

Žiaci sa postavia vedľa seba do radu. Najprv sme demonštrovali mexické vlny. Mexické vlny boli sprevádzané pokrikom „olé, Slovenskóóó" – bolo tesne po hokejových majstrovstvách sveta. Pri tomto cvičení však chýba priame vzájomné silové pôsobenie jednotlivých častíc pružného prostredia. Tento nedostatok už nemá priečne vlnenie, pri ktorom sa žiaci držali za ruky a postupne ich dvíhali nahor, robili mexické vlny držiac sa za ruky. Ďalšie cvičenie na priečne vlnenie bolo, keď sa držali za ruky a postupne vybiehali dopredu a späť dozadu (obr. 3). Takýto pohyb možno robiť aj opakovane. Keď potom opatrne zastavili, ostala vlna „vykreslená" telami žiakov, čo možno využiť na zavedenie pojmov opisujúcich vlnenie.

Obrázok 3. Žiaci 3.B predvádzajú priečne vlnenie vybiehaním dopredu a dozadu.

Postupné pozdĺžne vlnenie sme demonštrovali v zástupe. Žiaci stáli asi 1/2 metra od seba. Pravidlo je jednoduché, ten, kto zacíti zozadu impulz, urobí krok dopredu k svojmu spolužiakovi, ktorý stojí pred ním, mierne ho posotí a vráti sa na pôvodné miesto. Vlnenie začína posledný v zástupe miernym sotením do spolužiaka pred sebou. Impulz môže byť opakovaný.

Po každom z cvičení sme si vysvetlili význam fyzikálnych pojmov, pomocou ktorých sa dané vlnenie opisuje. Zaviedli sme si pojmy postupné priečne vlnenie, postupné pozdĺžne vlnenie, vlnová dĺžka, perióda vlnenia, frekvencia, rýchlosť šírenia sa vlny, amplitúda.

FyzWeb – fyzikální stránky pro každého

Jitka Houfková, Jana Burešová[7]

FyzWeb, http://fyzweb.cuni.cz/, je nekomerční webový server určený pro podporu výuky fyziky, který je provozován na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy v Praze již od roku 2000. **FyzWeb** je určený učitelům, studentům i ostatním zájemcům o fyziku, během školního roku zavítá na jeho stránky denně více než 500 návštěvníků.

FyzWeb přináší informace o fyzikálních akcích, novinky z fyziky, zabývá se fyzikálními jevy z každodenního života, připravuje materiály pro učitele a návody na pokusy. Nejnavštěvovanější částí FyzWebu je **Odpovědna**, v jejímž archivu naleznete přes 700 odpovědí na fyzikální dotazy.

- **Zajímavosti** – fyzikální novinky, aktuality, kalendář, hravá fyzika, semináře, soutěže
- **FyzInfo** – odkazy na tabulky, konstanty, převody, kalkulačka, slovníky
- **Knihovna** – studijní texty i odkazy na ně
- **Dílna** – návody na pokusy, sbírky příkladů, odkazy na aplety, počítačové programy
- **Odpovědna** – odborní fyzici odpovídají na vaše všetečné fyzikální otázky
- **WWW** – odkazy na školy, stránky učitelů, muzea, hvězdárny, webkamery
- **FyzForum** – diskuze o fyzice a její výuce

Připojte se i Vy!
Pokud na škole organizujete nějakou fyzikální soutěž nebo máte webovské fyzikální stránky, znáte-li nějaký originální pokus či vylepšení klasické demonstrace nějakého jevu nebo máte-li zájem, aby vaše texty či příklady sloužily více lidem, na FyzWebu vám nabízíme prostor, kde můžete své materiály zpřístupnit studentům i učitelům z celé ČR.

---

[7] Jitka Houfková, Jana Burešová, KDF MFFUK, Praha, jitka.houfkova@mff.cuni.cz, Jana.buresova@matfyz.cz

Měření magnetické indukce

Josef Hubeňák[8]

Měření magnetické indukce je ve školní laboratoři málo obvyklé – chybí dostupný měřící přístroj. Nová přesná měřidla jsou statisícovou záležitostí a klasické fluxmetry a teslametry většinou dosloužily.

Teslametr s Hallovou sondou využívá jevu, který v roce 1879 popsal americký fyzik Edwin Herbert Hall (1855-1938, profesor na Harwardské univerzitě). Při průchodu proudu vzorkem ve tvaru tenké desky, jíž prochází kolmo ke směru proudu indukční čáry magnetického pole, vzniká na protějších stranách napětí. Příčinou je síla, kterou magnetické pole působí na pohybující se náboje.

Ve vyučování fyzice na střední škole není obtížné odvodit :

$$U_H = Bc\frac{I}{bcne} = \frac{I}{bne}B$$

Zatímco Hall pracoval s tenkými kovovými fóliemi (b musí být co nejmenší) a velkou koncentrací elektronů, dnešní Hallovy sondy obsahují plátek polovodiče s relativně malou koncentrací nosičů nábojů, např.vhodně dotovaný GaAs. Rozměry plátku jsou zlomek milimetru čtverečného a tloušťka b desetina milimetru. Hallovo napětí je asi 100 mV při indukci B = 0,1 T a proudu I = 5 mA.

Hallovou sondu lze snadno získat z 5,25" mechaniky zrušeného počítače, a takových je dosud na školách dostatek. Pod rotorem je uložena soustava cívek statoru a na desce tištěných spojů najdeme obvykle 3 Hallovy sondy – kvádříky z černého plastu se dvěma zkosenými hranami a čtyřmi vývody:

Pokud ve sbírkách není teslametr tovární výroby, lze použít k cejchování sestavu ze dvou cívek rozkladného transformátoru s 1200 závity, stejnosměrného zdroje, ampérmetru a milivoltmetru. Do série zapojené cívky vytvářejí uprostřed magnetické pole s indukcí

[8] Univerzita Hradec Králové, Pedagogická fakulta, katedra fyziky a informatiky

$$B = \frac{\mu_0 N I}{l} \cos\alpha$$

a musíme se spokojit s jistou nepřesností, danou skutečným tvarem vícevrstvého vinutí. Za délku l dosadíme naměřenou délku vinutí dvou cívek a $\cos\alpha$ určíme pro střední průměr vinutí cívek D. Po dosazení naměřených hodnot dostáváme vzorec

$$B = 18{,}3.10^{-3}.I \text{ (T)}$$

Kalibrační křivku lze velmi dobře nahradit lineární závislostí a extrapolovat lineární závislost až na rozsah od 0 do 100 mT.

Měření s Hallovou sondou

Hallovu sondu napájíme ze zdroje 1,5 V – výhodný je alkalický tužkový článek, který při odběru asi 5 mA bude mít po celou dobu měření stálé svorkové napětí. Hallovo napětí měříme digitálním multimetrem na rozsahu 200 nebo 400 mV.

Indukce v ose válcového permanentního magnetu

Sondu vzdalujeme od čela magnetu a dbáme na geometrii sestavy. V grafu je zakreslena závislost velikosti indukce B na vzdálenosti x.

Z grafu je patrný velmi rychlý pokles indukce – tyčový magnet o délce 124 mm má již 100 mm od konce zanedbatelné pole.

Indukce v ose prstencové feritové magnetky

Měření má stejné uspořádání jako v předchozím případě. Prstencová feritová magnetka má rozměry uvedené v obrázku:

Graf ukazuje zajímavou skutečnost: v blízkosti prstencové magnetky mění magnetická indukce orientaci a na ose je bod, v němž je indukce nulová.

Vektorové pole v blízkosti konce válcového magnetu

Hallova sondu ve zvoleném bodu natáčíme tak, až voltmetr ukáže maximální napětí. Kolmice k sondě ukazuje s dobrou přesností směr magnetické indukce a velikost určíme z kalibrační funkce, odečtené z grafu

$$B\ (\mathrm{mT}) = 0{,}175 . U_H\ (\mathrm{mV})$$

V blízkosti konce válcového magnetu zvolíme soustavu bodů a jsme schopni do každého zakreslit ve vhodném měřítku vektor $\boldsymbol{B}$. Následující obrázek zachycuje měření pro permanentní magnet o délce L = 124 mm, s průměrem D = 20 mm a body jsou rozmístěny na kružnici o poloměru 40 mm.

Na pravítku je vidět sondu vlevo nahoře. Tužkový monočlánek je součástí sestavy a výstup stačí jen připojit k milivoltmetru.

Výsledkem je zajímavý obraz vektorů magnetické indukce:

Hallova sonda je v poslední době nahrazena snímači s tzv. asymetrickou magnetorezistivitou (AMR) a snímači s gigantickou magnetorezistivitou (GMR). Zájemci najdou bližší informace na internetu:

1. www.nve.com
2. www.stoner.leeds.ac.uk
3. www.sensormag.com
4. www.iemw.tuwien.ac.at
5. www.fzu.cz

Inovace výuky fyziky na základní škole a gymnáziu

Physics Education the Innovation at Primary and Grammer School

Josef Janás[9]

Abstrakt

In the article two themes from the kinematics and the hydromechanics are mentioned. The aim of the work is to increase the interest of pupils for physics at primary and grammer school.

Úvod

Skutečnost, že tento veletrh je už devátý, svědčí o tom, že jde o semináře životaschopné a užitečné. Jejich cílem je zlepšit fyzikální vzdělávání na všech typech škol. Ve svém příspěvku chci uvést několik myšlenek a námětů, které podle mých zkušeností mohou přispět ke zlepšení fyzikálního vzdělávání žáků a studentů (v dalším jen „žáci") základních škol a gymnázií, kteří se většinou nebudou v životě fyzikou živit a mají k ní vesměs negativní vztah. Po absolvování vysoké školy jsem učil fyzice 7 let na jedenáctileté střední škole a nyní externě 6 let na gymnáziu.

I když se obsah fyziky v současné škole výrazně neliší od obsahu téměř před 50 lety, nemá výuka fyzice šanci na úspěch, probíhá-li stejným způsobem jako tenkrát. Je tomu tak hlavně proto, že:

- „Startovní čára" dnešních žáků je značně odlišná od těch před 50 lety (nebyla televize, mobily, CD, výpočetní technika, Internet aj., které jsou pro dnešní generaci samozřejmost). Tenkrát byla škola hlavním zdrojem informací, dnes jsou to multimédia, výpočetní technika a zejména Internet.
- Obsah fyziky, zahrnující hlavně klasickou fyziku, nekoresponduje s jejich vnímáním světa. Připadá jim archaický, nesoučasný a vnitřně je nemotivuje. Například určování hmotnosti těles vážením a digitální „váhy", které udávají nejen hmotnost zboží, ale současně cenu.
- Současná výuka fyziky (nejen fyziky) tuto skutečnost málo respektuje a důsledkem toho žáci nepociťují potřebu se jí učit a investují čas i duševní úsilí na studium jiných předmětů, pro ně méně náročných. Co však akceptují, co je motivuje a přispívá k většímu zájmu o fyziku, je spojování učiva s jeho využitím v praxi.

V dalším uvedu dva náměty inovace výuky kinematiky a hydromechaniky, při které lze využít jednoduché pomůcky nevyžadující téměř žádné finanční prostředky. Přitom žáci získávají nejen fyzikální poznatky, ale ještě něco „navíc" co přispívá k utváření jejich osobnosti obecně.

[9] Doc. RNDr. Josef Janás, CSc., Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta, Katedra fyziky, Poříčí 7, 603 00 Brno, E-mail: janas@ped.muni.cz

1 Úvod do kinematiky

Tradiční postup

Vysvětlení pojmu *pohyb* jako změna polohy tělesa, *relativnost* klidu a pohybu, klasifikace pohybů, *dráha* a *rychlost*.

Inovace

K základním kinematickým pojmům: *trajektorie* a *dráha* pohybu tělesa (hmotného bodu = těžiště), *vztažná soustava, relativnost klidu a pohybu,* lze dospět při vyhodnocení jednoduchých pokusů s jízdním kolem, na jehož obvodu je upevněna žárovka z kapesní svítilny, připojená k ploché baterii (stačí výrazně vyznačit sledovaný bod např. svítící barvou nebo uvázáním barevné stužky). Místo kola můžeme použít kuličku upevněnou na motouzu.

Za vhodný považuji následující postup:

1. Na tabuli nakreslíme křídou čáru (trajektorii).
2. Dvojice žáků rozestavíme okolo stolu tak, aby mohli pozorovat pohyb svítící žárovky z různých míst ve třídě. Požádáme je, aby sdělili a na tabuli zakreslili trajektorii pohybující se žárovky (při opakovaném pokusu případně určili i velikost dráhy žárovky). Záznam pozorování, který bude na tabuli ukazuje obr. 1.
3. Ptáme se, kdo má pravdu, když o téže skutečnosti (žárovka koná pohyb po kružnici) máme pět různých tvrzení? Z diskuse vyplyne, že záleží na „vztažné soustavě" ze které skutečnost pozorujeme. Při pozorování nás naše smysly mohou klamat. Ne však fyziku, která hledá pravdu a studuje jevy v prostoru a čase ve vztažné soustavě spojené se Zemí.
4. Kromě toho, že si žáci osvojují fyzikální poznatky (pohyb, trajektorie, vztažná soustava), získávají ještě něco „navíc", co má obecnou platnost a přispívá k formování jejich osobnosti. Je to poznatek, že zrak nám nemusí podávat objektivní informace o pozorované skutečnosti, a proto je nutné zvažovat názor druhého člověka s kterým komunikuji a neukvapovat se ve svých úsudcích.

Pro zdůraznění této životní zásady je dobré provést *pokus s válcem a dvojkuželem na nakloněné rovině,* která má tvar písmene V. Postupně pouštíme po nakloněné rovině válec a dvojkužel. Paradoxně se dvojkužel pohybuje po nakloněné rovině vzhůru. Opakováním pokusu, při kterém sledujeme pohyb těžiště obou těles (stačí napnout ve vodorovném směru motouz před pohybující se osu dvojkužele), zjistíme, že se těžiště obou těles pohybují dolů tak dlouho, až zaujmou polohu s nejmenší polohovou energií.

Pokus s žárovkou na obvodu kola můžeme rozšířit na pozorování trajektorie žárovky a osy kola při pohybu po vodorovném stole (nebo po podlaze). Trajektorií žárovky je *cykloida,* trajektorií osy je úsečka – viz obr. 2. Záznam cykloidy můžeme snadno pořídit, přiložíme-li za otáčející se kolo desku s pruhem papíru a na něm postupně zaznamenáváme polohu žárovky. Použitím svítící žárovky upevněné na ráfku kola v zatemněné místnosti jsou pokusy efektnější.

Skupina žáků	Stanoviště žáků	POZOROVANÝ PRŮMĚT TRAJEKTORIE		Délka průmětu dráhy
1.	z pohledu kolmo na rovinu kola zezadu		kružnice (levotočivá)	$2 \pi r$
2.	z pohledu kolmo na rovinu kola zpředu		kružnice (pravotočivá)	$2 \pi r$
3.	z levé i z pravé strany v rovině kola		úsečka	$2 r$
4.	z nadhledu za kolem		elipsa (levotočivá)	$2 r < s < 2 \pi r$
5.	z nadhledu před kolem		elipsa (pravotočivá)	$2 r < s < 2 \pi r$

Obr. 1

obr. 2

Po zavedení pojmu *rychlost* tělesa můžeme kola s žárovkou využít k rozšíření o pojmy *rychlost posuvného pohybu* a *rychlost úhlová*, a to i přesto, že se na ZŠ nepoužívá. Asi v polovině výpletu (drátu) spojujícího bod A a osu otáčení O umístíme druhou žárovku (barevnou) – viz obr. 3 a diskutujeme se žáky otázku, která žárovka se pohybuje rychleji, když vidí, že při otočení kola se za stejnou dobu vrátily na svá místa.

Porovnáním drah a rychlosti bodů A, B při otočení kola zjistíme, že oba body jsou na původních místech, ačkoliv se po stejnou dobu bod A pohyboval po delším oblouku než bod B

obr. 3

2 **Archimédův zákon** – úvodní hodina

Tradiční postup

Zápis na tabuli „Archimédův zákon"
Informace „Dnes se naučíme... Objasníme..."
Řada pokusů, příp. historie objevu

Tento způsob žáky málo motivuje, předem jim sdělujeme co mají očekávat, ochuzujeme je o pocit objevování souvislostí a formulování závěrů jimi samotnými.

Inovace

Potřebné pomůcky:

- PET láhev 0,5 litru naplněná vodou tak, aby celková hmotnost byla 0,5 kg (gravitační síla 5 N), na láhvi nalepený proužek se stupnicí.
- Stojan a na něm upevněný siloměr s rozsahem 5 N (10 N).
- PET láhev 2 litrová s uříznutým hrdlem (jako kádinka).

1. fáze

P_0 Rukou napneme siloměr ve vodorovném směru tak, aby ukazoval 5 N. Otázka: Co ukazuje siloměr? (Tahovou sílu F_t, která kompenzuje opačným směrem působící svalovou sílu F_s ve vodorovném směru.)

P_1 Pozornost zaměříme na těleso (ne na siloměr, protože Archimédův zákon se netýká siloměru, ale tělesa). Těleso zavěsíme na siloměr a ptáme se, co siloměr ukazuje nyní?
Nejčastější odpověď žáků bývá, že ukazuje **gravitační sílu $F_g = mg$.**
Tato odpověď brání pochopit správně Archimédův zákon.
Proto provedeme znovu pokus P_0 a přivedeme žáky k závěru, že siloměr ukazuje tahovou sílu $F_1 = 5$ N, která je v rovnováze se silou gravitační. Obě působí na totéž těleso (graficky znázorníme)

$$F_1 = F_g$$

P_2 Těleso postupně ponořujeme do kapaliny (zvedáme nádobu s vodou) A sledujeme, že se velikost tahové síly postupně zmenšuje. Z diskuse vyplyne závěr, že

$$F_2 < F_g$$

Proto těleso ponořené do vody je nadlehčováno **vztlakovou silou F_{vz}**, která míří proti síle gravitační.

P_3 Opakujeme P_2, ale těleso vytahujeme z vody (opačný postup). Vyslovíme závěr, že F_{vz} **závisí na objemu ponořené části tělesa.**

2. fáze

Opakujeme předchozí pokusy, ale zapisujeme číselné hodnoty, které porovnáváme. Vyslovíme závěr: *Vztlaková síla je přímo úměrná **objemu** ponořené části tělesa.*

3. fáze

Provedeme tytéž pokusy, ale s lihem (glycerinem).
Vyslovíme závěr: *Vztlaková síla je přímo úměrná* ***hustotě*** *kapaliny.*

4. fáze

Zobecníme získané poznatky a matematicky vyjádříme vztlakovou sílu

$$F_{vz} = V.\rho_k.g.$$

Teprve nyní zapíšeme téma hodiny: *Archimédův zákon,* sdělíme historii objevu, nebo téma zadáme jako referát.

5. fáze

Zadáme *problémovou úlohu*: Odhadněte a potom dokažte, jak velikou silou udržíte kamaráda neplavce nad vodou, aby se neutopil? (PET láhev s vodou má přibližně stejnou hustotu jako člověk, proto je tahová síla téměř nulová, toto zjištění bývá pro žáky překvapující.)

Literatura:

1. JANÁS, J., TRNA,J. *Konkrétní didaktika fyziky I.* Brno : MU, 1995.
2. JANÁS, J., MACHOVÁ, M. Jízdní kolo ve vyučování fyzice I. In *Školská fyzika,* 1997, 59-65.

Pružinové elektronické stavebnice nově

Ing. PaedDr. Mgr. Otto Janda, Ph.D.[10]

Ve fyzikálních kabinetech mnoha škol se dodnes najde hodně krabic s elektronickými stavebnicemi typu Elektronik, Logitronik apod. Součástky v nich jsou pevně uloženy v součástkových polích a zakončeny pružinkami. Vzájemně se propojují drátovými vodiči, jejichž konce se zasunují mezi závity pružinek. Výhodou je rychlé propojení, zdánlivě jednoduchá tvorba funkčních obvodů a také to, že žák vidí součástku, kterou zapojuje.

Bohužel řada dalších nedobrých vlastností těchto stavebnic způsobuje, že se nepoužívají a někde ve skříních jen zabírají místo. Co na nich především vadí? Je to hlavně nepřehlednost. Žák sestavující jednoduchý obvod z několika součástek má před sebou desku s desítkami prvků, které rozptylují jeho pozornost a snižují možnost soustředění na problém, který právě řeší. Snadno pak zapomene propojit některou část obvodu, nebo připojí jinou součástku. Poloha součástek je nepřirozená a neodpovídá logickému rozmístění podle schématu. Pokud sestavený nepracuje správně, jen velmi obtížně se hledá chyba.

Stavebnice však lze upravit tak, že zůstanou jejich výhody a potlačí se uvedené nevýhody. Základní principy, na kterých jsou úpravy stavebnic založeny, usnadňují jak realizaci obvodu, tak pochopení jeho činnosti.

Obvod musí být po praktické stránce jednoduchý, snadno realizovatelný a kontrolovatelný. Žák pracuje jen s těmi prvky, které potřebuje k sestavení obvodu. Součástky umísťuje podle polohy ve schématu, co neblíže k sobě. Spojovací vodiče používá minimálně.

Základní myšlenka usnadňující pochopení vychází z představy, že každý obvod lze chápat jako soustavu napěťových děličů.
Řada příkladů částí obvodů, které můžeme představit jako děliče napětí je uvedena na obrázcích 1, 2, 3

Obr. 1

[10] Ing. PaedDr. Mgr. Otto Janda, Ph.D. Didaktika elektrotechnických předmětů, Karlovy Vary.

Obr. 2

Obr. 3

Obr. 5

Konkrétní realizaci obvodů lze provést na různě připravených deskách s pružinkami. Na obr. 4 je základní deska se čtyřmi řadami pružin, do kterých lze zasouvat jak jednotlivé součástky, tak i konkrétní moduly. Příkladem takového modulu může být univerzální zesilovač. Na vyobrazené desce je s tímto zesilovačem provedena konstrukce blikače. Schéma modulu je na obr. 5. Při zapojování vždy pro jednoduchost dodržujeme místo s nejvyšším potenciálem nahoře, nulový vodič dole. Výše uložené řadě pružin tak odpovídá vyšší potenciál a naopak. Tato zapojovací deska je vhodná především pro vzorové, demonstrační konstrukce obvodů. Varianta vhodná pro žákovské práce je na obr. 6.

Obr. 4

Pružinky jsou kolmé k desce, tak jako v původních stavebnicích. Nejsou však u konkrétních součástek, ale tvoří spojovací body – uzly. Vývody součástek se zasouvají mezi závity pružinek. Pokud neodpovídají délkou, nastavíme je kouskem silnějšího měděného drátu. Toto uspořádání umožňuje další varianty propojování součástek

Součástky umístěné na malém prkénku jsou zakončeny zavíracím špendlíkem vhodné velikosti, který slouží jako laciný banánek (obr. 6 a 8). Jako součástková základna poslouží další typy elektronických stavebnic ze starších zásob. Na obr. 7 je upravený modul zesilovače ze stavebnice „Polovodiče" dodávané dříve Komeniem.

Obr. 6

Obr. 7

Obr. 8

Deska s pružinkami může mít i jiné uspořádání. Pružinky lze umístit naležato. Tím se celá deska sníží a zapojený obvod bude ještě přehlednější. Pružinka upevněná na obou koncích je velmi stabilním uzlem. Aby ale šly vývody součástek zasunout mezi závity pružiny, je třeba ji natáhnout před upevněním asi o polovinu její délky. Viz obr. 9

Vytvoří se tak dostatečný prostor pro zasouvání vývodů, které budou i nadále pevně stisknuty závity pružiny.

Obr. 9

Obr. 10

Jinou variantou desky se svislými pružinkami je, nahradit některé z nich krokosvorkami. Obr. 10 a 11. Na takové základové desce je na obr. 11 zachycen opět obvod s blikačem využívající modul zesilovače (není zachycen držák s bateriemi).

Obr. 11

Fotografie a recenze: Mgr. Zdeněk Polák, Jiráskovo gymnázium v Náchodě

Několik nápadů nejen z kroužků fyziky

Some Ideas Not Only from Practical Physics Seminars

Miroslav Jílek[11]

Abstrakt

This paper describes several ideas from a program of practical seminar for high school students interested in Physics, which is organized at MFF UK in Prague. The ideas and experiments described here can be used in Physics lessons and seminars or for experimenting by anyone who is motivated.

Úvod

V příspěvku popisuji stručně několik námětů na experimentální práci se studenty v hodinách fyziky a různých fyzikálních seminářích. Většina uváděných námětů vychází z činnosti kroužků fyziky, které byly letos třetím rokem pořádány pro středoškolské studenty na KDF MFF UK v Praze. Program kroužků s fotodokumentací a podrobnějším popisem většího množství experimentů, které si studenti měli možnost vyzkoušet a blíže prozkoumat, se připravuje v elektronické formě pro prezentaci na internetu. Na webových stránkách [1] je zatím možné shlédnout studijní materiál týkající se srážek a rotací těles, který byl zpracován na základě části programu starších ročníků kroužků fyziky.

1 Fyzika s digitálním fotoaparátem

Digitální fotoaparát se stává stále více rozšířeným a dostupným zařízením, které může především ve spojení s počítačem, eventuelně s datovým projektorem, účinně sloužit jako pomůcka ve výuce fyziky i k vlastnímu zkoumání okolního světa. Způsobů využití digitálního fotoaparátu je jistě celá řada a na tomto místě uvádím pouze několik vyzkoušených možností vhodných pro další rozvíjení a zdokonalování.

1.1 Makrofotografie

Jedním z nejjednodušších způsobů využití digitálního fotoaparátu je pořizování detailních záběrů malých objektů. Toho lze využít například pro měření povrchového napětí vody. Injekční stříkačkou se silnější jehlou nebo tenkou kapilárou odkapáváme pomalu kapičky vody v těsné blízkosti pravítka s milimetrovou stupnicí. Těsně před odkápnutím se snažíme kapičky vyfotit proti pravítku z nejbližší možné vzdálenosti. Zvětšenou fotografii si prohlédneme na obrazovce fotoaparátu nebo lépe na počítači a můžeme tak poměrně přesně odhadnout velikost kapky i průměr protaženého „krčku" kapky před odkápnutím. Z velikosti kapky a obvodu „krčku" určíme známou metodou, viz například *Určení povrchového napětí kapaliny kapkovou metodou* v [2], povrchové napětí vody. Výhoda této metody spočívá především v možnosti pozorování reálného tvaru kapky během odkapávání.

[11] Miroslav Jílek, Mgr., UK v Praze, Fakulta matematicko-fyzikální,
Katedra didaktiky fyziky, Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, E-mail: miroslav.jilek@matfyz.cz

Prohlížení makrofotografie zvětšené na počítači můžeme použít také pro zkoumání zdánlivě hladkých povrchů například papíru, kancelářské sponky, zápalky... a diskutovat například vznik třecí síly na těchto površích. Drobné předměty a povrchy můžeme samozřejmě dále fotografovat i pomocí lupy nebo mikroskopu, přičemž výsledek vidíme a můžeme upravovat mnohem rychleji než v případě klasické fotografie.

1.2 Zkoumání vrhů těles

Většina digitálních fotoaparátů umožňuje nahrávání krátkých videoklipů s rychlostí snímkování například 15 snímků za sekundu. Pomocí této funkce lze snadno zkoumat nejrůznější dynamické procesy. Výhodou oproti klasickému videu je jednodušší manipulace s nahraným videoklipem, který není příliš velký, a je možné ho okamžitě přehrát snímek po snímku na počítači nebo v samotném fotoaparátu.

Jako příklad může sloužit zkoumání trajektorií vrhů těles. Libovolný malý míček nebo jiný drobný předmět hodíme nebo vystřelíme pomocí jednoduchého praku před větší popsanou tabulí a zdálky tento vrh zaznamenáme jako video pomocí fotoaparátu. Následným přehráváním videoklipu snímek po snímku sledujeme polohy míčku v jednotlivých časových úsecích (např. patnáctinách sekundy) a tyto polohy zaznamenáváme na tabuli, což umožní zakreslit reálnou trajektorii vrhu (popsaná tabule usnadní určování poloh, na čistou tabuli lze dopředu narýsovat jednoduchou souřadnicovou síť). Ze vzdáleností uražených míčkem za příslušné časové okamžiky můžeme určovat průměrnou rychlost míčku v jednotlivých úsecích nebo můžeme z naměřenou trajektorií libovolně dále pracovat.

Stejným způsobem lze zkoumat také volný pád, pád většího lehkého předmětu (papírové koule, krabičky z pěnového polystyrenu...) v odporovém prostředí a nejrůznější jiné druhy pohybů.

1.3 Prostorové fotografie a videa

Zajímavou metodou přiblížení principu prostorového vnímání lidského zraku může být tvorba vlastních prostorových fotografií, které někdy bývají k vidění ve speciálních publikacích. K prohlížení těchto fotografií jsou potřeba brýle tvořené dvěma (pro každé oko jedním) barevnými filtry (foliemi nebo skly) například červeným a zeleným. Takové brýle bývají součástí zmiňovaných publikací, nebo je lze nahradit libovolnými filtry pro demonstraci skládání barev, eventuelně použít barevné foliové filtry pro osvětlovací reflektory.

Pro fotografii vybereme dostatečně „prostorový" objekt – například členitou místnost s různými předměty a osobami. Objekt vyfotíme ze stativu, fotoaparát posuneme rovnoběžně asi deset centimetrů stranou a vyfotíme stejný objekt ještě jednou (focené osoby by se mezi pořízením obou snímků neměli příliš pohybovat). Získáme tak dva mírně posunuté snímky, které je nutné zpracovat na počítači. Oba snímky (levý a pravý) převedeme v programu pro zpracování fotografií do stupňů šedé a vytvoříme si ještě jeden prázdný (černý) obrázek stejné velikosti jako fotografie. Pomocí funkce *sloučit kanály* všechny tři obrázky sloučíme, přičemž jeden (levý) snímek označíme jako červený kanál – R, druhý (pravý) snímek označíme jako zelený kanál – G a zbývající prázdný snímek označíme jako modrý kanál – B. Získáme tak červenozelenou fotografii, která pozorována červenozelenými brýlemi vytvoří prostorový obraz foceného objektu. Informace o prostorovém uspořádání je dána tím, že fotografie obsahuje dva překryté obrazy stejného objektu, focené z poněkud jiného úhlu. Při prohlížení odfiltrují brýle pro každé oko vždy jeden obraz, takže situace je obdobná pozorování objektu oběma očima, kdy také každé oko vidí objekt z poněkud jiného úhlu.

Pokud máme k dispozici dva stejné digitální fotoaparáty, můžeme se pokusit vytvořit dokonce prostorové video. Oba fotoaparáty připevníme těsně vedle sebe například k dřevěné liště tak, aby jejich objektivy směřovaly rovnoběžně. Na obou fotoaparátech spustíme současně nahrávání videa a pořídíme tak dva krátké videoklipy, každý snímaný z poněkud jiného úhlu. Další zpracování už je obdobné vytváření prostorové fotografie, jenom je zdlouhavější. Snímek po snímku

musíme oba klipy sloučit a z takto vytvořených snímků zpětně složit celou animaci. Počet skládaných snímků samozřejmě závisí na délce pořizovaného videa. Pro tento proces si „počítačově zdatní" zájemci mohou samozřejmě vytvořit také krátký program.

Prostorové fotografie i videa si lze prohlížet buď přímo na monitoru počítače nebo, což je efektnější, promítaná (v setmělé místnosti) pomocí projektoru. Podobného principu využívají také prostorová kina typu IMAX, kde jsou ale místo dvou barevných obrazů současně promítány dva (posunuté) příčně polarizované obrazy, které se prohlížejí pomocí brýlí s příčně polarizovanými skly.

2 Zrcátkový dálkoměr

Jednoduché zařízení pro měření vzdáleností lze vyrobit ze dvou latí – například 1 m dlouhých, zrcátka a sklíčka (například podložního sklíčka k mikroskopu). Latě spojíme na jednom konci hřebíkem nebo šroubem, který slouží jako čep, kolem kterého se mohou latě otáčet. Ke spodní lati připevníme těsně za čep pomocí dřevěného hranolku zrcátko tak, aby svíralo s latí úhel 45°. Sklíčko z jedné strany začadíme v plameni svíčky (některá místa mohou být začazena více, některá méně) a vytvoříme tak polopropustné zrcátko, které odráží nezačazenou plochou. Sklíčko umístíme opět pomocí malého dřevěného hranolku na opačný konec horní latě, než je čep, okolo kterého se otáčí. Vzniklý dálkoměr je tedy tvořen dvěma rovnoběžnými zrcátky (jedním polopropustným) umístěnými (šikmo k latím) na vzdálenost latě od sebe. Při mírném pootáčení latí vůči sobě se mírně mění úhel mezi zrcátky.

Měření pomocí dálkoměru provádíme tak, že držíme spojené latě vodorovně před sebou (jako příčnou flétnu) a díváme se na vzdálený objekt skrz polopropustné sklíčko. Odrazem od sklíčka zároveň vidíme obraz objektu z druhého (bočního) zrcátka. Mírným posouváním volných konců latě vůči sobě se nám oba obrazy posouvají vůči sobě a při jejich překrytí zaznamenáme úhel, který svírají latě a tedy i zrcátka. Měřený úhel je velmi malý, proto si předem na konec jedné latě nakreslíme část úhloměrné stupnice se středem v ose otáčení latí. Tuto stupnici můžeme pro přesnější odčítání vybavit jednoduchým noniem.

Před měřením vzdáleností je třeba srovnat zrcátka, aby byla přesně rovnoběžná při nulovém úhlu mezi latěmi. To uděláme tak, že pozorujeme hodně vzdálený objekt (nejlépe Slunce za mraky nebo při západu) a při překrytí obrazů si označíme nulový úhel.

Vzdálenost pozorovaného objektu určíme jednoduše z pravoúhlého trojúhelníka jehož kratší odvěsnu tvoří spojnice mezi zrcátky, druhou odvěsnu představuje paprsek přicházející z měřeného objektu do oka skrz polopropustné sklíčko, přeponu představuje paprsek přicházející z objektu do bočního zrcátka. Úhel mezi přicházejícími paprsky (v Astronomii nazývaný paralaxa) je díky zákonu odrazu dvojnásobkem úhlu sevřeného zrcátky. K určení vzdálenosti tedy stačí znát vzdálenost mezi zrcátky a úhel, který svírají.

Přesnost měření vzdáleností záleží především na přesnosti určení úhlu mezi zrcátky. Při vzdálenostech kolem 100 m lze dosáhnout odchylky menší než 0,5 m.

Obdobný princip měření vzdáleností se kromě astronomických měření vzdáleností využívá například u dálkoměrů v některých starších typech fotoaparátů nebo u velkých dálkoměrů umístěných na námořních bitevních lodích.

Ještě jednodušší podobný model přibližující funkci dálkoměru tvořený dvěma obyčejnými zrcátky demonstroval doc. L. Dvořák na jednom ze starších ročníků seminářů pro budoucí učitele fyziky na Malé Hraštici, viz [3].

3 Louskáček na ořechy

Jak velká síla je potřebná k rozlousknutí vlašského ořechu? Louskáček sestrojený podle námětu v [4] to umožňuje změřit.

Louskáček je tvořen dřevěným rámem asi 50 cm dlouhým a 10 cm vysokým k jehož kratší straně dosedá dřevěný hranolek otočný na jednom konci kolem šroubu, který je pomocí dvou kovových pásků spojen s rámem. Mezi volný konec otočného hranolku a horní část rámu se vkládá ořech. Podél horní dlouhé strany rámu je potom napnuté pevné ocelové lanko, které je na jednom konci přišroubováno zboku k rámu, na druhém konci prochází těsně nad ořechem otvorem v otočném hranolku a je ukončeno uzlem za kovovou podložkou. Napnutí lana je zajištěno dřevěným klínkem s podélnou drážkou, který se vkládá mezi podložku a otočný hranolek.

Po vložení ořechu do louskáčku a dopnutí lanka podržíme jednou rukou pevně dřevěný rám a druhou rukou zatáhneme za lanko v jeho středu směrem nahoru. Síla, která přitom k sobě svírá rám s otočným hranolkem a způsobuje rozlousknutí ořechu je mnohem větší než síla, kterou působíme na lanko.

Velikost síly F_1, kterou působíme na lanko můžeme měřit pomocí siloměru nebo mincíře. Pokud zároveň změříme pravítkem výšku d do které natáhneme lanko nad rám a délku rámu L, můžeme z podobnosti trojúhelníku tvořeného rámem s drátem a trojúhelníku daného působícími silami určit jednoduše velikost síly F_2 působící na ořech jako:

$$F_2 = \frac{L}{4d} F_1$$

Je zajímavé, že pevnost vlašského ořechu velmi závisí na směru, kterým se ho snažíme rozlousknout. Nejpevnější je, působíme-li silami kolmo na rovinu danou spojením obou polovin skořápky. Síla napínající lanko může být v takovém případě tak velká, že dojde k jeho přetržení.

Velikost síly potřebné k rozlousknutí ořechu lze také ověřit pomocí osobní váhy, na kterou položíme dřevěné prkénko s ořechem a přikryjeme druhým prkénkem. Horní prkénko potom postupně zatěžujeme nohou, dokud ořech nepraskne. Hmotnost, kterou ukazuje váha těsně před prasknutím ořechu určuje tíhu způsobující rozlousknutí ořechu.

Závěr

Některé další nápady realizované na kroužcích fyziky pro středoškolské studenty jsou popsány a v elektronické podobě přístupné na internetu, například co vše se dá zjistit z ohýbání obyčejných špejlí,viz [5].

Jiné realizované náměty jako pokusy s mikrovlnkou, lupy a mikroskopy z kapky vody, dírkové a štěrbinové (zkreslující) komory, zkoumání tepelné vodivosti a vyzařování látek a další jsou spolu s podrobnějším popisem námětů uváděných v tomto příspěvku připravovány pro umístění na webu.

Literatura:

1. JÍLEK, M. *Srážky a rotace*, http://fyzweb.cuni.cz/dilna/krouzek/uvod.htm
2. BARTUŠKA, K., SVOBODA, E. *Fyzika pro gymnázia – Molekulová fyzika a termika*, PROMETHEUS Praha 2000
3. DVOŘÁK, L. *Jarní soustředění pro posluchače učitelství fyziky a „spřízněné duše" na Malé Hraštici*, http://kdf.mff.cuni.cz/Hrastice/index.htm
4. DOWNIE, N. A. *Vacuum bazookas, electric rainbow jelly, and 27 other Saturday science projects*, Princeton University Press Princeton 2001
5. JÍLEK, M. *Ohýbání špejlí*, http://fyzweb.cuni.cz/dilna/spejle/spejle.htm

Prezentacja komputerova jako jeden ze sposobów aktywizacji uczniów

Izabela Kamińska [12]

W nauczaniu fizyki ważnym elementem jest odpowiednia aktywizacja uczniów oraz pokazanie, że fizyka jest nauką ciekawą, możliwą do zrozumienia i opanowania. Jej znajomość jest niezbędna do rozwiązywania problemów z różnych dziedzin.

Jedną z metod aktywizujących uczniów jest metoda projektu, która doskonale sprawdza się zarówno w pracy z uczniem zdolnym jak i słabszym. Uczniowie najczęściej pracują w grupach, gdyż zadanie obejmuje szeroki zakres materiału. Nauczyciel pełni rolę koordynatora. Metoda ta rozwija między innymi umiejętność pracy w zespole, korzystania z różnych źródeł informacji oraz umiejętność wyboru odpowiedniej formy prezentacji.

W roku szkolnym 2003/2004 zastosowałam metodę projektu do opracowania zagadnienia dotyczącego odbicia światła. Najlepszy projekt opracowały trzy uczennice II klasy gimnazjum. Przygotowały one prezentację komputerową zatytułowaną **„Zwierciadełko, zwierciadełko powiedz przecie...".**

Prezentacja została zgłoszona do Ogólnopolskiego Konkursu *„Fascynujący Świat Przyrody"*, zorganizowanego przez Polskie Stowarzyszenie Nauczycieli Przedmiotów Przyrodniczych i Pracownię Dydaktyki Fizyki Instytutu Fizyki UMK. Zajęła **II miejsce** w kategorii szkół gimnazjalnych – prace zespołowe.

Prezentacja pokazuje: *(wybrane elementy prezentacji)*

1. Zastosowanie w życiu codziennym
   - **zwierciadeł płaskich**
     np.: lusterko, rzutnik pisma, peryskop;

   - **zwierciadeł kulistych wklęsłych**
     np.: lusterko dentystyczne,
     reflektor samochodowy,
     latarka;

   - **zwierciadeł kulistych wypukłych** np.: lustra umieszczane przy drogach, lusterka samochodowe, zewnętrzna część szkieł okularowych;

[12] Izabela Kamińska, Publiczne Gimnazjum Nr2 w Opolu, Polska

2. Ciekawostki
   - łyżka jako przykład zwierciadła kulistego,
   - światła odblaskowe,
   - powierzchnia wody w kałuży i jeziorze jako zwierciadło płaskie.

3. Szyba jako zwierciadło.

4. Lustra w przysłowiach i cytatach.

   Przykład: *Lustro ma zgagę, wszystko mu się odbija. (Jan Izydor Sztaudynger1904 – 1970)*

5. Lustra w poezji.

   Przykład: *„W oczach lotem obłędnych, schwytane przedmioty,*
   Jak w lustrze wirującym, mąciły odbicie". (Bolesław Leśmian „Poezje")

6. Odbicie światła w malarstwie.

Fyzikálny experiment v elementárnom vzdelávaní

Physical experiment in primary science

Jana Kopáčová[13]

Abstract

The younger pupils encounter elementary physics knowledge in primary science classes. What they are being taught is often different from their own ideas and experiences. Physical experiment is a way of changing it. It is a very popular activity for young pupils, but is preparation-intenzive. In this article we will show some of the ways in which a textbook can assist the teacher.

Úvod

Deti majú neuhasínajúci záujem o všetko, čo ich obklopuje. Od malička pozorujú a skúmajú aj prírodné javy a deje, vytvárajú si vlastný obraz sveta, tzv. naivné teórie alebo intuitívne predstavy. Tento obraz možno prirovnať k mozaike, vzniká postupne, upresňuje sa a dotvára v závislosti od veku, schopností a podnetov. Nie je vždy správny ani úplný, ale stačí na riešenie situácií, s ktorými sa dieťa stretáva.

Výskumy ukázali, že tieto **intuitívne predstavy** alebo **naivné teórie** (viď práce Gavoru, Pupalu, Helda) sú silne vžité, a ak ich škola ignoruje, dieťa si osvojí nové vedomosti len povrchne, nepoužíva ich a po čase sa vracia naspäť k starým predstavám, aj keď sú nesprávne.

1 Fyzikálny experiment na 1. stupni ZŠ

Vytváranie adekvátnych **predstáv** je zložitý proces. Čím je objekt zložitejší, tým dlhšie trvá vytvorenie správnej predstavy. Treba si uvedomiť, že žiak na 1. stupni ZŠ nie je ešte schopný osvojiť si **pojem** na základe definície. Ak sa chceme vyhnúť učeniu naspamäť, musíme dosiahnuť, aby žiaci preberanému prírodnému javu rozumeli. Deti si utvárajú predstavy o svojom okolí, teda aj o prírode a prírodných javoch, na základe zmyslového vnímania. Do vyučovania treba zaradovať experimenty, ktoré môžu žiaci realizovať samostatne, pretože sú podľa J. Piageta v „konkrétno – operačnej fáze" myslenia, v ktorej sú schopní veľa sa naučiť a pochopiť, ak môžu manipulovať s konkrétnymi objektmi.

Je mnoho jednoduchých fyzikálnych experimentov, ktoré môžu byť pre deti vzrušujúce. Deti sú prirodzení vedci, experimentátori. Ochotne budú objavovať, skúšať a hľadať odpovede, ak im to umožníme.

2 Fázy fyzikálneho experimentu

Fyzikálny experiment na 1. stupni ZŠ má svoje špecifiká, ale jednotlivé fázy je nutné dodržať:

1. **Zadanie problému.** Je to vhodne položená otázka. Otázka, ktorá súvisí s preberanou témou a vieme na ňu nájsť odpoveď experimentovaním, bádaním. Napr. *Dá sa vzduch stlačiť? Do akej vzdialenosti pôsobí môj magnet? Ako rýchlo sa rozpustí cukor vo vode?*
   Problém obyčajne stanoví učiteľ, veľmi často s pomocou učebnice, ale môžu ho navrhnúť aj žiaci. Mladší žiaci majú mnoho nezodpovedaných otázok, aj keď nie všetky sú vhodné na experimentovanie. Je úlohou učiteľa zistiť, či žiaci majú záujem o riešenie navrhnutého problému, či sa v triede nachádza žiak, ktorý má vlastnú teóriu, prípadne už niekedy taký experiment robil.

[13] Jana Kopáčová, RNDr., CSc., Univerzita Komenského v Bratislavě, Pedagogická fakulta, Katedra matematiky, Moskovská 3, 813 34 Bratislava, E-mail: kopacova@fedu.uniba.sk

2. **Návrh postupu.** Je to odpoveď na otázku *Ako to urobíme/ukážeme/zistíme?* – Ak chceme žiakov naučiť rozmýšľať, mali by najskôr sami porozmýšľať a navrhnúť postup. Učiteľ im otázkami pomáha a na záver postup zhrnie do bodov. Je to aj dobrá kontrola pre učiteľa ako žiaci problém chápu, ktoré vlastnosti alebo javy dávajú do súvislostí. Nie vždy bude tento proces rýchly a jednoznačný, ale má veľký význam pre rozvoj myslenia a tvorivosti. Práve v tejto fáze môže kvalitná učebnica podporiť bádavého ducha, alebo naopak ubiť radosť z experimentu. (Podrobnejšie, aj s ukážkami, sa tomu budeme venovať vo svojom vystúpení.)
   Pomôcky – z návrhu postupu nám vyplynú pomôcky. Pripraviť pomôcky môžeme aj vopred a použiť ich ako nápovedu pri hľadaní postupu. Aké pomôcky máme požívať na 1. stupni ZŠ? Je vhodnejšie používať predmety, s ktorými dieťa prichádza denne do styku, ako špeciálne pomôcky, aj keď to čiastočne závisí od povahy fyzikálneho experimentu. Bežné predmety sú žiakom bližšie a ľahšie začleňujú získané poznatky do života, ale plnia aj druhú funkciu. Mladší žiaci majú tendenciu viackrát opakovať experiment, najmä ak je výsledok v rozpore s ich očakávaním, na čo obyčajne na vyučovaní nie je čas. Použitie bežne dostupných pomôcok im umožní opakovať experiment aj doma, pričom často objavia nové súvislosti, alebo nové problémy. Vydarený experiment žiaka napĺňa hrdosťou, zvyšuje jeho sebavedomie a motivuje ho do ďalšieho objavovania.
   Na druhej strane, ak chceme napr. objaviť zákonitosti sériového a paralelného zapojenia, je elektronická stavebnica vhodnejšia ako drôtiky a žiarovky, lebo umožňuje rýchlejšie a prehľadnejšie zostavenie elektrického obvodu. Opäť je to učiteľ, kto musí rozhodnúť aké pomôcky sú vhodnejšie, prípadne má k dispozícii.

3. **Vyslovenie predpokladu.** Skôr ako začneme experimentovať, máme nejakú predstavu, očakávanie, čo sa stane. Je užitočné, ak si to uvedomíme, čomu napomáha formulovanie a vyslovenie predpokladu, hypotézy. Deti niekedy len hádajú, inokedy už majú nejaké skúsenosti, ktoré ich názor ovplyvňujú.

4. **Realizácia.** Pokus uskutočňujeme podľa dohodnutého postupu. Niekedy môže byť postupov viac, necháme každú skupinu vyskúšať svoj vlastný. Predovšetkým dbáme na poriadok a bezpečnosť pri práci. Aj to sa žiaci musia naučiť. Veľmi cenné je, keď žiaci prichádzajú s nápadom na zmenu usporiadania alebo podmienok experimentu. Podnietime ich záujem, vyzveme ich, aby zistili či a ako zmena ovplyvnila výsledok. Mnohé deti to robia preto, že pokus neprebieha podľa ich očakávania. O svojej teórií sú také presvedčené, že očakávaný výsledok sa snažia dosiahnuť najskôr opakovaním a potom aj zmenou experimentu. Je to tvorivá činnosť, ktorá naviac učiteľovi prezradí, ako dieťa rozmýšľa.
   Pozorovanie. Počas celej činnosti pozorujeme jav. Zo začiatku, alebo keď ide o zložitejší pokus, upozornite svojich žiakov, na čo majú zamerať svoju pozornosť. Nie je pre dieťa vždy jednoduché zistiť, čo má pozorovať. Vhodná je práca v skupine, kde sa žiaci navzájom podporujú a dopĺňajú.

5. Súčasťou vedeckej práce je aj systematické **robenie záznamov** z pozorovania a experimentovania. Pre mladšieho žiaka je to ešte pomerne náročná činnosť, preto si treba dopredu premyslieť, akú formu bude mať záznam. Môže to byť kresba, vyplnenie vopred pripraveného záznamového hárku alebo to celkom necháme na žiakov. Záznamy môžeme robiť aj podľa vopred dohodnutej šablóny [1], žiaci si na ňu rýchlo zvyknú a budú samostatnejší.

8. Zhodnotenie pokusu, **vyvodenie záverov** – zistenie, či náš predpoklad bol správny, či sme našli odpoveď na svoju otázku. Túto fázu nikdy nesmieme preskočiť. Bez nej si žiaci neujasnia pozorovaný jav a môžu dospieť k mylným záverom. Žiakov treba upozorniť na to, že ani skutočným vedcom sa vždy hypotéza nepotvrdí. Každý výsledok je cenný, lebo nám pomáha nájsť správne riešenie, núti nás zamyslieť v čom a do akej miery sme sa mýlili, môžeme hľadať ďalšiu odpoveď.

3 Plánovanie fyzikálneho experimentu

Pri plánovaní činností treba pamätať na to, že pre mladších žiakov **nie je cieľom prírastok faktov**, ani úplné pochopenie prírodných dejov. Aktivity pomáhajú žiakom postupne prechádzať z detského sveta zázrakov a nepochopiteľného, do sveta informácií a faktov, do sveta dospelých. Jednotlivé spontánne experimenty musí riadiť učiteľ, len on ich vie skĺbiť do vyučovacieho programu. Popri získavaní základných vedomostí, si žiaci rozvíjajú manuálne zručnosti, schopnosť pozorovať, porovnávať, rozlišovať, triediť a zdôvodňovať, naučia sa experimentovať, pracovať samostatne aj v kolektíve, učia sa tvorivo a kriticky myslieť. Všetky tieto schopnosti budú neskôr potrebovať nielen v ďalšom vzdelávaní, ale v každodennom živote vôbec.

Nebudeme tajiť, že takýto spôsob vyučovania je pre rozvoj žiakov veľkým prínosom, ale zároveň – hlavne zo začiatku – je pre učiteľa veľmi náročný. Predovšetkým pri skupinovom vyučovaní a robení experimentov je v triede pracovný hluk a pohyb. Neskúsený učiteľ môže mať problémy s udržaním disciplíny a teda aj bezpečnosti. Veľkosť, rozmiestnenie a počet skupín treba vopred dobre premyslieť. Zo skúsenosti vieme, že učiteľ stačí pomáhať najviac šiestim skupinám a ideálny počet členov v skupine je 3 až 4 žiaci (maximálne 5). Ale to nemusí byť pravidlo. Veľmi záleží na téme experimentu a na tom, či žiaci pracujú v skupinách po prvý krát, alebo je takýto spôsob vyučovania pre nich bežný a sú teda samostatnejší.

Záver

Učiteľovou úlohou je poskytnúť žiakom dostatok podnetov a možností na získanie vedomostí aj kompetencií učiť sa. Oboznamovanie žiakov s metódami vedeckej práce a primeraný výcvik v nich je účinným prostriedkom rozvíjania myslenia a utvárania pozitívneho vzťahu k duševnej práci a záujmu o poznanie. Ak sa nám podarí dodať dieťaťu dostatok primeraných podnetov, naplno a navždy vzbudíme jeho zvedavosť a teda záujem o vzdelanie.

Literatúra:

1. KOPÁČOVÁ, J. Rozvoj kritického myslenia v prírodovede. In: Kolláriková, Z. a kol. *Rozvoj kritického myslenia na ZŠ. Iuventa*, Bratislava, 1997.
2. KOPÁČOVÁ, J., KUBOVIČOVÁ, M. *Prírodoveda pre 3. ročník ZŠ*. Metodické poznámky. Orbis Pictus Istropolitana, Bratislava, 2002.
3. KOPÁČOVÁ, J., KUBOVIČOVÁ, M. *Prírodoveda pre 4. ročník ZŠ*. Metodické poznámky. Orbis Pictus Istropolitana, Bratislava, 2002.
4. PODROUŽEK, L. *Úvod do didaktiky prvouky a přírodovědy pro primární školu*. Aleš Čeněk, Dobrá Voda, 2003.

Novinky v projektu Heuréka 2002 – 2004

News in Heureka Project 2002 – 2004

Irena Koudelková[14]

Abstract

Basic information about progress of the Project Heureka in last two years is presented as well as information about upcoming seminars and an offer of collaboration to participants of this conference.

1 Úvod

Před dvěma lety jsem na Veletrhu nápadů v Praze informovala o tom, že je „Projekt Heuréka po deseti letech živější než dřív" (viz [1]), a že na příštím semináři očekáváme téměř čtyřicet účastníků. S potěšením mohu konstatovat, že výše uvedené tvrzení platí stále, že v současné době máme již více než 60 aktivních účastníků a další zájemci se hlásí.
Ale popořadě.

2 O čem je Heuréka

V projektu Heuréka se snažíme učit fyziku tak, aby si ji děti pokud možno vymyslely a „objevily" samy na základě experimentů, problémů, otázek, atd. Učitel žákům látku nevykládá, ale vede je k aktivní práci, k formulaci hypotéz, jejich obhajování a ověřování. Výrazným způsobem se přitom mění atmosféra ve třídě, děti se nebojí diskutovat, předkládat své nápady, navrhovat řešení problémů. Tento způsob výuky se však učitel nemůže naučit sám studiem příruček či metodických materiálů. Pro zájemce o Heuréku tedy již od počátků projektu (zhruba od roku 1991) pořádáme víkendové semináře.

3 Semináře

V minulých dvou letech běžely paralelně tři semináře. Jeden pro „tradiční účastníky" – učitele ze škol, kteří s námi spolupracují již delší dobu, druhý pro nové zájemce ze škol. Oba tyto semináře byly víkendové, během posledních dvou let se konalo celkem 6 seminářů pro tradiční účastníky a devět seminářů pro nové zájemce. Třetí seminář byl určen studentům učitelství na MFF UK a probíhal po čtyři semestry v rámci volitelné výuky na fakultě.

Na seminářích pro nové zájemce jsme procházeli jednotlivými tématy fyziky pro základní školu, od vlastností látek až po jadernou fyziku. Účastníci si na vlastní kůži zkoušeli řešit zadávané problémy, učili se fyziku téměř stejně jako děti ve třídě a současně se učili i příslušné metodické a didaktické přístupy, používané v projektu Heuréka.

Semináře pro tradiční účastníky byly věnovány vždy jednomu tématickému celku (Tekutiny; Atomy, jádra, částice; Meteorologie, atd.). Během víkendu byl čas dané téma prozkoumat z různých stran – tak, jak účastníci chtěli a potřebovali.

[14] RNDr. Irena Koudelková, Karlova univerzita v Praze, Fakulta matematicko-fyzikální, Katedra didaktiky fyziky, Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, E-mail: Irena.Koudelkova@mff.cuni.cz a také ZŠ Červený vrch, Alžírská 680, 160 00 Praha 6, E-mail: koudelkova@zscvrch.cz

4 Sněm Heuréky

Již tradicí se stalo pravidelné setkávání všech účastníků Heuréky na velkém společném semináři, pořádaném koncem září na Jiráskově gymnáziu v Náchodě. V loňském roce jsme zvolili formu pracovních dílen, které pro ostatní připravili zkušenější účastníci seminářů. Tato forma se velmi osvědčila, takže pro letošní rok je plánováno již 14 pracovních dílen. Témata jsou velmi zajímavá – např. Proč je na Sahaře sucho?; Newtonovy zákony pohybu v pohybu; Nebojte se pájet; Fyzika v tanci; Hrátky se sypkými materiály, atd. Každá dílna trvá 1,5 hodiny a několikrát se opakuje, takže každý si může vybrat to, co ho zajímá.

5 Zájezd

Během loňských prázdnin uspořádal dr. Dolejší z Ústavu částicové a jaderné fyziky pro účastníky projektu a jejich rodinné příslušníky autobusový zájezd do Střediska jaderných výzkumů CERN v Ženevě. Po cestě jsme ještě navštívili Deutches museum v Mnichově a na zpáteční cestě zbyl čas i na bohužel krátký, ale nádherný výlet do Chamonix a lanovkou na Aiguille du Midi (vrchol v nadmořské výšce 3842 m).

V letošním roce se uskutečnil autobusový zájezd do Hamburku (laboratoř DESY), Stockholmu (školní laboratoře v House of Science) a Kodaně (Experimentárium).

6 Co nás čeká a (doufám) nemine

Nejbližší akcí bude v termínu 24. – 26. 9. sněm Heuréky v Náchodě, o kterém jsem se již zmiňovala. Letošní velký seminář bude možná dokonce i mezinárodní, neboť se ho kromě kolegů ze Slovenska, (které za cizince nepovažujeme), zúčastní snad i dvě kolegyně z University of York z Velké Británie.

V tomto školním roce bude zahájen i další běh seminářů pro nové zájemce o Heuréku – a to jak z řad učitelů (první setkání bude 5. – 7. 11. na ZŠ Červený vrch v Praze 6), tak i z řad studentů (během školního roku na fakultě).

Vzhledem k nárůstu účastníků semináře jsme museli vytvořit regionální centra, ve kterých nadále bude probíhat další práce s učiteli a studenty, zapojenými do projektu Heuréka alespoň dva roky.

7 Nabídka a pozvání

Podrobnější informace o projektu, ukázky prací žáků, ukázky metodických materiálů i fotoreportáže ze seminářů najdete na webové stránce http://kdf.mff.cuni.cz/Heureka.

Pokud byste měli zájem se do projektu také zapojit, přidat se do party kantorů, kteří jsou ochotni a baví je zkoumat fyziku „Vlastníma rukama a hlavou" ozvěte se, budete vítáni.

Literatura

1. KOUDELKOVÁ, I. Projekt Heuréka – po deseti letech živější než dřív. In: Sborník z konference *Veletrh nápadů učitelů fyziky 7*. Prometheus Praha 2002, s. 43-46.

Semináře zmiňované v tomto příspěvku byly v letech 2003 – 2004 podpořeny rozvojovým projektem MŠMT č. 368 „Heuréka II".

Jak si jednoduše postavit vzdálenou laboratoř na internetu

František Lustig[15]

1 Úvod

Provozování vzdálených laboratoří se jeví jako složitá úloha. Zato tvorba WEB stránek se stala rutinní záležitostí. Příspěvek popisuje softwareovou stavebnici „ISES WEB Control" pro podporu vzdáleného měření a řízení, která umožní i začínajícím tvůrcům WEB stránek jednoduchým způsobem zapracovat do svých stránek prvky pro podporu vzdálených experimentů.

Serverovou stranu tvoří počítač s měřícím systémem ISES, prostředí Windows, libovolný WEB server a naše serverové moduly ImageServer, MeasureServer, HTTPRelayServer. Na serverové straně jsou na vytvořených WEB stránkách použity applety, které umožňují vytvořit ovládací tlačítka a posuvníky pro ovládání výstupů, applety pro měření a digitální zobrazování vstupních veličin, applety pro grafické zobrazování vstupních veličin, applety přenos naměřených hodnot do klientského počítače, applety pro přenos obrazu z WEB kamery, atd. Stavebnice „ISES WEB Control" sestává prozatím z 15 appletů, které mají mnoho vstupních parametrů a umožní velkou flexibilitu.

Klientský počítač vyžaduje pouze prohlížeč Explorer, NetScape, aj. a podporu jazyka Java, které je v prostředí Windows automaticky k dispozici, resp. se z volně dostupných zdrojů doinstaluje.

Ukázky vzdálených experimentů, využívajících stavebnice ISES WEB Control, jsou na http://kdt-14.karlov.mff.cuni.cz, http://kdt-20.karlov.mff.cuni.cz, http://kdt-16.karlov.mff.cuni.cz.

2 Jak taková vzdálená laboratoř pracuje?

Komunikovat mezi počítači jsme uměli už od „nepaměti" – vzpomeňme laplink, síťová propojení LAN na různé úrovni a konečně internet. Soubory a dokonce multimediální soubory stahujeme a posíláme bez „bázně" odkudkoliv a kamkoliv. Vzpomeňme např. sdílení aplikací, vzdálený dohled na počítačích (VNC aj.) – všechny tyto aplikace nám umožní nejenom „souborově" pracovat na vzdálené straně, ale pokud má vzdálená strana připojený např. měřící systém, máme v rukou nástroj pro vzdálené laboratoře (viz např. [1]).

Tyto aplikace se rozvinuly v specializované aplikace server – klient, jsou potřebné vždy dva programy, umožňují na míru šité aplikace, jsou bezpečné atd. atd. Touto cestou jdou průmyslové aplikace, kde je potřebná identifikace, zapisování řídících procesů, je třeba zaznamenávat kdo a co prováděl. Touto technologií jsme prošli i my (např. [2]), ale i průmyslové systémy LabVIEW aj. Téměř nemají chybu, na nic se nezapomnělo ... snad jenom "na obyčejné lidi" se zapomnělo. Prostý uživatel internetu neměl trpělivost si tuto technologii on-line vyzkoušet. LabVIEW vvyužívá technologii „Remote Panel", která umožňuje řízení přes WEB prostor. Před přístupem do „LabVIEW vzdálených laboratoří" je třeba si nejdříve doinstalovat speciální software „LV RunTime Engine 6.1 či 7.0". Zvláště na pomalých sítích je to velmi zdlouhavé a mnoho uživatelů to odradí hned na počátku. A uživatelé se bojí stahovat a instalovat si programy do svých počítačů. Některé instituce vám to prostě ani nedovolí.

Jako protiváha výše popsané situaci se postupně rozvíjejí aplikace, kdy je klientský program nikoliv specializovaný program, ale obyčejný prohlížeč (Explorer, NetScape, Mozila aj.), bez kterého se téměř žádný uživatel internetu neobejde. Prozatím jde o jednoúčelové aplikace bez syste-

[15] RNDr.František Lustig, CSc., KDF MFF UK Praha, tel.: 602 858 056, Frantisek.Lustig@mff.cuni.cz, http://www.ises.info

matizace, nadšenci si vymyslí aplikaci a spustí ji na internetu. V závěru příspěvku předložíme náš universální a modulární přístup řešení – „ISES WEB Control" ([3]), který v tomto okamžiku pracuje s měřícím systémem ISES, ale není velký problém doplnit „ISES WEB Control" pluginem pro další měřící a řídící hardware.

Nyní ještě něco k základním principům. Serverová **softwareová** část běží na standardním WEB serverovém prostoru. Webovský prostor musí být v našem případě Windows typu, neboť s měřící aparaturou umíme měřit pouze v prostředí DOS a Windows. Drivery pro Unix jsme nerealizovali. Na serverovém WEB prostoru jsou vzdálené úlohy realizovány skoro jako standardní „HTML" stránky. Tyto stránky obsahují navíc Java applety, které umožní komunikaci s měřící aparaturou. Asi není jednoduché tyto applety tvořit, a proto jsme připravili hotové applety, které se použijí jako blok v HTML stránce. Applety mají mnoho vstupních parametrů, takže i náročný uživatel si ho upraví k obrazu svému. **Serverový software** kromě HTML stránek s applety obsahuje spuštěné aplikace, které zprostředkují komunikace s hardwarem. Na serveru běží kromě již zmíněného libovolného standardního ***WEB serveru***, další důležité naše naše serverové aplikace jako *ImageServer* pro podporu WEB kamer, *MeasureServer* pro ovládání hardware např. pro náš ISES, *HTTPRelay* pro připojování uživatelů s omezenými přístupy (blokování nestandardních portů – nutné např. pro uživatele INDOŠ).

V případě vzdálených laboratoří je k serverovému stroji navíc připojena nezbytná hardwareová část – např. měřící aparatura. A možná ti z vás, co již měřili na lokálních aparaturách tuší, že takový počítač musí mít např. analogově digitální a digitálně analogové převodníky, aby mohl „komunikovat" s laboratorními přístroji. V našem případě tvoří **serverový hardware** souprava ISES základní, či ISES Professional. Soupravy vlastní přes 400 škol a v případě, že budou chtít vyzkoušet své vzdálené experimenty mohou je ihned začít realizovat s použitím softwareové stavebnice „ISES WEB Control", který obsahuje všechny zmíněné applety i servery.

3 Jak si vytvořit vzdálené experimenty se softwareovou stavebnicí „ISES WEB Control"

Také naše pracoviště KDF – MFF-UK Praha přispívá a myslíme si, že i ovlivňuje vývoj vzdálených laboratoří. První pokusy (viz [1]) vzešly z databází experimentů na internetu, následovalo sdílení programu ISES, poté první pokusy s LabVIEW 5.0, kde se aplikace server-klient programovala pomocí grafického LabVIEW jazyka (viz [1], [2]). Tato aplikace nebyla na WWW stránkách – pracovaly pouze dva počítače proti sobě, na každém počítači běžel jiný speciální software.

V té době jsme již pracovali se vzdálenými aparaturami, které jsme řídili vlastními Java applety – např. na http://kdt-14.karlov.mff.cuni.cz bylo dnes již proslavené řízení vodní hladiny (cca 4.000 přístupů!). Tato úloha byla orientována na WEB, klientem již nebyl specializovaný program, ale standardní prohlížeč typu Internet Explorer aj. HW aparatury bylo sestaveno z komponent soupravy ISES. Uživatel mohl po internetu ovládat zapínání a vypínání vodního čerpadla, stav vody byl sledován WEB kamerou, voda mohla přetékat. Tuto úlohu jsme nechali jako multipřístupovou. Současně mohlo ovládat hladinu mnoho uživatelů, aktivní byl vždy poslední příkaz. Někdy se zde rozpoutal zajímavý souboj.

Další úloha je již delší dobu vytvářena v rámci diplomové práce A. Řeháka z PedF UK Praha, vedoucí dipl. práce F. Lustig, MFF-UK Praha ([4]). Pracovní verze je živě na na http://kdt-20.karlov. mff.cuni.cz.

Uživatel točí různou rychlostí tyčovým magnetem. V cívce se indukuje napětí, které není dokonale sinusové, velikost indukovaného napětí závisí na rychlosti rotujícího magnetu. Napětí se měří soupravou ISES.

Úlohu je možno ovládat, úlohu lze sledovat WEB kamerou, v úloze je on-line vykreslován graf a nyní to nejzajímavější – v úloze lze spustit start a stop měření, dokonce několika měření. A tato měření lze přenést přes datový soubor, ale i přes schránku (clipboard) do vlastního počítače, např. rovnou do Excelu(!).

Úloha je jednopřístupová, uživatel ji má k dispozici 5 minut, další uživatel čeká v řadě, resp. lze na požádání zvolit přístup pouze přes heslo. Prostředí úlohy viz obr. 1.

Tato úloha se svou autentičností blíží pocitu, že opravdu měříte vy a že to není simulace. Rovněž výstupy z úlohy máte možnost zpracovat ihned na svém počítači. To vše vytváří pocit smysluplné laboratorní úlohy.

Obr. 1.: Elektromagnetická indukce s rotujícím magnetem
http://kdt-20.karlov.mff.cuni.cz

Při konstrukci vzdálených úloh se ukázalo, že se dílčí applety opakují a opakují. I začali jsme tvořit applety s volitelnými parametry. Jak prosté, že jsme na to nepřišli hned! A tak na svět přišla softwareová stavebnice „ISES WEB Control" [3], která umožní i začínajícím tvůrcům WWW stránek jednoduše vytvořit vzdálené laboratoře. Prozatím je orientována na hardware ISES a na operační systém Windows.

Jak tedy postavit vzdálený experiment se soupravou ISES?
Je to jednoduché. Stačí k tomu počítač, hardware ISES a software „ISES WEB Control".

1. Potřebujete počítač, na kterém běží lokálně **hardware ISES** (ADDA karta, panel ISES a čidla ISES). **Počítač** by měl umožnit provozování WEB serveru (v současné době jsou to typicky Win98 a volně dostupný WEB server **PinkNet Web Server 2.0**, http://pnws.pinknet.cz).

2. Na tomto počítači umístíte do WWW prostoru HTML stránky se vzdáleným experimentem – tj. **HTML text s applety stavebnice „ISES WEB Control"**. Asi by nebylo jednoduché tyto applety vytvořit, a proto jsme vám připravili hotové applety, které se použijí technikou „vezmi a zkopíruj" do HTML stránky. Applety mají mnoho vstupních parametrů, takže i náročný uživatel si ho upraví k obrazu svému. Asi jednoduše pochopitelné budou applety – tlačítka pro výstup hodnoty (napětí), či pro vstup naměřené hodnoty, či applet posuvník – scrollbar. Pro zobrazování WEB kamery je k dispozici další připravený applet. Další applety slouží ke komunikaci se měřícím serverem, navazují spojení, zobrazují frontu uživatelů, umožňují záznam, výběr a grafický výstup experimentu, umí vygenerovat naměřená data aj. Ke stavebnici je samozřejmě manuál, který popisuje možnosti, které využijete až později.

3. Na serverové straně kromě HTML stránek s applety umístíte a spustíte serverové aplikace, které zprostředkují komunikace s hardwarem. Na serveru běží kromě již zmíněného libovolného standardního *WEB serveru*, další důležité naše serverové aplikace jako *ImageServer* pro podporu WEB kamer, *MeasureServer* pro ovládání hardware např. pro náš ISES, ***HTTPRelayServer*** pro připojování uživatelů s omezenějšími přístupy (blokování nestandardních portů – nutné např. pro uživatele INDOŠ).

4. Toť vše. A máte vzdálenou laboratoř. Sečteno podtrženo – máte spuštěné 4 servery-programy- (*WEB server, ImageServer, MeasureServer, HTTPRelayServer*) a máte sestavený experiment připojený k soupravě ISES. Nyní už stačí „jenom" vymýšlet úlohy, které jsou „samoobslužné" a nevyžadují lidskou ruku. A věřte, vymyslet takové úlohy, není až tak jednoduché.
5. A nyní už čekáte první klienty, kteří se připojují pomocí standardního prohlížeče např. Internet Explorer. Klienty na svých stránkách upozorníte, že musí mít povolenu podporu jazyka Java – nastavuje se v možnostech prohlížeče. Starší Win98 toto mají implicitně povoleno, avšak nové Win 2000-XP vyžadují doinstalování podpory pro jazyk Java (např. na http://www.sun.com).

Literatura:

1. Lustig, F.: „Internetové laboratorní studio„, in sborník POŠKOLE 2001, Praha, 127-132, 2001.
2. Lustig, F.: „Vzdálené reálné školní laboratoře na internetu", in sborník POŠKOLE 2002, Praha, 33-38, 2002
3. Lustig, F., Dvořák, J.: „ISES WEB Control", software kit pro vzdálené laboratoře se soupravou ISES, Výroba učebních pomůcek PC-IN/OUT, U Druhé Baterie 29, 162 00 Praha 6, tel 602 858 056, Praha, 2003
4. Řehák,A.: Diplomová práce – „Fyzikální experimenty ve vzdálené laboratoři", vedoucí F. Lustig, MFF.UK Praha, 2004, v tisku

NIE JE VÁŽENIE AKO VÁŽENIE

NOT IS WEIGHING LIKE WEIGHING

Ľubomír Machovič[16], *Ivan Baník*[17]

Abstract

The paper is dealt with exotic manners of weighing, which facilitate the development of physical notion. They can be used, among other, for the determination of mass density in house conditions.

Úvod

Určenie hmotnosti nejakého bežného predmetu bez osobitných technických pomôcok, ako sú váhy, je vhodným námetom na fyzikálne uvažovanie a pestovanie tvorivého myslenia pokiaľ ide o výber jednak metódy či použitých prostriedkov.

Pokusy pre najmenších

Problém je aktuálny už aj v prípade tých najmenších školákov, kedy sa najvhodnejšie javí váženie pomocou pravítka a mincí. Pravítko použijeme ako dvojramennú páku podloženú ceruzou s kruhovým prierezom pod jej ťažiskom. Ak zadáme hodnotu hmotnosti mince, môžeme určiť hmotnosť gumy na gumovanie, hmotnosť patentného kľúča, orezávača ceruziek a pod. Tak možno určiť aj hmotnosť ľahkej pórovitej špongie na umývanie riadu a na základe toho, po zmeraní rozmerov špongie, aj jej hustotu. Podobne možno určiť hustotu gumy. Nám dospelým je, ak sa pozrieme na stav vyváženia dvoch rôznych drobnejších predmetov na dvojramennej páke, jasné, že kratšie rameno sily prislúcha ťažšiemu predmetu, no deťom to jasné byť nemusí. Skúsenosti sa získavajú v živote postupne. Objasní sa to napríklad aj pokusom, ak namiesto jednej mince na jednej strany páky dáme dve rovnaké na seba, no na druhej strane zostane iba jedna pôvodná rovnaká minca.

Pomocou známej hmotnosti mince môže dieťa za pomoci rodičov určiť aj hmotnosť pravítka. Pravítko s mincou na ňom vysúva za okraj stola, až dosiahne kritický stav, pri ktorom by sa už sústava prevrátila okolo hrany stola. Z podmienky rovnováhy (momentov síl) určí hmotnosť pravítka, uvedomujúc si pritom úlohu ťažiska pravítka ako pôsobiska tiaže pravítka. Pomocou pravítka teraz už známej hmotnosti vieme určovať hmotnosť iných predmetov. Tak sa dajú verifikovať aj výsledky iných predtým vykonaných meraní.

Váženie metódou sústavy dvoch rovníc

Váženie podobného druhu ako s pravítkom sa dá realizovať aj v doskovej obmene. Ako závažie známej hmotnosti je vhodná tabuľka čokolády, hmotnosť ktorej býva uvedená na jej obale. Poučným a zaujímavým námetom v súvislosti s vážením pomocou dosky je toto váženie znázornené na obr. 1.

[16] RNDr. Ľubomír Machovič, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Strojnícka fakulta, Katedra fyziky, Námestie slobody 17, 812 31 Bratislava, E-mail: machovic@sjf.stuba.sk

[17] Doc. RNDr. Ivan Baník, PhD., Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta, Katedra fyziky, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, E-mail: ivan.banik@stuba.sk

Obr. 1

Na doske, otáčavo uloženej pomocou ceruzy a držanej o dosku gumičkami do vlasov, nad jej ťažiskom rozložíme tri telesá a sústavu vyvážime. Hmotnosti dvoch telies nepoznáme, avšak hmotnosť jedného z nich (tabuľky.čokolády) je známa. V zobrazenom prípade sú to šálka na kávu a pohárik. Sústavu pomocou tabuľky čokolády vyvážime. Úlohou je určiť hmotnosti daných dvoch telies. Zobrazený stav poskytuje však len jednu lineárnu rovnicu o dvoch neznámych hmotnostiach. Určenie oboch hmotností sa dá dosiahnuť len na základe údajov zistených v dvoch rôznych situáciách rovnováhy, čím sa získa sústava dvoch rovníc o dvoch neznámych. Analýza problému je veľmi poučná a názorná. Obvyklé x a y znamenajú dve neznáme hmotnosti a príslušné koeficienty znamenajú ramená príslušných tiaží. Na druhej strane rovnice vystupuje hodnota určená zo známej hmotnosti čokolády a príslušného ramena jej tiaže. V druhej rovnici vystupujú tie isté neznáme, no koeficienty budú všeobecne iné a iná bude aj hodnota pravej strany. Sústavu možno obvykle riešiť a zistiť tak neznáme dve hmotnosti. No existujú aj výnimky, čo sa tu práve názorne dá objasniť. Keby boli všetky ramená síl v druhej situácii napr. polovičné ako v prvej, získané dve rovnice by neboli nezávislé a riešenie by nebolo jednoznačné. Na druhej strane, keby sme vytvorili sústavu dvoch rovníc tak, že by ľavé strany oboch boli rovnaké a na pravej strane druhej napísali mylný údaj, sústava by nemala riešenie. Tieto úvahy s rovnováhou môžu prispieť k hlbšiemu chápaniu príslušného matematického problému spätému so sústavou. V zásade by sa dalo uvažovať podobne aj o vážení troch predmetov.

Impulzná metóda váženia

Obr. 2

Na obr. 2 je znázornená podstata „impulznej" metódy váženia guľôčky, ktorú z určitej výšky pustíme na dosku nachádzajúcu sa v rovnováhe. Guľôčka sa od dosky odrazí do určitej menšej výšky, ktorú odhadneme. Z oboch zaregistrovaných výšok vieme určiť zmenu rýchlosti guľôčky pri odraze. S touto zmenou súvisí však aj zmena hybnosti guľôčky pri odraze. Z hľadiska nášho zámeru je však dôležitá zmena momentu hybnosti guľôčky vzhľadom na os rotácie podoprenej dosky. Sústavu považujeme za izolovanú, takže zmena momentu hybnosti guľôčky, ktorú po odraze chytíme musí byť rovnaká ako zmena momentu hybnosti dosky, ktorá sa po náraze rozkmitá ako fyzikálne kyvadlo. Z amplitúdy jej kmitov, ktoré prebiehajú po náraze vieme určiť štartovaciu uhlovú rýchlosť dosky po náraze a pri známej hmotnosti dosky a pri známom momente zotrvačnosti dosky aj jej moment hybnosti. Zo zákona zachovania momentu hybnosti dostaneme nakoniec vzťah, z ktorého sa dá určiť neznáma hmotnosť guľôčky. Pri uvedenej metóde nejde ani tak o samotné váženie, ako skôr o hľadanie zaujímavých fyzikálnych súvislostí, čím sa precvičuje učivo mechaniky na vysokej škole.

Určovanie hustoty

Obr. 3

Na obr. 3 je zobrazené meranie hustoty feritov metódou váženia feritov na vzduchu a vo vode. Na váženie využívame pravítko, ktorého hmotnosť bola určená už predtým. V obidvoch prípadoch dáme pravítko do kritickej polohy, kedy by sa už preklopilo na hrane stola a zmeriame ramená síl. Kritická poloha pravítka je pre obe situácie odlišná, čo nám poskytne podklady pre určenie hustoty feritov. Podobným spôsobom možno určiť hustotu porcelánu šálky na kávu s využitím dosky.

Nitkové váhy

Iný spôsob váženia je znázornený na obr. 4, kde ide o tzv. nitkové váhy. Tie sa realizujú tentoraz na okraji stola pomocou dvoch kníh a nití. Na jednej zvislej niti je zavesená tabuľka čokolády a na druhej vážený predmet. Niť medzi oboma predmetmi má byť napnutá a vodorovná. Knihy možno po stole vhodne premiestňovať. Analýza problému je pre žiakov i študentov podnetná.

Obr. 4

Váženie pomocou podtlaku

Obr. 5

Zvláštne a tak trochu exotické váženie misky je znázornené na obr. 5. Misku pri ňom držíme zdvihnutú pomocou lievika obráteného širokým otvorom nadol. V lieviku vytvárame ústami pomocou hadičky podtlak, ktorý meriame pomocou ďalšej hadičky. Ak zaznamenáme kritickú výšku vody, pri ktorej miska od lievika odpadne a tiež plochu kruhového otvoru lievika, ktorou sa lievik dotýka misky, vieme z týchto údajov určiť hmotnosť misky. Ide o orientačné meranie a vlastne skôr o zamyslenie sa nad ním.

Váženie s využitím vztlakovej sily

Obr. 6

Poučné je aj váženie znázornené na obr. 6. Pri ňom je na váhach položená nádobka s vodou, do ktorej rukou ponárame prázdnu plastovú fľašu. Pozorujeme pritom zmenu údaja váh. Čím je hlbší ponor fľaše, tým väčší je údaj váh. Ide tu samozrejme o reakciu na vztlakovú silu pôsobiacu na ponárané teleso. Vztlaková sila rastie so zväčšovaním objemu ponorenej časti fľaše, čím narastá aj príslušná reakcia.

Váženie pomocou dosky

Váženie dvoch predmetov súčasne pomocou dosky je znázornené na obr. 7. Pri ňom sa využíva doska podoprená pod ťažiskom. Na doske sú položené dva predmety neznámych hmotností. Dosku vyvážime pomocou telesa známej hmotnosti. Z podmienky rovnováhy dostaneme všeobecne dve rovnice: jedna plynie z podmienky rovnováhy vzhľadom na jednu os prechádzajúcu bodom podoprenia, druhá pre inú os, napríklad pre os kolmú na prvú. V špeciálnom prípade, ak by všetky tri predmety ležali na jednej priamke prechádzajúcej bodom podoprenia, by sme dve hmotnosti naraz určiť nemohli

Obr. 7

Váženie s tabuľkou čokolády

Iná zostava pre váženie, vhodná pre tých menších, je znázornená na obr. 8. Pri nej využívame tabuľku čokolády ako teleso známej hmotnosti. Meraním sa zistí hmotnosť pravítka, resp. doštičky. Rozloženie pôsobiacich síl vystihuje dolná časť obrázku.

Obr. 8

Literatúra:

1. BANÍK I., BANÍK R.: Fyzika netradične – Mechanika, Alfa, Bratislava, 1990.
2. BANÍK I., BANÍK R.: Kaleidoskop učiteľa fyziky 1-10, MC Bratislava, 1992-2000.

Akú farbu majú rastliny radi?

Which Colour Do the Plants Like?

Andrea Marenčáková[18]

Abstract

In this paper I would like to show how to combine physics and biology into one project. Plants do not need all components of white light, which comes from the Sun, for their life. They choose just some of them – blue and red colour. Using very simple tools and a fast growing plant – wheat, pupils can easy verify, which colours are necessary for the plants life.

Úvod

Jedným z projektov tohtoročného matematicko – fyzikálneho sústredenia v Nekoři, organizovaného Matematicko-fyzikálnou fakultou Karlovej Univerzity v Prahe, bolo zisťovanie „Akú farbu majú rastliny radi?" – pri akých farbách bieleho svetla rastú rastliny najlepšie. Riešiteľmi projektu boli Barbara Bittová a Dominik Šimůnek.

„Ľahká" teória

Základným dejom, pri ktorom rastliny získavajú energiu je fotosyntéza. Pri tomto najdôležitejšom a asi najzložitejšom procese života, ktorý dodnes nie je podrobne popísaný a vysvetlený, sa využíva energia fotónov viditeľnej časti slnečného svetla s vlnovou dĺžkou 400 až 750 nm, ktorá je zachytávaná asimilačnými farbivami (chlorofylom a, b). Rastliny sa ľudskému oku javia ako zelené, pretože chlorofyl najlepšie absorbuje modrú (450 nm) a červenú (670 nm) časť spektra a naopak odráža zelenú.

Fotosyntéza prebieha v chloroplastoch v dvoch fázach:

1. *svetlej* – prebiehajúcej za prítomnosti svetla – energia fotónov je využitá k štiepeniu molekúl vody a k tvorbe molekúl ATP (adenozíntrifosfát), ktorý energeticky zabezpečuje reakciu prebiehajúcu počas tmavej fázy a
2. *tmavej* (Calvinov cyklus) – ktorej priebeh svetlo nevyžaduje – vzdušný CO_2 je enzymatickými reakciami redukovaný vodíkom na cukor.

Jednoduchý zápis reakcie fotosyntézy:

$$6\ CO_2 + 12\ H_2O \Rightarrow 6\ O_2 + C_6H_{12}O_6 + 6\ H_2O$$

$$CO_2 + H_2O + \text{slnečná energia} \Rightarrow O_2 + \text{cukor}$$

Vznikajúci cukor je ďalšími enzymatickými reakciami premenený na stále produkty – asimiláty (škrob, bielkoviny, tuky).

[18] Mgr. Andrea Marenčáková, Škola pre mimoriadne nadané deti, Teplická 7, 831 02 Bratislava 3, e-mail: marencakova@netscape.net

Faktory ovplyvňujúce intenzitu fotosyntézy:

- *svetlo* (intenzita a kvalita)
- *dĺžka osvetlenia* (nedostatok spôsobuje blednutie listov)
- *teplota* (ideálne je 25 - 30 °C)
- *obsah CO_2 vo vzduchu*
- *voda a minerálne látky*

Príprava projektu

V rámci projektu sme sa zaoberali *fotomorfogenézou:* závislosťou rýchlosti rastu rastliny (pšenice) na vlnovej dĺžke dopadajúceho svetla.

Pomôcky:

- 6 farebných filtrov (žltý, červený, zelený, modrý, hnedý, priesvitný) – fólií do hrebeňovej väzby
- zdroje svetla: laser, UV lampu (žiarovku), zelenú a červenú diódu, Slnko
- 11 krabičiek napr. od CD – 7 s filtrami vo vrchnej časti krabičky, 2 krabičky s diódami napájanými zo zdroja (4,5 V batérie), 1 krabička s laserom – laserový lúč bol upravený pomocou sústavy šošoviek, aby sa vytvoril svetelný kužeľ, v poslednej krabičke bola umiestnená UV lampa.

Zrnká pšenice sme nechali 1 deň predklíčiť, samotné meranie rastu rastlín trvalo 5 dní.Bolo veľmi dôležité, aby sme zabezpečili rovnaké podmienky, preto sme použili 11 rovnakých krabičiek s rovnako veľkými otvormi, ktoré sme sa snažili počas polievania (vždy rovnaké množstvo vody pre každú rastlinu) otvárať na rovnako dlhý čas. Aby sa zabránilo vniku denného svetla do krabičiek iným spôsobom ako cez filtre, prelepili sme rohy a hrany krabičiek čiernou lepiacou páskou. Do každej krabičky sme nalepili na zadnú stenu centimeter na meranie rastu rastlín v priebehu pokusu. Do prednej steny sa vyrezal otvor kvôli zalievaniu a meraniu výšky rastliny. Bolo potrebné zabezpečiť cirkuláciu vzduchu v krabičke – preto sme z dvoch protiľahlých strán vložili slamku obalenú čiernou lepiacou páskou.

Používali sme rôznofarebné filtre – fólie do pevnej väzby. Spektroskopom sme zistili, že tieto filtre prepúšťajú čiastočne aj ostatné farby spektra. Jedine červený filter prepúšťal skutočne len červenú farbu.

Priepustnosť jednotlivých (nami použitých) filtrov bola nameraná aj spektrometrom.

Graf závislosti priepustnosti filtrov od vlnovej dĺžky svetla

Závislosť rastu od intenzity svetla

- Intenzitu svetla sme merali pomocou digitálneho fotoaparátu nepriamo.
- Merali sme expozičný čas pri odraze denného svetla a pri použití jednotlivých filtrov.
- Fotoaparát sme postavili oproti rovnomerne sivej stene, aby všetky nami skúmané farby boli odrážané od steny, zistili sme expozičný čas pri odraze denného svetla a pri použití jednotlivých filtrov. Tento čas bol pri rôznych filtroch rôzny, teda intenzita prepúšťaného svetla filtrami sa líši.

Graf intenzity denného svetla prechádzajúceho jednotlivými filtrami pri jednej vrstve filtra.

Preto sme z niektorých farieb použili viac vrstiev (žltá – 6, modrá – 6, zelená – 3). V tomto prípade bol expozičný čas takmer rovnaký. Za referenčnú hodnotu sme vzali expozičný čas červeného filtra, pretože ten prepúšťal len červené svetlo. „Nové" filtre sme si opäť preverili aj spektroskopom.

Graf intenzity denného svetla prechádzajúceho jednotlivými filtrami pri použití viac vrstiev filtra.

Rovnakou metódou sme zistili aj intenzitu svetla v jednotlivých krabičkách.

Graf intenzity prepúšťaného svetla v jednotlivých krabičkách.

Výsledky

Úplne monochromatické svetlo sme (hlavne v prípade žltého filtra) nedostali – dokazujú to aj naše výsledky – rastliny rástli pod žltým aj zeleným filtrom (viď. Graf závislosti rastu pšenice od času pri jednotlivých farbách bieleho svetla). Pri úplne monochromatickom svetle by rastliny pod žltým a zeleným filtrom zahynuli. Na základe našich výsledkov sme dospeli k záveru, že rastliny potrebujú ku svojmu životu červenú a modrú farbu (výsledky súhlasia s literatúrou, riešitelia projektu však vopred nevedeli, aký výsledok majú očakávať).

Rastliny rástli aj pod laserom (monochromatický zdroj svetla) ale pomalšie, pretože intenzita svetla v krabičke bola niekoľkonásobne nižšia.

Graf závislosti rastu pšenice od času pri jednotlivých farbách bieleho svetla.

Záver

Využitie projektu: okrem hodín biológie aj vo fyzike

- v deviatom ročníku pri optike – biele svetlo, farby, rozklad a skladanie svetla, monochromatické svetlo,
- v siedmom ročníku pri preberaní pojmu rýchlosť – merali sme rýchlosť rastu rastliny, čo je možné prepočítať na rôzne časové úseky (deň, hodina, sekunda)

Graf rýchlosti rastu pšenice pod jednotlivými filtrami za deň.

Poznámka k povrchovému napětí kapalin

Vladislav Navrátil[19]

Povrchové napětí kapalin je definováno jako energie jednotky povrchu kapaliny, nebo jako síla, působící na jednotku délky povrchu kapaliny [4 - 6].

$$\sigma = \frac{E}{S} = \frac{F}{l} \tag{1}$$

kde E je energie, S plocha, F síla a l délka.

Bude-li nás zajímat, kolik prostoru (charakterizovaného kvantitativně pomocí počtu stránek) je mu věnováno ve vysokoškolských učebnicích, dojdeme k závěru, že situace není nijak růžová. V některých učebnicích o něm není ani zmínka [1-3], jinde je to 5 – 7 stran [4 - 6]. Jinak je tomu v učebnicích fyzikální chemie. Například ve známé učebnici Mooreově [7], kde je tomuto pojmu věnováno i s aplikacemi 38 stran.

Podle mého názoru by tomuto pojmu mělo být i v učebnicích fyziky věnováno více prostoru a to z těchto důvodů:

- Jedná se o typickou interdisciplinární oblast s aplikacemi v chemii a biologii.
- Teoretický základ jevu je velmi jednoduchý (Obr. 1).
- Experimenty, demonstrující jev povrchového napětí jsou jednoduché, nenáročné a spolehlivě fungují.
- Povrchové napětí má množství aplikací v domácnosti, průmyslu i v zemědělství (což je velkou motivací pro žáky).
- V přírodě existuje velké množství jevů, založených na jevu povrchového napětí.

Obr. 1. Vznik povrchového napětí kapalin.

Na Obr. 2 jsou uvedeny některé typické školní experimenty, dokumentující povrchové napětí kapalin.

Zamyslíme-li se nad tím, na čem závisí hodnota koeficientu povrchového napětí, dojdeme podle Obr. 1 k závěru, že musí záviset zejména na stavu povrchu kapaliny a na kvalitě prostředí nad kapalinou. Lze tedy psát, že

$$\sigma = f(1/T,\ 1/b,\ \rho_1/\rho_2, \text{těkavost, stav povrchu, ...}) \tag{2}$$

kde T je teplota, b barometrický tlak, ρ_1 resp. ρ_2 hustota kapaliny, resp. prostředí nad ní, atd.

[19] Prof. RNDr. Vladislav Navrátil, CSc. PdF MU Poříčí 7, 603 00 Brno. Tel: 549495753, e-mail: navratil@ped.muni.cz

Obr. 2. Některé typické pokusy, dokumentující existenci povrchového napětí kapalin.

Závislost σ na teplotě kapaliny, hustotě prostředí nad ní a zejména na stavu povrchu kapaliny lze dokumentovat jednoduchým pokusem s nádobou a kapičkami vody, které na jejích vnitřních stěnách zůstanou po vypláchnutí (Obr. 3). Na kapičky, které nesklouznou ke dnu působí tíhová síla, která je v rovnováze se silou povrchového napětí a adheze. Pokud je $G > F_{\sigma a}$, kapička sklouzne. Pokud je $G < F_{\sigma,a}$, kapička na stěně ulpí. Snížíme-li nepatrně (zahřátím kapičky, nebo tak, že do nádoby vpravíme páry např. alkoholu), sklouznou kapičky po stěnách nádoby dolů.

Obr. 3. Jednoduchý důkaz závislosti povrchového napětí na teplotě a složení okolního prostředí.

Literatura:

[1] Feynman, R. P. Leighton, R. B., Sands, M.: *Lectures on Physics*, CIF, USA (1966)

[2] Kittel, Ch., Knight, W. D., Ruderman, M. A.: *Berkeley Physics Course*, McGraw-Hill, (1968)

[3] Krempaský J.: *Fyzika*, (1982)

[4] Ilkovič, D.: *Fyzika*, SVTL Bratislava, SNTL Praha (1958)

[5] Horák, Z., Krupka, F.: *Fyzika*, SNTL Praha (1976)

[6] Hajko, V., Daniel-Szabó, J.: *Základy fyziky*, Veda, Bratislava (1980)

[7] Moore, W. J.: *Fyzikální chemie*, SNTL Praha (1972).

Tři školní pokusy

Břetislav Patč[20]

1 Měření vztlakové síly

Potřeby: Dvě stejně velká válcová tělesa s hustotami menší a větší než má voda, siloměr s obrácenou stupnicí a přídavnou zátěží, vyšší nádoba s mm měřítkem naplněná vodou, stativ (obr. 1).

Provedení: Na siloměr zavěsíme těleso s hustotou větší než má voda. Před jeho potápěním je vztlaková síla nulová, během potápění narůstá přímo úměrně s objemem ponořené části tělesa a od okamžiku, kdy je těleso celé pod hladinou se dále nezvětšuje a nezávisí tedy na hloubce ponoření. Totéž opakujeme s druhým tělesem, které tentokrát k siloměru ve směru svislé osy přišroubujeme a uvolníme zátěž, abychom měření opět zahájili od 0. Konstatujeme, že nárůst vztlakové síly u obou těles je stejný a její velikost nezávisí na tíze, resp. na hustotě tělesa.

2 Plavání tělesa na hladině malého množství kapaliny

Potřeby: Užší válcová nádoba s vodou, válcové těleso s průměrem o málo menším než má nádoba a hustotou o málo menší než má kapalina (obr. 2).
Provedení: Při ponořování tělesa hladina v nádobě rychle stoupá a těleso nakonec plave. Vytlačen byl malý objem vody, ponořená část tělesa je však velká.

[20] Břetislav Patč, ZŠ Brandýs nad Labem

3 Ocelová kulička plovoucí na rtuti

Potřeby: Nádoba se rtutí, ložisková kulička s průměrem alespoň 20 mm, drátěná „klícka" k udržení kuličky ve středu hladiny, stavěcí značky výšky hladiny a vrcholu kuličky, posuvné měřítko (obr. 2).
Provedení: Ocelovou kuličku položíme na hladinu rtuti a ustředíme „klíckou". Změříme výšku její vyčnívající části (kulička s průměrem 24 mm vyčnívá asi 13 mm) a porovnáme s výsledkem vypočítaným z tabulkových hustot rtuti a oceli. Skutečnost, že objem ponořené části kuličky je menší než polovina jejího objemu, zdůvodníme vysokým povrchovým napětím rtuti a tvarem menisku hladiny. K diskusi je pak úvaha, co je ponořenou částí tělesa v případech obou možných tvarů menisků kapalin. Platnost znění Archimedova zákona těmito silovými vlivy narušena není.
Poznámka: Při pokusu lze používat pouze železná tělesa, při styku se rtutí se nevytváří amalgam.

4 Co jiného než karteziánek

Potřeby: Válcová nádoba s vodou, zkumavka, U trubička se závěsem na okraj nádoby, U trubička s injekční stříkačkou (obr. 2).
Provedení: Nádobku naplníme po okraj vodou, zavěsíme U trubičku a zkumavku navlékneme na její kratší konec. Počkáme na vyrovnání hladin v nádobě a zkumavce, uzavřeme delší okraj trubičky a pod hladinou ji vyvlékneme. Po zaklopení nádoby je karteziánek seřízen. Při velmi přesném seřízení pomocí injekční stříkačky dosáhneme stavu, kdy karteziánek bez vnějšího tlaku od jisté hloubky buď stoupá nebo klesá. Nádoba není uzavřena a vzduch ve zkumavce je stlačován jen hydrostatickým tlakem. V kritické hloubce je karteziánek v labilní situaci a ve vodě se vznáší.

5 Vztlaková síla a gravitace

Potřeby: Vyšší úzká nádoba s vodou, skleněná trubička (Ř 5 mm) se spojovací hadičkou délky 2 m, deformační manometr 2,5 kPa, injekční stříkačka, stativ, pingpongový míček s drátkem k jeho stlačení ke dnu nádoby, olověná kulička s bifilárním závěsem ze silonového vlasce, hadr na vytírání (obr. 3).

Provedení: Sondu propojíme s manometrem, injekční stříkačkou a ponoříme do nádoby. Vzduch uzavřený v tomto systému je stlačen hydrostatickým tlakem, měřeným manometrem v úrovni hladiny vody v sondě. Chceme-li měřit tlak ve větší hloubce, zmáčkneme stříkačku. Nádobu uvolníme z výšky asi 1,5 m do volného pádu, při němž tíhové zrychlení a tím i hydrostatický tlak klesne na nulu, což se zpožděním manometr ukáže. Ve stejné nádobě stlačíme míček ke dnu a nádobu opět ze stejné výšky upustíme. Obdobně provedeme pokus s olověnou kuličkou, kterou držíme uprostřed kapaliny na vláknech přehnutých přes okraj nádoby. V obou případech neexistuje bez hydrostatického tlaku vztlaková síla a tělesa během pádu setrvají v nádobě na původních místech.
Poznámka: Pokud asistent nesprávně zachytí nádobu, vytře.

6 Rovnovážné polohy těles na hladině kapaliny

Potřeby: Ložisková kulička na hladině rtuti, kolmé duté válce o průměru 60 mm z polyethylenu s výškami 99 mm, 32 mm, 13 mm a z mirelonu (pěnový termoisolační materiál) s výškami 157 mm, 77 mm, 22 mm, model plavidla se zátěží, injekční stříkačka, větší nádoba s vodou (obr. 4).

Provedení: Homogenní kulové těleso, plovoucí volně na klidné hladině je v poloze indiferentní. Tento stav demonstruje téměř ložisková kulička na rtuti. Homogenní tělesa v podobě kolmých válců lze podle možných stabilních poloh rozdělit na tři skupiny:

1. poloha jen s vodorovnou osou
2. poloha střídavě s vodorovnou nebo svislou osou
3. poloha jen se svislou osou

Existují zřejmě dvě hraniční výšky válců, které tyto skupiny oddělují a závisí na hustotách kapaliny a válce a na průměru válce. U válců plovoucích s vodorovnou osou lze uvažovat i o poloze indiferentní. V případě válců druhé skupiny ještě o poloze labilní s příslušným náklonem osy, závisícím na hustotách kapaliny a válce a na rozměrech válce. Všechny uvedené situace demonstrujeme pomocí souboru válců.

Model plavidla je případem nehomogenního tělesa, u něhož zátěží a přikapáním malého množství vody ze stříkačky změníme stabilní polohu v labilní a model se překlopí.

Měření fyzikálních veličin s grafickým kalkulátorem TI-92 s datovým analyzátorem CBL

Václav Pazdera[21]

V časopisech MFI už bylo mnohokrát publikováno, že je možno použít grafický kalkulátor při výuce matematiky (viz. např. 4/4, 6/2, 9/3, 9/4, 9/5, 10/5, 11/2, 12/9 – ročník/číslo). Ostatně i já tento kalkulátor také používám v hodinách matematiky.

To, že je možné grafický kalkulátor použít v hodinách fyziky při měření fyzikálních veličin ještě publikováno nebylo. Proto jsem se rozhodl tuto mezeru vyplnit svými zkušenostmi.

Už několik let používám grafický kalkulátor TI-92. Je to grafický kalkulátor se systémem CAS od firmy Texas Instruments s 3D grafikou a kompletním balíkem geometrických programů s vysokým rozlišením displeje 128x240 pixelů. K měření fyzikálních veličin je potřeba k této (nebo i jiné) grafické kalkulačce připojit měřící přístroj (datový analyzátor) CBL. Ten je opatřen 3 analogovými vstupy, jedním vstupem pro ultrazvukový detektor CBR a jedním digitálním vstupem a jedním digitálním výstupem. Do analogových vstupů je možno připojit celou řadu snímačů (je možno zakoupit téměř 40 různých snímačů fyzikálních a chemických veličin). Při koupi CBL je dodán snímač teploty, napětí a světla. Já jsem si dokoupil ještě snímač zvuku (mikrofon) a ultrazvukový detektor pohybu CBR.

Samozřejmě pro výuku ve třídě je potřeba zajistit velkoplošnou projekci. Možností je několik. Já mám ke kalkulátoru připojen promítací rámeček ViewScreen. S pomocí zpětného projektoru pak promítám displej kalkulačky velkoplošně na plátno ve třídě. Jiná možnost je pomocí kamery snímat displej a promítat ho na televizi nebo dokoupit TI-Presentr a promítat displej pomocí dataprojektoru nebo na televizi.

Pro úplnost ještě dodávám, že je samozřejmé připojit kalkulátor k počítači (ne v průběhu měření, protože se jedná o stejný konektor) a používané programy editovat na počítači nebo naměřená data zpracovávat na počítači (grafy, tabulky, ...).

Jak uvedené přístroje pracují? Na grafické kalkulačce spustím příslušný program. Ten pošle měřícímu přístroji (CBL) dva příkazy, kterými se nastaví způsob měření (jaká veličina, na jakém vstupu, počet měření, s jakou periodou, ... atd.) a samotné měření se odstartuje. Přístroj CBL provede požadovaná měření a naměřená data si uloží do paměti. Dalším (třetím) příkazem se naměřená data načtou do kalkulátoru. Pak je kalkulátor (nejčastěji) graficky zobrazí (výsledkem je graf) nebo i početně zpracuje a zobrazí vypočítané výsledky (výsledkem jsou čísla a naměřené hodnoty). U zobrazených grafů je možné tyto grafy **procházet** a na ose x_c (nejčastěji čas, ale je možné jakoukoliv jinou veličinu např. vzdálenost) odečítat čas a na ose y_c odečítat hodnoty měřené veličiny (podle použitého čidla napětí, teplota, intenzita ozařování, vzdálenost, tlak, ...). Tyto hodnoty jsou vidět v dolní části obrázků naměřených pokusů (viz dále). Naměřené grafy, tabulky, hodnoty je možné ukládat, přenášet do počítače nebo v počítači dále zpracovávat. Pro názornost bych uvedl příklady dvou pokusů.

---

[21] Václav Pazdera, ZŠ 8. května, Olomouc

Měření rychlosti zvuku

Rychlost zvuku určím tak, že změřím dráhu **s** a dobu **t** a z těchto dvou veličin vypočítám rychlost **v**. Protože CBL umožňuje měřit dobu v milisekundách je možné dráhu zmenšit až na několik metrů. Uspořádání pokusu je patrné z nákresu:

V OBI jsem si koupil tři šedé trubky 75 – 1000 mm (odpadní, průměr 75 mm, délka 1 m) a uzavřel jsem ji koncovkou (také prodávají). Přesná délka spojených tří trubek je 308 cm. K otevřenému konci jsem přiložil mikrofon a zdroj zvuku (destička z tvrdého dřeva a palička – koupená v prodejně hudebních nástrojů – je opatřená vyfrézovaným otvorem). Když jsem po ťuknutí do destičky provedl záznam zvuku (nastavena „samospoušť" při překročení určité intenzity zvuku) bez trubky ukázal se mi následující graf:

Když jsem po ťuknutí do destičky provedl záznam zvuku s trubkou ukázal se mi následující graf. Na něm je patrné, že zvuk vydaný destičkou se šíří trubkou, odrazí se od ucpávky a šíří se zpět, kde jej mikrofon zachytí znovu s časovým zpožděním:

Na dalším obrázku je vidět, jak se změní hodnota času (x_c), když se „projdeme" grafem až na bod, kde začíná tento odražený zvuk (kolečko s křížkem). Tzn., že zvuk délku trubky urazil za 18 ms = 0,018 s. Celková dráha, kterou zvuk urazil je 6,16 m (2krát 308 cm). Z toho vypočítáme rychlost zvuku 342,2m/s (správná hodnota je 344 m/s při teplotě 20 °C). Takže chyba měření je přibližně 0,5 %.

Na dalším grafu je vidět záznam vytvořený pouze z dvou metrových trubek. Přesná délka dvou do sebe zasunutých trubek je 206 cm. Tzn., že zvuk urazil celkovou vzdálenost 4,12 m.

Na obrázku je vidět že doba za kterou zvuk urazil vzdálenost tam a zpět je 12 ms = 0,012 s. Rychlost pak vychází 343,3 m/s. Chyba měření je 0,2 % v porovnání s tabulkovou hodnotou. Na tomto záznamu je dokonce vidět i druhý odraz.

Když se posuneme v grafu na druhý odraz (kolečko s křížkem) vidíme, že doba (x_c) je dvakrát delší 24 ms.

Volný pád míče na zem

K zachycení pohybu volného pádu míče na zem jsem použil ultrazvukový detektor pohybu CBR. Uspořádání pokusu je patrné z nákresu:

Míč držím v ruce a v okamžiku zapnutí měření ho pustím. Míč dopadne na zem a odrazí se. Střídavě stoupá a padá atd.

Graf závislosti výšky na době je:

Graf závislosti rychlosti na době je:

Graf závislosti zrychlení na době je :

Všechny tři grafy do jednoho grafu:

U všech tří grafů je nastavena (kolečko s křížkem) doba na 1,247 s (x_c). Tj. v době, kdy míč po odrazu znovu začíná padat na prvním grafu je vidět, že je to ve výšce 57,7 cm na druhém grafu je vidět, že má rychlost 0,75 m/s a na třetím grafu je vidět, že má zrychlení 9,57 m/s^2 (což docela slušně odpovídá gravitačnímu zrychlení; ještě když uvážím, že se míč pohybuje v reálném prostředí). Zajímavý je graf poslední, kde jsou všechny tři grafy v jednom. Tam je například vidět, že když míč je v horní poloze, tak má „nulovou" rychlost. Dále je vidět, že v průběhu stoupání a padání má stále stejné zrychlení (9,5 m/s^2) atd.

Nedávno jsem na své škole předváděl více (asi 17) takových pokusů pro učitele fyziky. Pokud by byl zájem to vidět „reálně", mohu tyto pokusy případným zájemcům předvést.
Tuto techniku je možno vidět na http://www.akermann.cz/index.php?id=kalktexas_produkty.
Mě můžete kontaktovat na adrese pvaclav@centrum.cz.

Na závěr

Zde uvedená technika je značky Texas Instruments. Firma Casio taktéž prodává grafické kalkulačky s projekční jednotkou např. RM-ALGEBRA FX 2.0 Plus (displej 128x64 bodů) a datovým analyzérem EA-20. Tato sestava ale vychází asi za 30.000,- Kč! Grafický kalkulátor TI-92Plus (displej 128x240 bodů), měřící přístroj CBL2 a zobrazovací panel VSH vychází celkem na 16.000,- Kč (mnohem levněji – přitom lepší grafika i paměť).

Výhody používaného měřícího zařízení jsou: lehké, malé, funguje i na baterky (akumulátory) – nezávislost-programy si mohu kdykoliv přizpůsobit podle svých požadavků, měření je možné provádět i v přírodě, CBL – pracuje samostatně jako multimetr, je možné i měření provádět bez kalkulátoru a naměřené hodnoty později načíst do kalkulátoru. Nevýhodou je v porovnání s kvalitním počítačem – grafika zpracování naměřených výsledků. Určitě bych si dokázal představit tímto zařízením vybavenou učebnu fyziky (laboratoř – nejen pro učitele, ale i pro žáky) a matematiky.

Ohňová show podle Luciena McLellana

Mgr. Václav Piskač[22]

Vystoupení Luciena McLellana jsem měl možnost shlédnout na festivalu Physics on Stage 2004 v listopadu 2003. Jeho experimenty jsem převzal a upravil na české provozní podmínky.

V pokusech jsou využity hořlavé plyny – metan a propan. Ve skutečnosti se jedná o zemní plyn, který je metanem tvořen z více než 98 % a propan-butan, ve kterém má butan jen velmi malé zastoupení. Experimenty netradičně a trochu adrenalinově demonstrují Archimedův zákon pro plyny – metan má menší hustotu než vzduch, propan naopak větší.

Jako zdroje plynů jsou použity PET láhve naplněné plyny při atmosférickém tlaku. Tyto zdroje plynů pro pokusy výrazně snižují rizika ohňových experimentů:

a) žáci vidí ve vašich rukou plastové lahve naplněné propanem a metanem. Pokud jim neprozradíte, že se jedná o zemní plyn a propan-butan, a neporadíte, jak lahve naplnit, znemožníte jim značně nebezpečné domácí variace na tyto pokusy.

b) v lahvích je stejný tlak jako v okolí – v láhvi je proto pouze velmi malé množství plynu, které při hoření uvolní relativně málo tepla. Oba používané plyny vybuchují pouze při smíchání se vzduchem a to v úzkém rozmezí koncentrace – pokud v láhvi vznikne směs schopná vybuchnout, je tam tak málo plynu, že i nechtěný výbuch nemůže způsobit výrazné škody (při dodržení základních bezpečnostních pravidel).

plyn	výhřevnost	výbušná směs	teplo při výbuchu 0,5 litru směsi	zápalná teplota
metan	38 MJ/m^3	5 % - 17 %	3200 J	540 °C
propan	96 MJ/m^3	2 % - 11 %	5300 J	470 °C

Při manipulacích s láhvemi s plynem musíte neustále dávat pozor na to, který plyn máte v lahvi (zdali má tendenci klesat dolů a proto můžeme láhev na chvíli otevřít hrdlem nahoru nebo zdali se snaží stoupat vzhůru – láhev můžeme otevřít při poloze hrdlem dolů).

Naplněné i vyprázdněné lahve skladujte několik metrů od demonstračního stolu, požádejte pomocníka, aby po celou dobu pokusů stál poblíž s hasícím přístrojem v ruce.

Při pokusech mějte vyhrnuté rukávy a šaty bez vlajících částí (plášť nedoporučuji). V okruhu cca 2 metrů nesmí být žádný snadno hořlavý materiál.

1. **Přilévání čerstvého vzduchu**

   Tento pokus je úvodem připravujícím studenty na následující soubor experimentů.

   Na stůl položte špatně hořlavou podložku (stačí i dřevěná deska) a na ni postavte malou hořící svíčku. Odšroubujte víčko z lahve s propanem a stlačením lahve přifoukněte propan na svíčku – na zhruba sekundu vznikne plamenná koule o průměru cca 40 cm.

   Pokus lze uvést tvrzením, že pro hoření je zapotřebí palivo a okysličovadlo – v lahvi jste přivezli čerstvý a zdravý vzduch z hor.

[22] Mgr.Václav Piskač, Gymnázium tř. Kpt. Jaroše, Brno, piskac@jaroska.cz,http://fyzweb.cuni.cz/piskac

2. **Hořlavé bubliny**

K tomuto pokusu je nutno sestavit zařízení umožňující nafukovat bubliny hořlavým plynem. Jedná se o dvě dvoulitrové PET láhve propojené hadičkami (viz obrázek). První z nich je naplněna vodou, druhá hořlavým plynem. Když foukáme do hadičky ústící do vody, vytlačujeme vodu do druhé láhve a ta vytlačuje plyn koncovou hadičkou ven.
Připravte si dvě láhve – jednu s metanem a druhou s propanem, dvě láhve naplněné vodou, propojovací systém ze dvou vršků a hadiček, saponátový roztok, sirky, slámka.
Vyfoukněte slámkou normální bublinu a diskutujte její let – má hustotu jen o trochu větší než vzduch a velký odpor při letu vzduchem, proto se volně vznáší a pomalu klesá k zemi.
Otevřete láhev s propanem a propojte ji hadičkami s lahví s vodou. Namočte konec hadičky, kterou je vyfukován propan, do saponátového roztoku a vyfoukněte velkou bublinu. Poté, co se utrhne od hadičky, padá rychle na stůl. Umístěte pod hadičku nehořlavou podložku potřenou saponátovým roztokem – bublina při dopadu na navlhčenou plochu nepraskne a vytvaruje se do polokoule – přibližte k ni zapálenou sirku – praskne a na zlomek sekundy vznikne malá ohnivá koule.
Stejným způsobem sestavte soupravu z láhve s metanem a z druhé láhve s vodou. Když vyfouknete bublinu naplněnou metanem, rychle stoupá ke stropu. Je zábavné ji honit s hořící sirkou a zapalovat. POZOR – bubliny musí být co možná největší a nesmí mít zespodu kapku roztoku – v opačném, případě může jejich průměrná hustota překročit hustotu vzduchu a klesají dolů.

3. **PET hořák**

Pro pokus je potřeba plastová láhev od mléka se širokým hrdlem naplněná metanem, náhradní víčko s otvorem o průměru cca 1 cm a ostrý nůž. Láhev obraťte dnem vzhůru a vyměňte původní víčko za víčko s otvorem. Láhev postavte víčkem vzhůru, otvor uzavřete palcem jedné ruky a druhou rukou vyřízněte u dna láhve otvor (to si nacvičte předem s prázdnou lahví). Uvolněte otvor ve víčku a sirkou zapalte metan unikající víčkem ven (je nutné mít poblíž lahve nachystanou krabičku a vytaženou sirku). Na stole nyní stojí zdánlivě prázdná láhev a z jejího víčka šlehá několik centimetrů vysoký plamen. Plamen se postupně zkracuje, až zhasne docela.
Při tomto pokusu vytéká plyn z láhve, ale díky své malé hustotě stoupá nahoru. Během pokusu je velmi sugestivní ukazovat rukou, jak během hoření stoupá v láhvi „hladina"metanu

4. **Hořák z plechovky**

Na nehořlavou podložku položte prázdnou plechovku a opatrně do ni přelijte propan z lahve. Láhev uzátkujte a odložte stranou. Vhoďte do plechovky zapálenou sirku – propan v plechovce začne hořet cca 20 cm vysokým plamenem. Po chvilce zhasne.
Pokus demonstruje, že propan má větší hustotu než vzduch – zůstává u dna nádoby. S žáky je dobré probrat, co by se stalo, kdybychom do plechovky nalili metan (pokud by to vůbec šlo).

5. **Alobalové korýtko**

Fotografie následujícího pokusu zdobí obal učebnice chemie pro základní školy, aniž by ho většina studentů měla možnost vidět na vlastní oči.
Ustřihněte asi 60 cm dlouhý pás alobalu, podélně ho přeložte napůl a ještě jednou napůl. Vzniklý pásek zohněte do korýtka a podélné okraje pro zpevnění zohněte. (Máte-li možnost, je lepší si korýtko vyrobit z pozinkovaného ocelového plechu.) Pomocí stativového materiálu a kusu drátku umístěte korýtko tak, aby mělo sklon cca 30 stupňů a jeho dolní konec byl asi 5 cm nad stolem. Celek umístěte na nehořlavou podložku a pod dolní konec korýtka umístěte nízkou zapálenou svíčku.

Otevřete láhev s propanem a plyn nalijte do horního konce korýtka. Po několika sekundách steče korýtkem dolů, zde se zapálí od svíčky a ohnivý jazyk vyběhne korýtkem nahoru.
Pokus je pro žáky fascinující, že naléváte něco neviditelného, předpovíte, co se stane a vaše předpověď se po chvíli s výraznými efekty potvrdí.

Zdroje:

záznam z vystoupení Luciena McLellena na POS 3, listopad 2003, Noordwijk, Netherland
http://www.webpark.cz/plyninfo

Kinematika rovnoměrného a zrychleného pohybu

Zdeněk Polák[23]

Kinematika je velmi popisná a to svádí učitele vysvětlovat zaváděné pojmy bez bezprostřední osobní zkušenosti. Je to škoda, protože je velmi mnoho jednoduchých experimentů, které umožňují žákům vytvořit si přesnější představy o základních fyzikálních pojmech z tohoto tematického celku.

Relativnost klidu a pohybu, skládání pohybů

Pomůcky: Pásové vozidlo na baterie, prkénko s kolečky (nebo prkno a dva válečky) případně pás pevnějšího papíru.
Sestava:

Popis: Experiment má několik fází. Vždy určujeme pohybový stav vozidla vůči podložce na které se nachází (prkénku) a vůči místnosti (stolu)

1. Necháme vozidlo jet po prkně, které je v klidu.
2. Vozidlo je vypnuté, pohybujeme prknem dopředu a dozadu.
3. Pustíme vozidlo a táhneme rukou prkno dozadu tak, aby vozidlo zůstávalo na místě.
4. Vozidlo držíme rukou a necháme ho, aby podstrkovalo prkno pod sebou.
5. Pustíme vozidlo a pohybujeme prknem dopředu a dozadu tak, aby jeho výsledný pohyb byl vpřed i vzad. Hovoříme o rychlostech prkénka a vozidla.
6. Pustíme vozidlo a pohybujeme prknem kolmo ke směru pohybu vozidla ve vodorovném směru. Můžeme prkno s vozidlem i zvedat a spouštět.
7. Vozidlo položíme na velký arch (A1) představující řeku, pásák představuje loď. Předvedeme skládání pohybů.

Dráha a rychlost rovnoměrného pohybu s autíčky

Pomůcky: Pásové vozidlo, autíčko na baterie, stopky, svinovací metr (3 m až 5 m), pás papíru a fixy případně hadr a barevné křídy
Popis:

1. Natáhneme pásmo na podlahu a zajistíme proti posunutí. Třeba lepicí páskou. Pak podél něj pustíme pásák, jeden žák dává podle stopek asi po třech sekundách pokyn a další kreslí značky křídou na podlahu. Sestavíme tabulku a sestrojíme graf závislosti s(t). Určíme rychlost vozidla. Diskutujeme rovnoměrnost pohybu.
2. Podél pásma pustíme zároveň pásák a auto. Dva žáci nyní kreslí značky vyznačující polohu vozidel podle časových pokynů. Je dobré když barva křídy souhlasí s barvou vozidla. Stejnými barvami pak nakreslíme graf závislosti dráhy na čase a určíme rychlosti vozidel.
3. Pustíme pásák a po vhodně dlouhé době za ním pustíme auto. Další postup jako v bodě 2. Navíc určíme polohu a čas setkání vozidel.

[23] polak@gymnachod.cz, Jiráskovo gymnázium Náchod, www.gymnachod.cz, MFF UK, Praha, ČR

4. Pásák a auto pustíme zároveň, ale pásák s vhodným náskokem. Dále jako v bodě 3. Navíc určíme za jak dlouho dohonilo auto pásák a rychlost auta vůči němu. Porovnáme s rozdílem rychlostí určených v bodě 2.
5. Auto i pásák pustíme proti sobě z větší vzdálenosti a určíme dobu setkání. Určíme vzájemnou rychlost a porovnáme se součtem rychlostí určených v bodě 2.

Dráha a rychlost rovnoměrného pohybu s bublinkou

Pomůcky: Trubice s kapalinou, pásmo, stopky, fix.
Popis: Skleněnou nebo plastovou trubici o vnitřním průměru větším než 7 mm, delší než cca 1 m naplníme barevnou kapalinou a uzavřeme tak, aby v ní zůstala bublinka. Při naklonění trubice se bublina pohybuje proti klesající kapalině. Díky rovnováze sil jde o rovnoměrný pohyb rychlostí řádově cm/s. Zaznamenáváme polohu bublinky vždy po několika sekundách fixem. Pak můžeme sestrojit graf závislosti dráhy na čase a vypočítat rychlost bubliny. Diskutujeme zda jde o rovnoměrný pohyb.

Jiné rychlosti dosáhneme změnou sklonu, průměru trubice, velikosti bublinky, nebo použitím jiné kapaliny. S rostoucím sklonem obvykle nejprve rychlost bublinky roste,až dosáhne maxima a pak začne klesat. Při svislé poloze trubice může být rychlost menší než polovina maximální rychlosti.

Trubici je třeba dobře utěsnit, aby se stala trvalým pokusem. Kapalinu barvíme potravinářským barvivem. Při použití vody doporučuji přidat konzervační přípravek, třeba Petol. Nemáme-li vhodnou trubici poslouží dobře plastová hadice natažená na liště.

Dráha a rychlost rovnoměrného pohybu s magnetem

Pomůcky: Měděná tyč, stojan s držákem, klouzátko s neodymovým magnetem, fix, stopky nebo metronom, metr.
Popis: Měděnou tyč obdélníkového průřezu upevníme co nejblíže hornímu konci. Dolní se opírá o stůl. Sklon činí 30° až 80°. Na tyč položíme klouzátko z lehkého silného magnetu. Vlivem pohybové složky tíhové síly se dá do pohybu. Změnou magnetického pole v tyči vzniknou silné vířivé proudy které velmi rychle vyrovnají pohybovou složku tíhové síly a magnet na tyči se pohybuje rovnoměrným přímočarým pohybem. Rovnoměrnost pohybu je zajištěna hodnotou vířivých proudů v tyči. Když by mělo dojít ke zpomalení pohybu např. zvýšeným třením, klesne hodnota brzdící síly a naopak.

Podle zvukových signálů z metronomu kreslíme na tyč fixem značky, kde se právě nachází klouzající magnet. Nejvhodnější časový interval je cca 3 s. Klouzátko je opatřeno papírovým proužkem, abychom při kreslení značek neovlivnili jeho pohyb. Metrem určíme polohy značek a sestrojíme graf závislosti dráhy na čase. Podle sklonu tyče a použitého magnetu je rychlost mezi 3 až 5 cm/s.

Náčrt celkové sestavy a detail klouzátka s magnetem a papírovým páskem.

Rovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb

Pro rovnoměrně zrychlený pohyb tělesa potřebujeme zajistit působení stálé síly. Nabízí se volný pád. Zrychlení je však pro naše smysly příliš velké a k jeho sledování potřebujeme obvykle poměrně složitá zařízení. Podobně je to se sledováním pohybu těles urychlovaných přes kladku malým závažím. Nejednodušší variantou se jeví kulička na nakloněné rovině.

Kulička na nakloněné rovině

Pomůcky: Vhodné kuličky, vodicí dráha, pásmo, stopky.
Popis: Nejvhodnější kuličky jsou velké ocelové z kuličkových ložisek, skleněnky, plastové „hopiky", nebo kuličky z vyřazených počítačových myší.

Pokud je budeme spouštět po desce, zjistíme, že jejich dráha obvykle vůbec není přímková. Je třeba směr jejich pohybu fixovat drážkou nebo jiným způsobem. Lze použít plastovou elektrikářskou lištu takového rozměru, aby se kulička pohybovala po hranách. Využít se dá jak dolní hlubší část, tak i víčko. Pro žákovské frontální práce se hodí prázdné plastové zásobníky na polovodičové součástky. Lištu umístíme na prkénko společně s pásmem. Je praktické si na lištu překreslit tužkou měřítko. Velmi jednoduchým řešením je nalepit ocelové svinovací pásmo na tuhou lištu. Pásmo je příčně prohnuté a tvoří vodící žlábek pro kuličku. Výhodou je jednoduché měření dráhy, nevýhodou příčné kmitání kuličky ve žlábku.

Při pevném malém sklonu pak zjišťujeme závislost dráhy na čase. Z grafu zjistíme, že dráhy, které kulička vykonala ve stejných časových úsecích nejsou stejné. Rychlost kterou kulička získala na nakloněné rovině můžeme zjistit z měření vzdálenosti a doby pohybu na vodorovné části dráhy, kterou nastavíme nakloněnou rovinu. Viz [1]

Uvedený způsob zkoumání zrychleného pohybu má svá úskalí. Pokud zvolíme náklon příliš malý, projeví se pokles zrychlení s narůstající odporovou silou při zvyšování rychlosti. Pokud je sklon a tedy zrychlení větší, dosažené časy jsou příliš krátké a jen velmi obtížně ručně měřitelné. Řešením je nechat po nakloněné rovině pohybovat takové těleso, jehož zrychlení bude podstatně menší např. setrvačník.

Setrvačník na nakloněné rovině

Pomůcky: Stojan s držákem nebo vhodná podložka o výšce cca 15 cm, dráha pro setrvačník s možností měření polohy, setrvačník na hřídeli, stopky.
Popis: Dřevěnou nakloněnou rovinu ze tří prken spojených do tvaru písmene U podepřeme tak, aby její sklon byl okolo 5 cm na metr délky. Lze také použít tvarovanou elektrikářskou plastovou lištu ve tvaru písmene U na tuhé podložce zabraňující jejímu prohnutí.

Na nakloněnou rovinu k počátku měřítka položíme setrvačník a současně se spuštěním stopek jej uvolníme. Setrvačník se dotýká nakloněné roviny na obvodu hřídelky. Průměr hřídelky vzhledem k setrvačníku je malý. Jeho otáčky velmi rychle rovnoměrně rostou, při pomalém nárůstu postupné rychlosti.

Potenciální energie se mění především na kinetickou energii otáčivého pohybu, energie posuvného pohybu tvoří jen malou část. Doba, po kterou se pohybuje setrvačník po celé délce nakloněné roviny je řádově delší než pro kuličku. Navíc pohyb je mnohem plynulejší.

Změříme postupně doby za které vykoná zvolené dráhy. Pak sestrojíme graf závislosti dráhy na čase a za předpokladu že jde o rovnoměrně zrychlený pohyb sestrojíme i graf závislosti zrychlení a rychlosti na čase. Můžeme připojit i graf závislosti rychlosti na dráze.

Většina výše uvedených experimentů byla poprvé realizována v minulých letech pro posluchače kurzu fyziky na letním matematicko fyzikálním táboře pravidelně organizovaným MFF UK Praha a od té doby mnohokrát opakována při výuce na Jiráskově gymnáziu v Náchodě.

Literatura:

[1] Bednařík M., Široká M., Fyzika pro gymnázia Mechanika, Prométheus 1993.

Wykorzystanie literatury w nauczaniu fizyki

Krystyna Raczkowska-Tomczak[24]

Integracja nauczania fizyki ze wszystkimi przedmiotami, w tym humanistycznymi pozwala uatrakcyjnić lekcje fizyki i zwiększyć aktywność uczniów.
Pragnę zaprezentować kolejne sposoby realizacji tego celu poprzez wykorzystanie:

1. **Literatury popularnonaukowej** – książek, które w łatwy i popularny sposób wyjaśniają zjawiska występujące wokół nas.
   Opracowałam i wydałam w Polsce wykaz tej literatury i sposób jej wykorzystania na konkretnych przykładach lekcji [1,2,3].
   Zadając uczniom problemy do rozwiązania podaję zawsze bibliografię, z której mogą skorzystać. Uczniowie mogą także korzystając z opisów doświadczeń podanych w literaturze wykonać je w domu, sfotografować, zrobić prezentacje komputerowe i wysłać na konkursy ogłaszane dla uczniów w Polsce. W tym roku szkolnym w Ogólnopolskim Konkursie „Fascynujący Świat Przyrody", zorganizowanym przez Stowarzyszenie Nauczycieli Przedmiotów Przyrodniczych i Pracownię Dydaktyki Fizyki Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, moi uczniowie, w kategorii szkół gimnazjalnych zajęli
   I miejsce za prezentację pt. „Przygoda z tęczą"
2. **Literatury pięknej** – lektury i dowolnie wybrane przykłady z literatury pięknej, które czynią lekcje ciekawszymi. Współpraca z nauczycielem języka polskiego (czeskiego) pozwala wybrać odpowiednią literaturą omawianą na ich lekcjach. Można wtedy nawiązać na zajęciach fizyki do tych książek, wykorzystując je w następnych sytuacjach:

a. **Przeczytać opis zjawisk występujących w przyrodzie: mgła, rosa, prostoliniowe rozchodzenie się światła, tęcza, fale na wodzie, szron itd. Następnie zadać zadanie mające na celu wyjaśnienie tego zjawiska w oparciu o znajomość praw fizyki.**

Przykład:

Jakie zjawiska fizyczne opisuje Reymont w wybranych fragmentach „Chłopów"?

1. **Wypisz te zjawiska**
2. **Podaj warunki jakie muszą być spełnione, żeby można było je obserwować i prawa, które je wyjaśniają.**

W nocy czy też dopiero na odedniu mróz był znowu krzepko chycił, a że przyszedł po paru dniach miętkich mgieł, to obwalił drzewa sadzią jakby tymi szklanymi strużynami albo zasie puchem co najbielszym; słońce się nawet całkiem wyłupało i świeciło na modrym, jakby oprzędzonym w cieniuśkie, przejrzyste mgły...

Jak żeby kto diamentową rosą przyokrył śniegi, aż oczy bolały patrzeć.
Okólne pola, przywalone śniegiem, leżały białe roziskrzone, a głuche i martwe...

Słońce było już chyla tyla nad chałupami i świeciło coraz cieplej, bo z oszroniałych strzech podnosiły się opary i woda skapywała, tylko w cieniach – pod płotami w sadach, po rowach, leżał jeszcze siwy mróz; po stawie wlekły się ostatnie zrzedłe mgły i woda poczynała spod bielm wrzeć brzaskami i odbłyskiwać słońce.

---

[24] Krystyna Raczkowska-Tomczak, Publiczne Gimnazjum Nr2 w Opolu, Polska

b. Ułożyć tekst np. związany z życiorysem pisarza, który stworzył to dzieło. Tekst zawiera 10 błędów, które uczniowie muszą odnaleźć i poprawić w oparciu o słowniki, encyklopedie i inne źródła.

Przykład:

Znajdź 10 błędów, które popełnił autor zamieszczonego poniżej tekstu.

WŁADYSŁAW REYMONT od rana nieco zdenerwowany krzątał się po pokoju. Postanowił zadzwonić do Marii Skłodowskiej. W końcu urodzili się w tym samym roku i odbierają w tym samym czasie Nagrodę Nobla. Nie często się zdarza, żeby dwójka Polaków sięgnęła równocześnie po najbardziej prestiżowe na świecie wyróżnienie w tak różnych dziedzinach nauki jak literatura i fizyka. Jak nauka może łączyć ludzi... Szkoda, że Einstein za swoje osiągnięcia nie został nagrodzony przez Szwedzką Akademię Nauk. Tyle słów uznania pod jego adresem usłyszał z ust Marii.
Usiadł w fotelu i zamyślił się. Ile to w czasie jego życia wydarzyło się na niwie nauki...Powstał układ okresowy pierwiastków stworzony w 1869 r. przez Mendla, w 1900r. J. J. Thomson odkrył elektron, a w 1901 - 1902 K. Landsteiner grupy krwi, w 1887 r.
K. Olszewski Z. Wróblewski skroplili składniki powietrza, w 1905 bracia Wright skonstruowali pierwszy samolot z silnikiem w 1909 R. Amundsen zdobył biegun północny, a w 1911 r. Peary zdobył biegun południowy no i w 1925 r A. Fleming odkrył antybiotyk. Ileż to ludzie mogą osiągnąć dzięki swojej ciężkiej, mozolnej pracy!

Błędy zawarte w opowiadaniu:
1. W 1895 r. Maria wyszła za mąż i jej nazwisko brzmiało Skłodowska- Curie.
2. Nie mogli odbierać nagrody razem. Maria Skłodowska-Curie otrzymała Nagrodę Nobla dwukrotnie:
   z fizyki: w 1903r. z Piotrem i Becqurelem za badania nad promieniotwórczością
   z chemii w 1910r. za opracowanie metod wyodrębnienia pierwiastków promieniotwórczych Reymont otrzymał nagrodę w 1924 r.
3. Albert Einstein otrzymał Nagrodę Nobla w 1921 roku.
4. Układ okresowy pierwiastków w 1869 r. stworzył Dymitr Mendelejew.
5. K. Olszewski i Z. Wróblewski skroplili składniki powietrza w 1883 roku.
6. Elektron został odkryty w roku 1897.
7. Bracia Wright skonstruowali samolot z silnikiem w 1903 roku.
8. W 1909 r. R. Peary zdobył biegun północny.
9. W 1911 r. R. Amundsen zdobył biegun południowy
10. A. Fleming odkrył antybiotyki w 1929 roku, po śmierci Reymonta 1925.

c. Wyszukać fizyków, tworzących w czasie, kiedy żył dany pisarz.

Przykład:

Podaj lata, w których żyli oraz zagadnienia nad, którymi pracowali niżej wymienieni fizyków, żyjących w czasach Reymonta.
D. Mendelejew, K. Olszewski, Z. Wróblewski, H. Hertz, W. Roentgen, A. Becquerel, J. Thomson, M. Skłodowska-Curie, M. Planck, A. Einstein, M. Smoluchowski, E. Rutherford, J. Chadwick, N. Bohr, E. Fermi, T. Edison, G. Bell

d. Znaleźć w tekście opis różnych przedmiotów, wykorzystywanych w życiu codziennym na wsi, w mieście, w domu. Uczniowie muszą zbudować modele tych urządzeń i omówić zasadę ich działania.

Przykład:

Wybierz dowolne narzędzia, z których korzystali mieszkańcy Lipiec.
Opisz zasadę działania i wykonaj ich modele.
(Skorzystaj z działu maszyny proste)

(Omówione przykłady zostały opracowane w oparciu o „Chłopów" Władysława, Stanisława Reymonta, którego imię nosi nasza szkoła).

d. Znane cytaty sławnych ludzi (fizyków).
Uczniowie muszą w różnych źródłach poszukać i zebrać odpowiednie fragmenty.

Przykład:

RENE DESCARTES – KARTEZJUSZ (1596 – 1650)

„Myślę, więc jestem" – „Cogito, ergo sum".

„Bardzo powinny być nam podejrzane sądy przyjaciół, kiedy padają na naszą korzyść"

„Często uważałem, że ludzie małoduszni są najbardziej aroganccy i pyszni, podobnie jak wielkoduszni są najbardziej skromni i pokorni."

„Każdy człowiek jest zobowiązany przyczynić się, ile w jego mocy, do dobra drugich, i zaiste nic nie jest wart ten, kto nikomu nie jest użyteczny."

„Trudno jest pracując jeno na dziełach cudzych, dokonać rzeczy bardzo doskonałych".

„Całe szczęście i pomyślność naszego życia zależy od dobrego użytku, jaki zrobimy z naszych namiętności."

„Należy wierzyć jedynie temu, cośmy doskonale poznali i w co nie można wątpić."

„Ilekroć niezgodne są ze sobą sądy dwóch ludzi o tym samym przedmiocie, jest rzeczą pewną, iż, przynajmniej jeden z nich jest w błędzie."

3. Literatury dla dzieci i młodzieży – książek lubianych i chętnie czytanych przez dzieci, pozwalających na przytoczenie ciekawostki na omawiany temat.

Przykład:

Na lekcjach na temat środka ciężkości wspominam, że w bumerangu wypada on poza ciałem. Przy okazji korzystając z książki A. Szklarskiego: Tomek w krainie kangurów, Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1987, s. 257
Wspominam, że otrzymanie BUMERANGU od Australijczykama specjalne znaczenie. Chcą oni przez wręczenie tego pięknego daru powiedzieć:
„wróć do nas jak powraca bumerang, będziesz zawsze naszym najmilszym gościem!"

Bibliografia:

1. K. Raczkowska : Jak wykorzystuję literaturę popularnonaukową na lekcjach, „Fizyka w Szkole ", nr 4 1987, s.249 – 251
2. D. Tokar, A. Jeleńska, K. Raczkowska : Charakterystyka bibliografii w zintegrowanym programie kształcenia w zakresie dydaktyki fizyki, Wybrane problemy dydaktyki fizyki, CDN – Warszawa 1989, s. 223 - 227
3. D. Tokar, K. Raczkowska-Tomczak, A. Jeleńska : Propozycje wykorzystania literatury popularnonaukowej w procesie nauczania – uczenia się fizyki, „Bibliografia do nauczania fizyki dla studentów i nauczycieli fizyki ", Opole – WSP 1992, s. 23 - 51

Panská fyzika 5

Jaroslav Reichl[25]

1 Svítící kouzelná hůlka

Pomůcky:

dřevěná kulatina, černý papír, bílý papír, červená LED, kulatá baterie s napětím 3,5 V, malý spínač, rezistor o odporu několika stovek ohmů, asi půlmetru vodiče, lepidlo, nůžky, pájka

Postup:

Nejprve je třeba si připravit kouzelnou hůlku, jejíž výroba byla popsána ve sborníku z Veletrhu nápadů učitelů fyziky 6, který se konal v Olomouci v roce 2001. Vzhledem k tomu, že v tomto experimentu se používá upravená kouzelná hůlka, uvedu postup výroby celý.

Z dřevěné kulatiny uřízneme část o délce asi 20 – 22 cm. Z obou stran vyvrtáme opatrně pomocí vrtačky do hůlky takový otvor, aby se do hůlky z jedné strany pohodlně vešla svítící dioda a z druhé baterie a spínač. Podél hůlky pak ještě pomocí nože vyhloubíme zářez, kterým povedeme vodič od baterie k diodě (a zpět). Pomocí pájky spojíme obvod, do kterého připojíme baterii, svítící diodu a k ní sériově rezistor o odporu několika set ohmů a spínač. Ke svítící diodě musí vést dva vodiče, z nichž každý je o několik centimetrů delší, než je délka kouzelné hůlky. Svítící diodu vlepíme do vyvrtaného otvoru na jednom konci hůlky, baterii a spínač do otvoru na druhém konci hůlky. Dbáme na to, aby pohyblivá část spínač zůstala vyčnívat z hůlky ven a bylo možné ji nenápadně stlačit.

Kouzelnou hůlku nyní polepíme černým papírem. Na obou koncích hůlky pak nalepíme bílý papír o šířce asi 4 cm. Bílím papírem rovněž přelepíme svítící diodu, aby nebyla na první pohled vidět, a zamaskujeme spínač na druhém konci hůlky.

Provedení:

Hůlku vezmeme do ruky tak, aby spínač byl v dlani. Před třídou (publikem) hovoříme na téma, jak rozsvítíme kouzelnou hůlku. Pokud diváci znají filmy o mladém kouzelníkovi Harrym Potterovi, je možné se optat, zda vědí, jak Harry získává světlo. Snad se najde někdo, kdo si vzpomene, že Harry používá zaříkadlo „Lumos!" Vyslovíme tedy toto „kouzelné" slovíčko a přitom nepozorovaně dlaní stiskneme spínač. Svítící dioda v hůlce se rozsvítí a přední část kouzelné hůlky tím pádem celá zčervená.

2 Indikátor proudu

Pomůcky:

krabička od filmu, asi 10 – 15 metrů tenkého měděného smaltovaného drátu, dvě nefunkční CD, čtvrtka papíru nebo korky, zdířky na zasunutí banánků, dva malé magnety, nůžky, lepidlo, jehla, špejle, kancelářská svorka, pájka

Postup:

Z krabičky od filmu vytvoříme cívku tak, že na krabičku navineme několik set závitů tenkého měděného smaltovaného drátu. Drát je vhodné vést krabičkou od filmu tak, jak ukazuje obr. 1: nejprve pomocí jehly, do níž drát navlékneme, protáhneme drát z pozice A dovnitř do krabičky a boční stěnou krabičky u jejího dna zase protáhneme drát ven (v praxi je vhodné postupovat opačně: nejprve vtáhnout drát boční stěnou do krabičky a pak dnem zase ven). Před vlastním navinováním závitů potřeme krabičku od filmu lepidlem, aby závity držely a nesjížděly. Pak začneme navinovat jednotlivé závity, přičemž lze postupovat ode dna krabičky k jejímu hrdlu a zase zpět. U hrdla krabičky nenavinujeme závity až do konce – necháme zde zhruba 1 cm volného místa. S navino-

[25] Jaroslav Reichl, reichl@panska.cz, SPŠST Panská 3, Praha 1

váním závitů je třeba skončit zase v dolní části krabičky (symbolicky je na obr. 1 naznačeno vytváření závitů písmeny B až C). Opět je třeba nejdříve vtáhnout drát dovnitř do krabičky a poté s ním krabičku jejím dnem opustit (viz písmeno D). Konce drátu A a D necháme zatím dlouhé asi 10 – 15 cm a později je přiletujeme pomocí pájky ke zdířkám na banánky.

K takto vytvořené cívce, která bude tvořit základ galvanometru, je nutné připevnit ještě ručku. Tu vyrobíme ze špejle dlouhé asi 10 – 15 cm, k níž přilepíme dva malé magnety. V praxi se osvědčilo špejli zmačknout pomocí kleští a na vzniklé plošky pak přilepit dva magnety opačnými póly k sobě. Do krabičky od filmu, na kterou jsme navinuli závity cívky, pak uděláme v horní části (tam, kam už nezasahuje vinutí cívky) dva otvory ve dvou protilehlých bodech průměru krabičky. Špejli – ručku přístroje pak upevníme pomocí kancelářské svorky, kterou narovnáme. Do špejle vyvrtáme opatrně otvor, kterým projde drátek kancelářské svorky, do takové vzdálenosti od magnetů, aby se magnety nacházely zhruba v polovině vytvořené cívky. Otvor vrtáme kolmo na podélnou osu magnetů (viz též obr. 2), aby se mohla špejle v závislosti na proudu tekoucím cívkou vychylovat kolem své osy. Drátek z kancelářské svorky protáhneme stěnou krabičky, nasadíme na něj špejli a protáhneme stěnou krabičky na druhé straně. Pomocí plastelíny, korálků, kousku papíru, ... je možné omezit posuvný pohyb špejle po drátku. Drátek z kancelářské svorky zajistíme pomocí plastelíny, ohnutí, ... proti vysunutí z krabičky od filmu.

obr. 1

obr. 2

Do nefunkčního CD uděláme (např. rozžhaveným hřebíkem) symetricky kolem středu dva otvory, do nichž poté vlepíme dvě zdířky na banánky. Necháme zaschnout. Poté do středu tohoto CD přilepíme námi vytvořenou cívku (již s připevněnou ručkou), tak aby vývody A a D drátu cívky vycházely středním otvorem CD. Opět necháme důkladně zaschnout.

Po zaschnutí velmi opatrně, abychom už udělanou práci neponičili, připájíme volné konce A a D drátu cívky ke zdířkám pro banánky (každý vývod k jedné zdířce). Před vlastním pájením je nutno letovaný konec smaltovaného drátu opálit, případně smalt seškrábat pomocí nožíku. Jinak nevytvoříme vodivé spojení.

Připravíme si druhé nefunkční CD, které bude sloužit jako podstavec. Pomocí korku nebo krychliček vyrobených ze čtvrtky papíru vytvoříme tři „nožičky", které přilepíme na prázdné CD podél jeho obvodu symetricky vzhledem ke středu CD. Poté na „nožičky" přilepíme CD s přilepenou cívkou (viz obr. 3).

obr. 3

obr. 4

Z uzávěru krabičky od filmu, k němuž přilepíme stupnici vytvořenou z papíru, lze získat představu přímo o ampérmetru resp. voltmetru (viz obr. 4). Nesmíme ovšem zapomenout do víčka krabičky od filmu vyříznout otvor pro pohyb ručky.

Provedení:

Takto je hotový galvanometr, který bude registrovat procházející proud. Stačí připojit ke zdroji napětí (např. krátkodobě zkratovat 4,5 voltovou baterii) a ručka se prokazatelně vychýlí. Při změně polarity zdroje napětí se změní směr její výchylky. Vyrobený galvanometr slouží pouze jako indikátor a nebyl zatím testován, do jaké míry je přesný. Jeho přednost vidím zejména v tom, že ukazuje princip přístrojů používaných v praxi a přitom je „vidět dovnitř".

3 Dynamo od kola jako zdroj napětí

K řadě experimentů lze použít i klasické dynamo z jízdního kola.

Pomůcky:

dynamo od jízdního kola, spojovací vodiče, voltmetr, laboratorní stojan, závaží o hmotnosti 100 gramů, pevná nit

Postup a provedení:

Dynamo upevníme do laboratorního stojanu, který postavíme na stůl tak, aby dynamo přesahovalo přes stůl. Tato poloha prodlouží dráhu, na které se bude směrem k zemi pohybovat závaží. Dynamo připojíme k voltmetru na střídavé napětí: jeden vodič vyvedeme příslušného místa dynama, druhý připojíme k vodivé části dynama nebo stojanu. Závaží připevníme na dostatečně dlouhou nit (délka nitě musí být zhruba o půl metr delší, než je svislá vzdálenost dynama od podlahy) a tu navineme na rotor dynama (ta část, kterou uvádí do pohybu plášť jízdního kola).

Nyní stačí závaží uvolnit: začne se pohybovat směrem k zemi a zároveň na voltmetru bude patrný nárůst napětí. Pohyb závaží lze s dobrou přesností považovat za zrychlený.

K ověření funkce dynama (tj. aplikace Faradayova zákona elektromagnetické indukce) můžeme použít buď výrazně těžší závaží, u něhož by byl větší poměr mezi tíhovou silou a odporovou silou vzduchu (což může být vzhledem ke konstrukci s použitím laboratorních stojanů značně nestabilní), nebo prudce zatáhnout za navinutou nit rukou. Tím uvedeme rotor do rychlejšího pohybu a docílíme většího napětí.

4 Dynamo od kola a přeměny energií

Pomůcky:

dynamo z jízdního kola, laboratorní stojan, žárovka 4,5 V/0,8 A (nebo podobná), spojovací vodiče

Postup a provedení:

Dynamo upevníme do laboratorního stojanu tak, jak je popsáno u experimentu Dynamo od kola jako zdroj napětí. Jediný rozdíl bude v tom, že tentokráte místo voltmetru připojíme panel se žárovkou. Na rotor dynama navineme nit, na které je připevněno závaží, a závaží pustíme.

Během pohybu závaží se žárovička postupně rozsvítí, což lze vysvětlit tak, že se mechanická potenciální energie závaží postupně měnila na mechanickou rotační energii rotoru, ta na energii elektrickou, která se v žárovce přeměnila na energii světelnou. Zkráceně: mechanická energii se mění na energii světelnou (při zařazení experimentu v prvním ročníku v učivu o energiích ne všichni studenti tuší, jak funguje dynamo). Tato přeměna je přímo „vidět": závaží klesá dolů, roztáčí se dynamo a žárovka začíná svítit.

5 Dynamo od kola a Lenzův zákon

Pomůcky:

stejné jako u experimentu Dynamo od kola a přeměny energií

Postup a provedení:

Experiment sestavíme a provedeme naprosto totožně jako je uvedeno u experimentu Dynamo od kola a přeměny energií. Všimneme si, že na rozdíl od experimentu Dynamo od kola a přeměny energií, tj. experiment, kdy k dynamu byl připojen pouze voltmetr, se uvolněné závaží nepohybuje zrychleně. Naopak: viditelně svůj pohyb zpomaluje, až se ustálí na určité velikosti rychlosti. Při závaží s malou hmotností by se tento pohyb dokonce i zastavil.

Příčinou tohoto jevu je proud, který prochází obvodem. Tento proud pochopitelně neteče jen žárovkou, ale i dynamem. V dynamu (pro jednoduchost si ho představme jako cívku) dochází k vlastní indukci: proud jím tekoucí vyvolává nestacionární magnetické pole (původní proud zpočátku narůstá – proto je pole nestacionární), které je příčinou vzniku indukovaného napětí. Díky tomu obvodem začíná procházet indukovaný proud ve směru opačném, než je proud původní – brzdí tedy pohyb rotoru dynama a závaží.

6 Mobilní telefon – zdroj magnetického pole

Pomůcky:

mobilní telefon, asistent s druhým mobilním telefonem, cívka s velkou indukčností, voltmetr případně souprava ISES, spojovací vodiče

Postup a provedení:

Cívku s velkou indukčností (já mám odzkoušenu cívku s indukčností 5 H) připojíme k voltmetru pro měření střídavého napětí s co možná největší citlivostí. Do blízkosti cívky umístíme mobilní telefon a požádáme asistenta, aby z druhého mobilního telefonu přístroj u voltmetru „prozvonil". Ještě dříve, než se ozve vyzváněcí tón, začne voltmetr ukazovat nenulové napětí na cívce.

Napětí na cívce vzniká elektromagnetickou indukcí. Signál, kterým se přenáší informace mezi mobilními telefony, je elektromagnetická vlna. Její proměnná magnetická složka indukuje v závitech cívky napětí.

Lépe než na voltmetru je tento jev pozorovatelný se soupravou ISES: připojíme modul voltmetr, nastavíme největší citlivost (tj. nejmenší rozsah) a k voltmetru přivedeme napětí z cívky. Na obrazovce počítače pak můžeme pozorovat časový průběh napětí v závislosti na tom, co s mobilním telefonem u cívky provádíme (telefon je „prozváněn", telefon „prozvání" jiný telefon, je přijímána SMSka, ...).

7 Mobilní telefon a držák „labuť

Pomůcky:

mobilní telefon, asistent s druhým mobilním telefonem, „blikající" držák mobilního telefonu

Postup a provedení:

Mobilní telefon položíme do držáku, který je možné běžně koupit v prodejnách s mobilními telefony. Jedná se o držák, který obsahuje barevné svítící diody. Asistenta s druhým mobilním telefonem požádáme, aby přístroj v držáku „prozvonil". Dříve než se ozve vyzváněcí tón telefonu, začnou diody blikat.

Držák jsem zatím nerozebíral, ale vím, že obsahuje zdroj napětí. Proto soudím, že uvnitř bude tranzistor, který se otevře při proudu vzniklém elektromagnetickou indukcí, kterou spustí přicházející elektromagnetická vlna. Proud zesílený tranzistorem je dostačující k rozsvícení diod.

Na podobném principu je založena řada dalších doplňků, které se prodávají jako ozdoba mobilních telefonů.

Pro úplnost ještě spojení na mne: reichl@panska.cz

Na webové stránce: http://vyuka.panska.cz/reichl mohou jak učitelé tak i studenti nalézt řadu materiálů do výuky fyziky a matematiky.

Ze starých moudrých knih

Petr Sládek[26]

Při uspořádávání knihovny se mi do rukou dostaly knihy s na první pohled výpravnou vazbou (obr. 1 a, b). Rok vydání se pohyboval mezi 1872 – 1915, povětšinou v němčině, některé psány ještě schwabachem. Byly to vyřazené svazky, které se na brněnskou Masarykovu univerzitu dostaly někde při jejím vzniku.

Obr. 1a) E. Lehnfeld – r.v. 1895 [1] b) Schweiger-Lerchenfeld – r.v.? [2]

Ze zajímavosti jsem nimi listoval a prohlížel si obrázky. Uvědomil jsem si, že jsou většinou velmi jednoduché na realizaci a nepotřebují většinou žádné složité přístroje. A pokud ano, tak se mnohdy dají nalézt v zadních koutech fyzikálních sbírek. Navíc se často dají použít přístroje a zařízení, která nebyly v předminulém století k dispozici. Byly popsány a znázorněny staré známé pokusy, které najdeme v téměř každé učebnici, ale i zapadlé, které s novými technickými možnostmi dostávají najednou nový rozměr.

Velmi atraktivní se mi jevila zejména skupina čtenářů, které byly knihy určeny. Z doprovodných textů vyplývá, že čtenář – experimentátor je předpokládán jako zvídavý, poměrně fyzikálně vzdělaný (na tu dobu – pokud nemám o úrovni vzdělání zkreslené představy), ale především *sám sebe vzdělávající.*
Z pokusů uvedu dva – jeden známý jednoduchý, druhý patřící do kategorie „s novými technickými možnostmi".

[26] Petr Sládek, PdF Masarykova univerzita v Brně, katedra fyziky.

Hořící kyvadlo

Pokus jsem nalezl v literatuře [1] – (obr. 2)

Pomůcky:

- dvě sklenice
- dva talířky (event. tácky – pro odkapávající vosk)
- cca 20 cm svařovacího drátu
- svíčka délky 20 cm válcová! (v obchodech často jen kónické)

Abb. 6. Automatische Schaukel.

Obr. 2: Hořící kyvadlo převzato z [1]

Pak stačí vypreparovat knot na spodním konci a vše je připraveno. K dispozici jsou pak různé nadstavbové možnosti – stanovení doby kmitu, event.její časový vývoj a navazující výpočty – při doplňkovém stanovení hmotnosti kapky vosku.

Jak ohnout světelný paprsek

Pokus jsem nalezl v literatuře [3] – (obr. 3)

Pomůcky:

- skleněný T-profil , průměr cca 0,5cm
- gumová hadička
- nádoba na vodu s vývodem
- barevná intenzivní LED + zdroj

Fig. 503. Zur Totalreflexion des Lichtes in einem Wasserstrahle.

Obr. 3: Totální odraz světla ve vodním proudu – převzato z [3]

Na jeden rovný konec skleněné rozbočky (v obr. 3 označeno jako a) připevníme svítící diodu a necháme přes T-profil proudit vodu. Ta nám vytvoří světlovod na základě totálního odrazu. V ohnutém pramínku vody je pak zřetelně vidět světelný paprsek.

Literatura:

[1] Lehnfeld, E. : Der Experimentator, A. Hartlebens Verlag, Wien, 1895?

[2] Schweiger-Lerchenfeld, H. :Das Buch der Experimente, A. Hartlebens Verlag, Wien, 1895?

[3] Rosenberg, K. : Experimentierbuch für den Unterricht in der Naturlehre, zweiter Band, Alfred Hölder, Wien und Leipzig, 1913

Demonstrace nesamostatného výboje ve vzduchu s Wulfovým elektroskopem

Demonstration of Dependent Air Discharge by Wulf Electroscope

Vojtěch Stach[27]

Abstract

The air in the space between the electrodes should be ionised by the flame of a candle or a Bunsen burner or also a radioactive source. This can be indicated by the discharges of the Wulf electroscope.

Nesamostatným výbojem v plynu rozumíme elektrický proud v plynu, který se udržuje jen po dobu působení ionizačního činidla, např. plamene svíčky, ultrafialového nebo radioaktivního záření. V dostupných středoškolských učebnicích [1], [2] se tento jev demonstruje buď pomocí školního zdroje vysokého napětí 2,5-10 kV nebo pomocí elektroskopu. Zdroj vysokého napětí nebývá vždy ve sbírkách a elektroskop vyžaduje dobrou izolaci.

Na naší katedře fyziky Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity se nám v Praktiku školních pokusů pro tento případ stále osvědčuje Wulfův elektroskop. Jeho fotografie jsou uvedeny na obrázcích 1, 2.

[27] Doc. RNDr. Vojtěch Stach, CSc., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, Katedra fyziky, Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice, E-mail: stach@pf.jcu.cz

Schematické zapojení pokusu je uvedeno na obrázcích 3, 4.

Obr. 3

Obr. 4

Celkové uspořádání pokusu je na obrázku 5.

Wulfův elektroskop má ze strany vyvedenou pomocnou elektrodu. Horní klasická kruhová elektroda vně elektroskopu je uvnitř ve svislé poloze spojena s tenkým staniolovým lístkem nebo s pružným zkrouceným tenkým vodivým vláknem. Vznikne-li nyní mezi oběma svislými elektrodami (obr. 3, 4) rozdíl potenciálů přivedením stejnosměrného napětí, pak se staniolový lístek nebo pružné vlákno vychýlí, působí-li mezi svislými elektrodami ionizační činidlo.

Při vhodné vzdálenosti a velikosti napětí se lístek nebo vlákno dotkne pomocné elektrody, náboje se vyrovnají, vše se vrátí do původní počáteční polohy a děj se periodicky opakuje.

Při uspořádání pokusu s tenkým staniolovým lístkem (4) není potřeba zdroj vysokého napětí řádově v kV. Stačí stabilizovaný zdroj, ve starších sbírkách je to BS 275 a z něho odebírané stejnosměrné napětí 150-250 V. Dalším vhodným zdrojem pro uspořádání pokusu podle obrázku 3 je zdroj Leybold 52235 dodávaný k výbojovým trubicím.

Wulfův elektroskop lze i vhodným způsobem osvětlit a promítnout kmitající lístek na projekční plátno. Pokus pak může pozorovat celá třída.

Wulfův elektroskop dříve dodávala firma Leybold a některé školy ho ve sbírkách mají. Porouchané stočené vlákno lze vhodně nahradit přilepeným úzkým staniolovým lístkem a elektroskop pak nadále vhodně využít podle výše uvedeného pokusu.

Klasický elektroskop běžný ve fyzikálních sbírkách lze i svépomocně upravit na Wulfův elektroskop s pomocnou elektrodou, tak jak to ukazuje fotografie na obrázku č. 6.

Literatura:

[1] Lepil, O., Šedivý, P.: Fyzika pro gymnázia, Elektřina a magnetismus, Prometheus Praha 2000

[2] Svoboda, E. a kol: Pokusy z fyziky na střední škole 3, Prometheus 1999

Fyzika v krabičce zápalek

Josef Trna[28]

Úvod

Mezi věci denní potřeby, které žáci znají, patří i krabička zápalek. Vyrábějí se krabičky i zápalky různých velikostí. Pro účely jednoduchých fyzikálních experimentů používáme zápalky pro zapálení plamene nebo jako slabý zdroj tepla či světla. Tyto pokusy nebudeme zde uvádět. Pro snadnější komunikaci použijeme dále pojmy krabička a její části: tělo a zásuvka. Uvedené pokusy mohou sloužit především jako žákovské experimenty, jejichž hlavní funkcí je motivace žáka. Nebude-li uvedeno jinak, jsou používány malé krabičky zápalek.

1. Krabička – odměrka

Tělo prázdné krabičky přilepíme na obrácené dno zásuvky. Tak vznikne malá odměrka pro sypké materiály (písek, sůl apod.). Vyrobíme odměrky z menší i větší krabičky. Odříznutím části krabičky můžeme vyrobit odměrky různého objemu. Pomocí odměrného válce zjistíme objem vyrobených odměrek, které můžeme případně i ocejchovat.

2. Odhad vzdálenosti a výšky pomocí zápalky

Změříme délku zápalky a vzdálenost zápalky od oka v natažené paži. Ze znalosti výšky nebo vzdálenosti objektů v terénu (domy, stromy apod.) můžeme pomocí poměru z podobnosti trojúhelníků vypočítat neznámou vzdálenost nebo výšku objektu.

3. Zákon akce a reakce

Dvě prázdné nebo plné krabičky spojíme pružnou gumičkou a položíme na hladký povrch. Rukama chytíme obě krabičky a natáhneme gumičku. Postupným pouštěním jedné, druhé a pak současně obou krabiček demonstrujeme vzájemnost silového působení mezi dvěma tělesy.

4. Setrvačnost I

Z prázdných krabiček (asi 5 kusů) postavíme na hladkém stole sloupec tak, že je položíme na plocho na sebe. Tyčkou menší tloušťky než jedna ležící krabička pak prudkým pohybem vyrážíme postupně spodní krabičku. Spodní krabičku vyrážíme střídavě na obě strany. Sloupec ze zbývajících krabiček se díky setrvačnosti nezbortí.

5. Setrvačnost II

Sloupec plných krabiček (asi 5 kusů) položených na plocho na sebe umístíme na hladký list papíru nebo na fólii. Papír či fólii prudce vytrhneme. Díky setrvačnosti se sloupec krabiček nezbortí.

6. Rovnováha

Do zásuvky větší prázdné krabičky vložíme nebo vlepíme těžkou matici (olůvko) těsně k jedné straně. Krabičku pak zavřeme a položíme na okraj stolu zátěží směrem ke středu plochy stolu. Krabičku opatrně posouváme přes okraj. Krabička nespadne, třebaže přečnívá více jak polovinou přes okraj stolu.

7. Stabilita I

Na nakloněnou rovinu (desku) s drsným povrchem položíme na stojato plnou větší krabičku, která má uprostřed boční stěny zavěšenou malou olovničku (nit a malá matička). Desku na jedné straně pomalu zvedáme. Olovnicí znázorněná těžnice se postupně dostane na převratnou hranu, kdy krabička stále ještě stojí. Po překonání převratné hrany se krabička převrátí. Stejný pokus provedeme při položení krabičky na jinou stěnu. Krabičku můžeme i různě zatěžovat. Diskutujeme význam polohy těžiště tělesa pro jeho stabilitu.

---

[28] Doc. RNDr. Josef Trna, CSc. , PDF MU v Brně, e-mail: trna@ped.muni.cz

8. Stabilita II
Vystavíme sloupec z na plocho pokládaných prázdných nebo plných krabiček, které jsou postupně mírně překládány na jednu stranu. Diskutujeme podmínky stability tohoto sloupce.

9. Tření
Plnou krabičku táhneme rovnoměrně siloměrem po různých površích, velikost třecí síly závisí na kvalitě styčných povrchů. Pokud bychom chtěli ukázat, že když krabičku táhneme siloměrem po různých stěnách, a tedy třecí síla nezávisí na velikosti styčných ploch, zřejmě se nám tento pokus nezdaří, jelikož má krabička odlišné kvality povrchů. Tuto zákonitost ale můžeme demonstrovat pomocí několika krabiček (3-5) přivázaných za sebou („vláček") a pak postavených na sebe („sloupec"). Závislost třecí síly na přítlačné síle demonstrujeme pomocí různě zatížené krabičky.

10. Domino efekt
Řadu prázdných nebo plných krabiček postavíme na stojato jako kostky domina. Po udělení impulsu první z nich demonstrujeme předávání energie mezi krabičkami.

11. Moment setrvačnosti
Prázdnou nebo plnou krabičku propíchneme ve středech protějších stěn a nasadíme na špejli. Další stejné (tedy stejně hmotné) krabičky nasadíme do středů dvojice jiných protějších stěn. Krabičky na špejli zavěsíme ve vodorovné poloze na dvě niti obdobně jako Maxwellův setrvačník. Nitě namotáme do stejné výšky a zaráz obě krabičky spustíme po nitích dolů. Různá rychlost pohybu krabiček demonstruje význam momentu setrvačnosti rotujícího tělesa.

12. Lezoucí krabička
V protějších stěnách zásuvky prázdné krabičky propíchneme dvě dvojice otvorů. Jedna dvojice je blízko středu stěny, druhá dále. Otvory protáhneme nit tak, že vede pravým otvorem jedné stěny, dále pravým otvorem druhé stěny a přes držák stojanu se vrací opačným pořadím levými otvory. Za volné spodní konce niti střídavě taháme, čím že krabička pohybuje po dvojité niti nahoru. Její pohyb způsobuje různě velká třecí síla na jedné či druhé straně krabičky.

13. Krabička na niti
Ve středech protějších stěn zásuvek prázdné krabičky propíchneme otvory. V zásuvce vsadíme kolmo na tyto otvory mírně excentricky zápalku. Jeden konec niti zavěsíme na držák stojanu (nebo držíme nahoře v ruce) a druhý konec niti drží spodní ruka. Při povolené niti krabička sjíždí dolů po niti. Napneme-li nit, krabička se zastaví. Zastavení niti způsobuje třecí síla mezi nití a vzpříčenou zápalkou.

14. Tlak
Plnou krabičku postavíme na měkkou plastelínu a zatížíme ji závažím (např. 1 kg). Postupně zatěžujeme krabičku stejným závažím, ale pokládáme ji na různé stěny. Podle tlaku na stěnu krabičky se zaboří více či méně. Extrémně hluboké zaboření nastane při použití těla krabičky postavené stojatě.

15. Pevnost krabiček
Na několik plných krabiček na stojato položíme desku. Ta unese značnou zátěž, dokonce i lidské tělo.

16. Karteziánek
Průhlednou skleněnou láhev (0,5 l) úplně naplníme vodou. Na hladinu vody v hrdle láhve položíme hlavičku zápalky, kterou odřízneme ze zápalky s kouskem dřeva zápalky, který je přibližně stejně dlouhý jako hlavička zápalky. Můžeme použít i několik takových hlaviček. Láhev těsně uzavřeme korkovou zátkou nebo palcem. Po stlačení zátky (palce) se hlavička zápalky začne potápět, po uvolnění opět vynořovat. Chová se jako karteziánek. Průměrná hustota hlavičky se totiž při stlačení zvětší vodou natlačenou do vzduchových otvůrků ve dřevě. Po několika opakováních však vzduch ze dřeva unikne a hlavička se trvale potopí.

17. Povrchové napětí
Do čisté misky nalijeme vodu. Na hladinu položíme rovnoběžně dvě zápalky asi 1 cm od sebe. Mezi zápalky nasypeme špetku cukru – zápalky se přiblíží k sobě. Pokus zopakujeme s jinými zápalkami, mezi které kápneme tekuté mýdlo – zápalky se vzdálí. Alternativa pokusu je s použitím více zápalek uspořádaných do tvaru hvězdy apod.

18. Vzlínavost
Zápalku postavíme do obarvené kapaliny (inkoust apod.) ve zkumavce. Po chvíli se díky vzlínání obarví i neponořená část zápalky.

19. Vzlínavost ve zlomené zápalce
Opatrně zlomíme zápalku do tvaru V o úhlu asi 90 stupňů. Je nutné, aby části zápalky zůstaly spojeny vlákny dřeva. Zlomenou zápalku ponoříme místem zlomu do láhve úplně naplněné vodou. Vzlínáním vody do stlačených vláken dřeva dojde k částečnému zpětnému narovnání zlomené zápalky asi na 120 stupňů. Alternativou pokusu je položení zlomené zápalky v ležaté poloze na okraj malé skleničky. Na zlomenou zápalku pak položíme malou minci, která po navlhčení místa zlomu a částečném narovnání zápalky propadne do sklenice.

20. Vlnostroj
Bifilárně zavěsíme řadu prázdných krabiček měděnými nebo hliníkovými dráty na pás pletiva. Do krabiček vlepíme pecičkové magnety tak, aby se všechny krabičky navzájem v řadě odpuzovaly. Tak vznikne magnetický rázostroj a zároveň i vlnostroj na podélnou vlnu. Při vhodné frekvenci nuceného kmitání krajní krabičkou demonstrujeme i stojaté vlnění.

21. Provázkový telefon
Dvě prázdné zásuvky propíchneme ve středu dna. Otvory protáhneme provázek a uvnitř obou zásuvek upevníme např. pomocí uzlíku. Po napnutí provázku vytvoříme provázkový telefon.

22. Zpívající krabička I
Otvorem ve středu dna prázdné zásuvky provlékneme provázek (asi 30 cm) a upevníme jej např. pomocí uzlíku. Provázek potřeme kalafunou. Protahováním provázku mezi prsty rozechvějeme dno zásuvky, která tak začne vydávat zvuk.

23. Zpívající krabička II
Mezi tělo a dno zásuvky zavřené prázdné větší krabičky zasuneme delší jehlu, jejíž špička bude několik milimetrů vysunuta ven z krabičky. Krabičku uchopíme dvěma prsty a táhneme hrotem po povrchu s pravidelnou strukturou – např. po tkaném textilu. Chvějící se krabička bude vydávat zvuk. Jeho výška závisí na frekvenci nárazů hrotu na výstupky podložky.

24. Rezonance
Do těla prázdné větší krabičky prořízneme otvor, aby tak vznikla dutá rezonanční skříňka. Přes krabičku navlékneme gumičku. Na tuto gumičku brnkáme zápalkou a posloucháme rezonancí zesílený tón.

25. Nehořlavá zápalka
Zápalku uchopíme do kleští rychle vložíme hlavičkou do vnitřní „studené" části plamene plynového kahanu. Plamen zapálí dřevo, hlavička se nevznítí až od hořícího dřeva.

26. Zhášení zápalky I
Silně navlhčenými prsty (nejlépe palcem a ukazováčkem) krátce stiskneme hořící zápalku (pozorne při zapalování!). Diskutujeme o příčině bezpečného zhašení plamene.

27. Zhášení zápalky II
Zapálenou zápalku přikryjeme shora lékovkou (malou kádinkou). Zápalka z důvodu vyhoření kyslíku po chvilce zhasne.

28. Zápalná teplota dřeva
Na střed zápalky nasadíme kotouček z hliníkové fólie (alobalu). Zápalku zapálíme a necháme hořet. Dohoří jen ke kotoučku, který zabrání zahřátí druhé poloviny dřevěné zápalky na zápalnou teplotu.

29. Zápalka jako indikátor vysoké teploty
Zápalku můžeme použít pro indikaci vysoké teploty pevných látek (zahřátý kov nebo sklo) nebo vzduchu (ohniskový prostor lupy nebo dutého zrcadla zahřátý paprsky Slunce). Zápalka indikuje vysokou teplotu vzplanutím. Můžeme takto prozkoumat i teplotní pásma v plameni.

30. Tepelná izolace dřeva
Jednu ze dvou stejných nádobek polepíme hustě zápalkami. Do obou nádobek nalijeme stejně teplou vodu a ponoříme do nich stejné teploměry. Po několika minutách pozorujeme rychlejší pokles teploty vody v nepolepené nádobce. Dřevo zápalek je tepelným izolantem.

31. Elektrická síla
Prázdnou krabičku zavěsíme na nit. Přiblížíme se k ní třením nabitou plastovou tyč. Krabička se díky elektrické polarizaci přitáhne k nabité tyči.

32. Vodivost
Dva citlivé elektroskopy postavíme blízko vedle sebe, aby se jejich desky daly propojit zápalkou. Jeden z elektroskopů nabijeme. Na desky elektroskopů opatrně položíme zápalku. Protože dřevo není dobrý izolant, nabitý elektroskop se pomalu vybíjí a nabíjí tak druhý elektroskop. V druhé části pokusu opatrně spálíme zápalku tak, aby zuhelnatělá zůstala v celku. Velmi opatrně ji položíme na desky nabitého a nenabitého elektroskopu (pozor ať neodvedeme náboj prsty!). Pozorujeme rychlé přenášení náboje mezi elektroskopy. Uhlík je vodič.

33. Reostat
Krabičku naplníme grafitovými zrny (rozdrcené uhlíkové elektrody ze suchého galvanického článku) a vložíme plošné kontakty. Krabičku zapojíme do obvodu se žárovkou a plochou baterií. Zmáčkneme-li krabičku, snížíme odpor zrnek a žárovka se víc rozsvítí.

34. Tepelné účinky elektrického proudu
Odporový drát napneme mezi Holtzovy svorky. Uprostřed drátu z něj uděláme smyčku, do která zavěsíme za hlavičku zápalku. Při průchodu elektrického proudu drátem dojde ke vzplanutí zápalky.

35. Elektromagnet
Na tělo prázdné krabičky navineme cívku z měděného drátu. Do zásuvky vložíme kus měkkého železa jako jádro. Cívku napájíme z ploché baterie. Vzniklý elektromagnet přitahuje železné hřebíčky.

36. Elektromotor
Do prázdné velké krabičky vložíme ležatě monočlánek. Z měděného drátu vyrobíme dva držáky rotorku, které se dotýkají v krabičce pólů monočlánků a vyčnívají do vhodné výšky nad krabičku. Na koncích držáků vytvoříme smyčky, které mají funkci ložisek pro rotor. Rotor vyrobíme z malé prázdné krabičky, na kterou navineme několik závitů izolovaného drátu. Konce drátu odizolujeme a nasadíme do oček stojánků. Pod rotor na horní část velké krabičky položíme pecičkový magnet. Po udělení malého impulsu se rotor roztočí.

37. Magnetická síla
Do středů zásuvek dvou prázdných krabiček vlepíme pecičkové magnety. Krabičky bifilárně zavěsíme proti sobě na stojany. Při přiblížení krabiček demonstrujeme přitažlivou a odpudivou magnetickou sílu.

38. Magnetické pole
Do prázdné krabičky vložíme magnet. Vhodný je tyčový, který vyrobíme spojením několika pecičkových magnetů. Krabičku uzavřeme a posypeme ji železnými pilinami. Vznikne tak pilinový obrazec magnetických indukčních čar. Kvalitu obrazce zlepšíme poklepáním na krabičku.

39. Kompas
Dvěma zápalkami kolmo na středy propíchneme zmagnetovanou jehlu. Soustavu položíme na vodní hladinu. Zmagnetovaná jehla se natočí do severojižního směru.

40. Zrcátka na krabičce
Na tělo krabičky nalepíme rovinná zrcátka. Pomocí těchto zrcátek můžeme demonstrovat řadu jevů na odraz světla.

41. Dírková komora
Na jeden prázdný otvor těla větší krabičky nalepíme tuhý papír a na druhý pauzovací papír. Střed tuhého papíru propíchneme větší jehlou. Tak vznikne dírková komora, kterou můžeme zobrazit např. obraz hořící zápalky nebo svíčky.

42. Oční klam

Na tělo prázdné krabičky nalepíme z jedné strany papír s vodorovnou čárkou, z druhé se svislou. Na boční stěny zásuvky upevníme gumičky (provázky). Oběma rukama držíme krabičku vodorovně před sebou a pozorujeme vodorovnou nebo svislou čárku. Gumičku (provázek) otáčením krabičky zkroutíme. Poté gumičku (provázek) napneme. Krabička se roztočí a my díky setrvačnosti oka pozorujeme obraz kříže.

Zápalky a krabičky se mohou stát objektem řady fyzikálních i mezipředmětových projektů. Uvádíme názvy některých z nich:

Projekty:

I. Historie objevu a výroby zápalek

II. Jak zapálit oheň bez zápalky

III. Chemie zápalky

IV. Ekologie výroby a používání zápalek

V. Bezpečnost používání a skladování zápalek

VI. Modely krystalových mřížek ze zápalek

VII. Měření a odhady s krabičkou zápalek

VIII. Měření teploty, svítivosti a množství uvolněného tepla hořící zápalky

IX. Elektrotechnické součástky

X. Černá skříňka

Jak ukazovat (na) fyzikální pokusy

How To "Point" on Physical Experiments

„DrUk." Marek Veselý[29]

Abstract

The "talk" about progress of "pointing" technique completed by several examples of non-traditional pointers. All in genious mind of "Jára Cimrman".

1 Přednáška – historie a vývoj ukazování a ukazovací techniky

Milé kolegyně, milí kolegové.

Jsem zástupcem firmy, která se zabývá vývojem nových, progresivních ukazovátek. Firma se jmenuje Malík a Ukazovák. Její značka je vám jistě známá. Ještě mi dovolte osvětlit můj titul DrUk – to není, jak se mnozí domníváte doktor Univerzity Karlovy, ale doktor ukazovací techniky.

Před tím než vás seznámím s některými exempláři zcela ojedinělých ukazovátek mi dovolte krátkou, zato zcela suchou, fádní a nudnou přednášku o historii tohoto vědního oboru, o kterém se velmi málo ví. Troufám si říci, že vlastně nic.

Věda má spoustu oborů a v řadě z nich došlo k určité klasifikaci druhů. Vědec Linné to dělal s rostlinami, Darwin to dělal se zvířaty – dokonce se všemi živočišnými druhy, ale nikdo to nedělal s ukazovátky. Jsem průkopníkem.

Ukazování, to je vlastně způsob upozorňování na něco. Zprvu to bylo bez použití jakékoliv techniky. Úporný vědecký výzkum archeologických vykopávek přinesl ... abych se do toho nezamotal, prostě jsem došel k závěru, že nejdříve šlo o spontánní, posunkové ukazování s použitím těch nejprimitivnějších nástrojů, kterými byly některé – vybrané tělesné údy.

Ve výjimečných případech se dalo ukazovat pouze mimikou tváře, to když lovec měl plné ruce práce – nesl například ulovenou zvěř a takto ukazoval, kde zvíře ulovil. To ovšem není zdokumentováno nálezy, to je pouze vědecká hypotéza. Tu však stejně nikdo neověří ani nevyvrátí, a tak ji berte jako fakt. Stejně s tím nic jiného nemůžete dělat, že?

Posléze člověk přišel na to, že k ukazování se nejvíce hodí jedna část těla. Je to ta, která má tvar válce, nebo spíše mírného komolého kužele, jehož výška je větší než průměr podstavy. Nevím k jakým závěrům jste z mého popisu došli vy, ale věda zcela jednoznačně potvrdila, že je to ... ukazováček.

[29] Marek Veselý, Základní škola a Mateřská škola Kladno, Vodárenská 2115, 272 01 Kladno.
E-mail: vesely.marek@seznam.cz

Tady máme již archeologické artefakty. Nejvíce vztyčených ukazováků objevili archeologové v Pompejích, kde si obyvatelé ukazovali na blížící se lávu. Můj kolega naopak tvrdí, že to byl oblíznutý ukazováček vztyčený tak, aby Pompeňané věděli odkud vanou větry. Je to jeho názor, já mu ho neberu, ale zásadně s ním nesouhlasím, a jak vidím, tak vy také ne.

Ale ani vývoj ukazování ukazováčkem nebyl přímočarý, prošel určitými vývojovými stádii. Ukazovalo se malíčkem – v tom se shlédla doba rokoka se svým rokokovým malíčkem, který však v té době již ztratil funkci ukazovací. Ve starém Římě se zase ukazovalo palcem, jenže to je dost neohrabaný prst, kterým se dá ukazovat dobře dolů, nahoru, doleva, doprava, ale skoro vůbec dopředu. I vztyčený prostředníček má dnes již zcela jinou funkci – ukazuje – ale už zcela něco jiného. Bylo-li třeba ukázat na dvě věci, používali lidé ukazováček a malíček – dnes je to chráněná značka naší firmy Malík a Ukazovák.

Ukazování nohou jsme zatím nezdokumentovali, na tom se pracuje. Tolik tedy k epoše bez ukazovací techniky.

Jak vůbec došlo k tomu, že se v dalších dějinných etapách ukazuje předmětem? Kusem klacku či zvířecí kostí? V primitivním školství ukazoval zcela primitivní učitel např. kde má pes zuby. Jenže často se stávalo, že přišel u ukazováček, nebo posléze o všechny prsty a tak vzal do ruky hůl, nejdříve proto aby psa bil a potom aby s holí ukazoval. Tak se zrodilo první ukazovátko, zatím ještě nedokonalé, nešpičaté. Kosti se také neosvědčily – ukazovaly značně nepřesně a navíc některé časem zasmrádaly. Zde už tedy mluvíme o vývoji ukazovací techniky – je to raná doba kostní, po ní následuje období mladší a starší doby klackovité s meziobdobím sukovic. Přece jen malá odbočka – vývoj ukazovátek nebyl stejně rychlý ve částech naší zeměkoule, vezměme např. známou pohádku „Mrazík", ve které je patrné, že v Rusku byla ukazovátka – sukovice používána k něčemu jinému. Konkrétně v této pohádce se ještě setkáváme se zcela ojedinělým ukazovátkem, kterým byla berla mrazilka.

Vědecko-technická revoluce znamenala prudký vývoj, a to i v oblasti ukazovátek. Tak např. parní ukazovátko – nedochovalo se a přestalo se používat. Patrně proto, že nejdříve bylo nutné dobře zatopit pod kotlem. Byla to v té době horká novinka, natolik horká, že se nedala udržet v ruce. Ukazovátko navíc nebylo mobilní, tak se mu přiděla kolečka, jenže pro svou váhu se bořila, tak přidělali koleje – a když se podíváte na staré exempláře parních lokomotiv, jistě v nich uvidíte nám známý tvar válce, který je vyšší než má průměr. Jak je patrné, tak jenom mimoděk při vývoji nových ukazovátek došlo k objevu parní lokomotivy. Ale nejen té, vývoj šel dál – a když se podíváte na tento obrázek – čím vlastně prapůvodně byla taková raketa?

Nyní se podívejme do Ameriky doby předkolumbovské. Indiáni také vyvinuli svá vlastní ukazovátka. Když chtěl Indián ukázat do velké dálky, ukázal dlouhým, štíhlým klackem, jenže ten mu vyklouzl z ruky a mimoděk zabil tvora, na kterého původně ukazoval. Na světě byl

oštěp a potom se tudy ubírá vývoj přes luky, šípy a samostříly, také kuše a k moderním střelným zbraním, včetně laserového navádění. Opět ale potvrzuje naší hypotézu, že většina vynálezů byla vlastně objevena jen díky slepé uličce, do které lidstvo přišlo při vývoji ukazovátek. Jak vidíte, ukazovátko je motor lidské civilizace, zaslouží si pozornost a samostatný vědecký obor, pro který v současné době hledáme vhodný název.

Nyní bude následovat prezentace některých exemplářů.

2 Několik prototypů ukazovátek

Na přednášce bylo prezentováno celkem 9 různých druhů ukazovátek. Kvůli úspoře místa ve sborníku jsou zde uvedeny pouze dva prototypy.

Učitelé se často setkávají s tím, že pokud se otočí ke třídě zády, aby mohli v klidu ukázat na mapu, tabuli, apod., žáci nedávají pozor, či se baví, dělají na učitele nepěkné posunky, atd. Naše ukazovátko se zpětným zrcátkem tento nedostatek jednou provždy vyřeší. Je možné buď stát zády k žactvu a pozorovat je v zrcátku (obr. první), nebo stát čelem ke třídě a ukazovat dozadu na mapu či tabuli, které vidí v zrcátku (obr. druhý) – to chce ovšem určitý cvik.

Ukazovátko, které vidíte na prvním obrázku se na první pohled nijak neliší od ukazovátek klasických, ale detail druhého fota již prozradí více. Původně si tento druh objednali fakíři, ale posléze si k němu cestu našli i učitelé. Řada z nich jsou přímo trpitelé, kteří pro ovládnutí vzteku mačkají rukojeť s ostrými hřebíky. Najdou se však i sadisté (ale to snad proboha nejsou učitelé!), protože jeden z nich, kterému jsme ukazovátko prodali, nám napsal: „Konečně vím jaké to je, uhodit hřebíček na hlavičku."

Závěrem

Naše firma Malík a Ukazovák dostává denně tisíce děkovných dopisů. A to nejen z České republiky, ale i ze zahraničí. Jeden, který dokumentuje zcela netradiční použití ukazovátka, nám přišel z Ruska. Bylo u něj ještě připsáno něco, co by se do češtiny dalo přeložit jako: „Škoda rány, která padne vedle."

Děkuji Vám za pozornost, která byla přímo UKÁZKOVÁ.

Poznámky

1. Použité obrázky jsou staženy z různých internetových stránek.
2. Ukazovátka vyrobil: Mgr. Emil Červený[30]
3. Fotografie ukazovátek: Marek Veselý

[30] Mgr. Emil Červený, Základní škola a Mateřská škola Oty Pavla Buštěhrad, Tyršova 77, 273 43 Buštěhrad. E-mail: zs.bustehrad@seznam.cz

Pár věcí (nejen) z tábora 7

Simple Experiments (Not Only) from Student's Summer Camp 7

Peter Žilavý[31], *Jan Koupil*[32]

Abstract

The summer camp for secondary school students organized by Charles University is a great source of new ideas for physical experiments. This paper describes the realization of two of these ideas – a slit manipulated by a piezoelectric transducer and the micro-motion of a CD-ROM's reading head.

Úvod

Letní odborné soustředění pro mladé matematiky a fyziky pořádané Katedrou didaktiky fyziky na Matematicko-fyzikální fakultě UK má již více než desetiletou tradici. V letošním roce se konalo v termínu 2. – 16. července v Nekoři v Orlických horách.

Program tohoto soustředění je stavěn tak, aby účastníci získávali nové poznatky a dovednosti především vlastním přičiněním a ne pouze tak, že jsou jim sděleny někým jiným. Dopoledne a část odpoledne bylo obvykle věnováno matematice a fyzice. Typický den začínal „hodinou" matematiky následovanou „hodinou" fyziky. Nešlo ale o nějaké standardní vyučování. Každý účastník si mohl ze tří různých úrovní obou kurzů vybrat tu, která mu nejvíce vyhovovala jak náročností, tak svým obsahem. Výklad byl doplněn mnoha praktickými příklady, experimenty i zajímavostmi týkajícími se právě probíraného tématu. Podle zvolené úrovně si někteří účastníci prohloubili či utřídili vědomosti získané na střední škole nebo se naučili základy témat, která se probírají až na škole vysoké.

Kromě těchto dvou souvislých kurzů se navíc nepravidelně konaly přednášky lektorů – pozvaných odborníků, kteří na soustředění přijeli jen na pár dní popovídat o zajímavých věcech ze svého oboru. Díky ochotě těchto lidí jsme mohli vyslechnout přednášky o kvantové kryptografii, přehledovou přednášku o elementárních částicích a mnoho dalších.

Přednášky a kurzy zaplnily jen asi polovinu veškerého času určeného na odborný program. Již několik let tvoří základ odborného programu samostatně řešené projekty. Tyto projekty navazují na ústřední téma soustředění, kterým letos bylo: ***„Stanu se menším a ještě menším, až budu nejmenší na celém světě."*** Práce na projektech představuje jakousi miniaturizovanou variantu vědecké práce. Na začátku soustředění se účastníci dle svého zájmu rozdělili do malých skupinek (maximálně tříčlenných) a pod vedením vedoucího – konzultanta se každá skupina věnovala tématu zvolenému z předložené nabídky či dle vlastního návrhu. Uprostřed soustředění každá skupina v rámci předobhajoby krátce shrnula své dosavadní výsledky a očekávaný postup prací před odbornou komisí složenou z vedoucích projektů a lektorů. Vyvrcholením celého odborného programu byla závěrečná konference, na které každý tým prezentoval výsledky své práce před ostatními účastníky a obhajoval je před odbornou komisí.

[31] Peter Žilavý, RNDr., Ph.D., Univerzita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta, Katedra didaktiky fyziky, Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, E-mail: Peter.Zilavy@mff.cuni.cz

[32] Jan Koupil, Mgr., Univerzita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta, Katedra didaktiky fyziky, Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2, E-mail: Jan.Koupil@mff.cuni.cz

Projekty jsou velmi náročné na organizaci. Na soustředění je nutné přivézt nejen dostatečné množství nářadí a materiálu pro všechny skupiny, ale i měřící přístroje, počítače a prezentační techniku. Kromě materiálového zabezpečení jsou kladeny také velké nároky na konzultanty projektů, kteří musí být připraveni sledovat směr bádání určovaný účastníky. Na druhou stranu věříme, že tento způsob práce je pro účastníky (i vedoucí) nejen mnohem přínosnější, ale i zábavnější. Následující odstavec představuje dva z těchto projektů.

Projekty

Piezoelektricky ovládaná štěrbina (D. Tekverk, M. Pokorný, konzultant: P. Žilavý):

Původním cílem tohoto projektu bylo prozkoumat vlastnosti běžně dostupných piezoelektrických měničů používaných například v hračkách nebo hodinkách a navrhnout jejich použití v jednoduchých fyzikálních experimentech. Použití těchto měničů jako zdrojů zvuku ve školních fyzikálních experimentech popisuje např. článek [1]. Náš projekt je zaměřen na jejich použití při realizaci mikroskopického pohybu (posuvu).

Pro tento projekt byl konkrétně vybrán měnič o průměru 45mm (z nabídky GM Electronic), který je již pružně osazen v plastovém držáku (viz obr. 1). Základ měniče tvoří kruhová plechová destička, na které je přilepen piezoelektrický materiál s napařenou druhou elektrodou. Po připojení stejnosměrného napětí mezi tuto elektrodu a plechovou destičku dojde k vychýlení středu destičky. Tato výchylka je přitom úměrná připojenému napětí. Měnič využívá tzv. obrácený piezoelektrický jev, při kterém dochází po přiložení napětí mezi protější strany krystalů některých materiálů ke změně jejich podélného nebo příčného rozměru.

Obr. 1: Piezoelektricky ovládaná štěrbina

Úkolem první části projektu bylo zviditelnění této výchylky a proměření její závislosti na připojeném napětí. K plechové destičce měniče byl uprostřed připájen tenký tuhý drátek a takto připravený měnič byl pomocí kovového pásku uchycen k základové desce konstrukce tak, jako to ukazuje obr. 1. O druhý konec drátku se opírala kovová trubička (v místě dotyku opatřena prohlubní – viz obr. 2) s nasazeným laserovým modulem (lze použít například díl laserového ukazovátka). Trubička byla otočně uchycena k základové desce pomocí jehlových ložisek. Toto uchycení je tvořeno pružným plechem ohnutým do tvaru U a kovovou tyčkou (těsně procházející trubičkou) s ostrými hroty na koncích. Tyto hroty se opírají do důlčíkem vytvořených prohlubní v pružném plechu.

Samotné měření výchylky spočívalo v pozorování posuvu světelné stopy laserového paprsku na stěně vzdálené přibližně 23 metrů od osy otáčení trubičky v závislosti na velikosti a polaritě napětí přivedeného na měnič. Bylo použito napětí z regulovatelného zdroje v rozsahu ± 30 V. Pomocí jednoduchého výpočtu (z podobnosti trojúhelníků) bylo zjištěno, že při použití napětí pouze jedné polarity je výchylka středu destičky přímo úměrná tomuto napětí s koeficientem (0.79±0.08) μm/V (změna napětí o 1V způsobí posunutí středu destičky měniče přibližně o 0.79 μm). Hodnotě 0V na měniči přitom reprodukovatelně odpovídala stejná poloha stopy. Po změně polarity napětí a jeho následném zmenšování do nuly se však světelná stopa vrátila do jiné nulové polohy. Měnič má tedy jakousi hysterezi – existují dvě nulové polohy – pro každou polaritu připojeného napětí. Měnič se v obvodu stejnosměrného proudu chová jako kondenzátor, po odpojení od zdroje zůstává nabitý a střed destičky je vychýlený z nulové polohy. Po zkrato-vání vývodů (vybití měniče) se střed vrátí zpět.

Obr. 2: Měření výchylky středu piezoměniče

Při použití běžného regulovatelného zdroje napětí 0 V až 30 V umožňuje uvedená (změřená) mechanická citlivost měniče 0.79μm/V realizaci jednoduchého mikroposuvu pracujícího v rozsahu délek odpovídajících vlnové délce viditelného světla. Takový mikroposuv je pak možno elegantně využít v experimentech z vlnové optiky – například ke studiu parametrů interferenčního obrazce při ohybu laserového paprsku na štěrbině.

Pro tento ohybový experiment jsme původní konstrukci z obr. 2 doplnili o držák laserového modulu a pevné části štěrbiny (polovina žiletky) a na drátek připájený k piezoměniči jsme nasunuli dřevěný kvádřík s nalepenou druhou částí štěrbiny tak, jak to ukazuje obr. 1. Držák je uchycen k základové desce pomocí čtyř závitových tyček, které současně umožňují prvotní nastavení štěrbiny. Po tomto nastavení se její rozměr mění pouze napětím přivedeným na měnič. Stínítko (papír) jsme umístili přibližně 25 cm od štěrbiny. Pozorování ukázala (dle očekávání), že rozestupy interferenčních maxim se zvětšují se zmenšujícím se rozměrem štěrbiny.

Obr. 3: Díly čtecí hlavičky mechaniky CD ROM

Uvedená konstrukce piezoelektricky ovládané štěrbiny nalezne také uplatnění (podobně jako tomu bylo i u dříve publikovaného modelu elektroměru [2]) ve fyzikálním praktiku. Kalibrovaná jednoduše nastavitelná štěrbina umožňuje ověření vztahu pro šířku hlavního (nultého) interferenčního maxima, který se odvozuje v základním kursech fyziky na vysoké škole.

Mikroposuv z vyřazené mechaniky CD ROM (Josef Zajac, konzultant: Z. Polák)

Obr. 4: Mikroposuv ze čtecí hlavičky CD ROM

Alternativní způsob realizace mikroposuvu představuje využití části čtecí hlavičky z vyřazené počítačové mechaniky CD ROM (viz obr. 3). Tato soustava pevného permanentního magnetu a pružně uchycených vertikálních a horizontálních cívek mechanicky pevně spojených s malou čočkou slouží v mechanice CD ROM k zaostření laserového paprsku na CD disk a (pomocí elektronické zpětné vazby) ke stranovému vedení laserového paprsku ve stopě disku. Pomocí vhodných proudů vertikálními cívkami a horizontální cívkou lze tedy nezávisle pohybovat čočkou (nebo něčím dalším, co je s čočkou mechanicky spojeno) ve dvou navzájem kolmých směrech. Měřením pod mikroskopem bylo zjištěno, že závislost výchylky čočky na proudu cívkou je v obou směrech přibližně lineární. Ve svislém směru odpovídá změně proudu 1mA změna výchylky přibližně 50 μm, celkový rozsah posuvu je ±500 μm. Ve vodorovném směru odpovídá změně proudu 1mA změna výchylky přibližně 25 μm, celkový rozsah posuvu je ±250 μm. Rozsah tohoto mikroposuvu tedy řádově navazuje na rozsah mikroposuvu s piezoelektrickým měničem, lze jej však mechanicky zatížit podstatně méně.

Mikroposuv byl doplněn o páku s nalepeným malým zrcátkem (viz obr. 4). Zrcátko bylo osvětleno laserovým ukazovátkem a stopa odraženého paprsku promítnuta na stěnu místnosti. Po připojení vhodných harmonických signálů z generátoru nízkých frekvencí (kvůli setrvačnosti páky maximálně do 20 Hz) k cívkám mikroposuvu jsme pak mohli pozorovat na stěně Lissajousovy obrazce.

Mezi další projekty realizované na letním soustředění v Nekoři patřily: Přesné měření délek (konstrukce mikrometru a hloubkoměru s laserovým ukazatelem), Deformace Becherovy láhve (měření deformace Becherovy láhve při definovaných podmínkách), Nanoproudy (ionizace vzduchu, měření vodivosti různých materiálů), Radioaktivita (přirozené pozadí, smolinec, pokusy se školní rentgenkou), Mikroskop (jednoduchá konstrukce mikroskopu ze dvou čoček), 3D Scanner (vytvoření počítačového obrazu trojrozměrného tělesa pomocí laserového paprsku) atd.

Literatura:

1. LEPIL, O. Pokusy s piezoměničem, *Veletrh nápadů učitelů fyziky 1 – sborník z konference*, UK Praha, 1996
2. ŽILAVÝ, P., TEKVERK, D. Fyzikální experimenty nejen z letního tábora, *Veletrh nápadů učitelů fyziky 8 – sborník z konference*, JČU České Budějovice, 2003