
UNIVERZITA KARLOVA

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA

Katedra didaktiky fyziky MFF

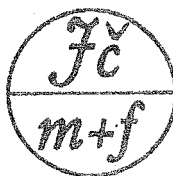
Katedra obecné fyziky FPE

VELETRH NÁPADŮ UČITELŮ FYZIKY

sborník z konference



ZÁPADOČESKÁ
UNIVERZITA



Praha 1996

Obsah

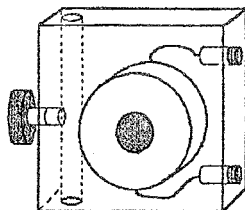
Lepil: Pokusy s piezoměněním	1
Novobilská: Mechanické vlastnosti kapalin a plynů demonstrováné pomocí improvizovaných prostředků – plastových láhví	5
Kušnerová: Školský pokus jako rekonstrukce fyzikálního historického experimentu	10
Hrdý: Tři školské pokusy	16
Rauner: Několik demonstračních pokusů z magnetismu	20
Bednařík: Odhad reakční doby z volného pádu	25
Novotný, Špulák: Experimenty se „Vzduchovou dráhou“ připojenou na PC	26
Stach, Šerý: Rotační energie a okamžitá rychlost na vozíkové dráze	30
Trna: Několik pokusů	33
Černá: Rozklad světla vodním hranolem	38
Bdinková, Šimečková, Bobek: Hrajeme si s fyzikou	39
Nováková: Využití hračky „jeřáb“ při zavádění pojmů: práce, výkon, energie	50
Patč: Dva školské pokusy	51
Pelcová: Bernoulliho rovnice	53
Ondrušek: Kouzelný hřebec	54
Duhajský: Vzlaková síla a chování těles v kapalině	57
Hejný: Jednoduchá buzola	58
Lánský: Odsíťovací síla	59
Votruba: Fyzika na špičce jehly	60
Macek, Macková: Hydraulický lis – louskáček na ořechy	61
Miosgová: Hustota kapalin	64
Kluiber, Hudec, Němec: Oscilátor se slanou vodou: ukázka oscilací s rostoucí amplitudou	65
Slabá: Spadnou současně?	67
Cvachová: Vnitřní energie – pohyb částic v látce	68
Hofrichter: Měření doby dozvuku ve školní třídě	69
Slabý: Magnetické kleště	73
Šmíd: Kartotéka videopokusů, magnetická hystereze	74
Mařík: Vznik točivého magnetického pole a jeho působení na magnetku	75
Podlahová: Laboratorní práce: Určení povrchového napětí vody pomocí objemu jedné kapky.	76
Vojkůvková: Několik jednoduchých pokusů s ekologickou tematikou	77
Kašířilová: Co je těžší?	79
Zahrádka: Harmonické kmity (demonstrace na počítači ve FAMULU a pomocí ISESPRO)	80
Bezdek, Suk: Model heliostatu	85
Týr: Periodická soustava prvků z hlediska mezipředmětových vztahů fyziky a chemie	86
Baník, Baník: Elektromotor tentokrát absolutně jednoduchý	88
Rakovská, Gál: Je volný povrch vody pružný aj zdola?	91
Koubek, Pecan, Horňanský: Kmitání magnetky v homogenním magnetickém poli	92
Belluš: Vodič s proudem v magnetickém poli. Jednoduchý „elektromotor“	95
Elbanowska: Doświadczenia z fizyki dla dzieci najmłodszych	96
Tabaszewski: Pole magnetyczne wokół przewodnika, przez który płynie prąd. Indukcja elektromagnetyczna.	98

Trzebiński: Zestaw do demonstracji prawa Pascala i innych zjawisk hydrostatycznych.....	100
Miliński: Zjawiska cieplne i nie tylko w doświadczeniach.....	107
Turło, Wrzeszcz, Turło, Karbowicki: Absorpcja promieniowania ultrafioletowego (UV) w różnych materiałach.....	116
Caletka: Dwa pokusy.....	119
Hondek: Paramagnetyka a diamagnetyka w szkolnym pokusy.....	121
Rojko: Pokusy z gazy.....	124
Svoboda: Pokusy z prostymi narzędziami.....	129
Svoboda: Kilka nietradycyjnych pokus z półprzewodzącymi materiałami.....	133
Mandtková: Dwa pokusy.....	135
Čížková, Zimberg: Stirlingův stroj.....	137
Toplanová: Škola hra a hra školou.....	140
Brockmayerová-Fendlová, Drozd: Pokusy z vejci.....	144
Chlasy na Veletrh nápadů učitelů fyziky.....	150
Seznam účastníků.....	155

Pokusy s piezoměničem

Oldřich Lepil

Rozvoj elektroniky a nových materiálů přináší řadu netradičních součástek, které můžeme využít při demonstračních i žákovských pokusech ve škole. Takovou součástí je i samovybuzovací piezoměnič, který je již při malém stejnosměrném napájecím napětí (od 1,5 V) zdrojem intenzivního zvuku o frekvenci 3 kHz až 5 kHz (podle typu). Konstrukčně je piezoměnič zabudován do válcového pouzdra z plastického materiálu o průměru 30 mm a lze ho snadno pomocí šroubů, popř. nalepením namontovat na vhodný držák. Pro dále uvedené pokusy byl použit piezoměnič typu SK 900 53, jehož prodejní cena je cca 60 Kč. Namontován byl na destičku z umaplexu tloušťky 10 mm, opatřenou zdířkami pro připojení piezoměniče do elektrického obvodu. V destičce byl provrtán podélně otvor, který usnadňuje upevnění piezoměniče na stativu v potřebné výšce nad demonstračním stolem (obr. 1).



obr. 1

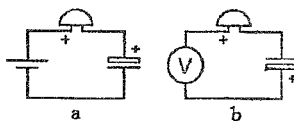
Ve školní experimentální technice najde piezoměnič použití všude tam, kde potřebujeme kvalitativně indikovat malé proudy v elektrických obvodech, které ještě nepostačují k tomu, aby se jimi rozžhavilo vlákno žárovky. A poněvadž jde o zvukovou indikaci, je samozřejmé, že piezoměnič najde uplatnění i v učivu akustiky.

Z řady pokusů s piezoměničem uvedeme tři typické příklady pokusů s kondenzátorem, s polovodičovými součástkami a se zvukovým vlněním.

1. Pokusy s kondenzátorem

Piezoměnič je velmi vhodnou pomůckou pro demonstraci vlastností kondenzátoru jednak v obvodu stejnosměrného proudu, jednak v obvodu střídavého proudu.

Pro demonstraci kondenzátoru v obvodu stejnosměrného proudu využijeme dobře dostupné elektrolytické kondenzátory o velké kapacitě řádově $10^3 \mu\text{F}$. Jestliže takový obvod zapojíme podle obr. 2a např. k baterii 4,5 V, slyšíme po dobu řádově sekundy zvuk měniče, který postupně slábne, až zanikne. Příčinou tohoto efektu je nabíjecí proud, který se exponenciálně zmenšuje, a po nabití kondenzátoru



obr. 2

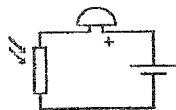
již proud obvodem neprochází. Děj několikrát opakujeme zkratováním kondenzátoru a když zkratování periodicky opakujeme, slyšíme zvuk měniče nepřetržitě. To ilustruje funkci filtračního kondenzátoru v usměrňovači. Ukážeme také vybíjení kondenzátoru podle obr. 2b (musíme zaměnit polaritu přívodů k měniči). Je vhodné doplnit obvod ampérmetrem a sledovat průběh změn proudu v obvodu.

Stejným postupem demonstrujeme děje v obvodu střídavého proudu, v tomto případě využijeme možnosti vybudit piezoměnič také malým střídavým napětím (1 V) např. z tónového generátoru. Místo elektrolytického kondenzátoru ovšem použijeme kondenzátor svitkový s podstatně menší kapacitou (řádově 0,1 μF). Po připojení do obvodu stejnosměrného proudu se zvuk měniče neozve, ale v obvodu střídavého proudu o frekvenci blízké frekvenci jeho vlastního kmitání (3 kHz) slyšíme zvuk stejně jak v obvodu s kondenzátorem, tak v případě, že kondenzátor přemostíme vodičem. Tím dokazujeme malou kapacitanci kondenzátoru v obvodu střídavého proudu.

2. Pokusy s polovodiči

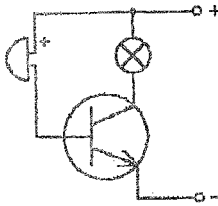
Při demonstraci vlastností polovodičových součástek použijeme piezoměnič jako indikátor proudu.

Velmi jednoduchá a působivá je demonstrace vlastností fotorezistoru podle obr. 3. Po zapojení obvodu slyšíme při nezakrytém fotorezistoru zvuk měniče. Jestliže fotorezistor překryjeme rukou, nebo lépe malou papírovou krabičkou, měnič přestane kmitat. To dokazuje, že ve tmě má fotorezistor mnohem větší odpor než při osvětlení.



obr. 3

Stejným způsobem můžeme také indikovat proud procházející polovodičovou diodou. Vzhledem k tomu, že vlastní odpor měniče je přibližně 1 k Ω , není třeba zařazovat do obvodu diody další rezistor, který by omezil proud v propustném směru.



obr. 4

Pro demonstraci funkce tranzistoru je vhodné použít výkonový tranzistor (např. KC11), jehož kolektorový proud může být řádově až 0,1 A, takže jako indikátor kolektorového proudu použijeme žárovku do kapesní svítilny. Při demonstraci nejprve ukážeme, že v sériovém spojení piezoměniče s žárovkou se vlákno žárovky nerozsvítí. Pak zapojíme piezoměnič do obvodu báze (obr. 4) a žárovku do kolektorového obvodu. Po připojení obvodu báze slyšíme současně zvuk a zářící žárovka dokazuje zesilovací funkci tranzistoru.

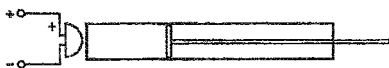
3. Pokusy z akustiky

Pro pokusy z akustiky potřebujeme především zjistit frekvenci zvuku piezoměniče, což samo o sobě představuje zajímavou úlohu pro žáky. Opomeneme-li přímé měření frekvence např. pomocí některého dostupného počítačového systému (IP Coach, ADDA Junior aj., viz např. [1]), nabízejí se v podstatě dvě možnosti.

První možnost představuje metoda nulových záznějů, pro kterou potřebujeme tónový generátor, k jehož výstupu připojíme malý reproduktor, nebo ještě lépe další piezoměnič. Zatím co piezoměnič připojený ke zdroji stejnosměrného napětí kmitá s vlastní frekvencí, piezoměnič připojený k výstupu tónového generátoru kmitá s nastavenou frekvencí. Jestliže se tato frekvence přiblíží k vlastní frekvenci prvního měniče, slyšíme zřetelné rázy a nastavením frekvence tak, aby frekvence rázů byla co nejnižší, popř. aby zanikla, zjistíme frekvenci vlastního kmitání piezoměniče.

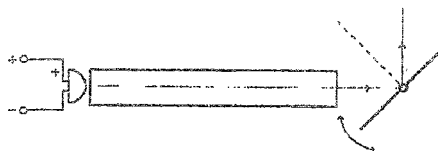
Pokus je současně demonstraací rezonance. Pokud bychom k předcházejícímu experimentu použili reproduktor, bude intenzita zvuku při všech frekvencích přibližně stejná (s ohledem na proměnnou citlivost ucha). Jestliže použijeme piezoměnič, je zvuk nuceného kmitání poměrně slabý, v okolí vlastní frekvence piezoměniče se však výrazně zesílí a nastavením frekvence na hodnotu, při níž je intenzita zvuku maximální, zjistíme přibližnou hodnotu vlastní frekvence piezoměniče.

Druhý typický postup je založen na vybuzení stojatého vlnění v rezonátoru. Tento postup můžeme využít k měření frekvence na základě znalosti rychlosti zvuku, nebo naopak k měření rychlosti zvuku při známé frekvenci piezoměniče. Jako rezonátor použijeme např. trubku z PVC délky cca 0,5 m (viz [1]). Piezoměnič umístíme před ústím jednoho konce trubky a z druhé strany zasuneme do trubky kotouč z umaplexu jako píst (obr. 5). Píst je opatřen táhlem v podobě dostatečně dlouhé tyče, aby na ni bylo možné vyznačovat polohu pístu. Při měření píst nastavíme na začátek rezonátoru a vyhledáme polohu, při níž nastane rezonanční zesílení zvuku. Pak píst zvolna přesouváme k opačnému konci a podle opakujících se rezonancí určíme počet n půlvln stojatého vlnění připadajících na vzdálenost l mezi počáteční a konečnou polohou pístu. Ze vztahu $\frac{2l}{n} = \frac{v}{f}$, kde v je rychlost zvuku a f je jeho frekvence, určíme při známé rychlosti zvuku frekvenci a naopak při známé frekvenci rychlost zvuku.



obr. 5

Effekty spojené se superpozicí postupného a odraženého vlnění můžeme demonstrovat i bez rezonátoru. Stojaté vlny registrujeme již při odrazech zvuku s poměrně vysokou frekvencí od stěn učebny. Lépe je však ukázat tak, že před piezoměněčem pohybujeme rozměrnější deskou. Při přemísťování desky zřetelně slyšíme periodické zesilování a zeslabování zvuku.



obr. 6

Trubku z PVC použijeme také pro demonstraci platnosti zákona odrazu pro zvukové vlnění. Uspořádání pokusu je patrné z obr. 6. Piezoměnič umístíme na okraji trubky, jejíž opačný otevřený konec míří na rozměrnou desku (např. $0,5 \times 0,5$ metru). Deskou otáčíme a ve směru kolmém k ose trubky indikujeme odražený zvuk. V nejjednodušším případě odražený zvuk indikujeme sluchem. Aby indikace nebyla rušena interferenčními efekty, provádíme indikaci jen jedním uchem přivraceným směrem k desce. Sledujeme intenzitu odraženého zvuku a po nastavení desky do polohy, při níž má odražený zvuk největší intenzitu, ověříme např. pomocí pravoúhlého rovnoramenného trojúhelníku platnost zákona odrazu.

Literatura

1. Lepil, O.: *Demonstrujeme kmity netradičně*, Prometheus, Praha 1996.

Mechanické vlastnosti kapalin a plynů demonstrované pomocí improvizovaných prostředků – plastových láhví

Věra Novobilská

1. Ověření Pascalova zákona

Potřeby: plastová láhev (1,5 l průhledná) s uzávěrem, opatřená otvory

Příprava a provedení: V horní části láhve vytvoříme horkým hřebíkem o průměru cca 2 mm dvě řady otvorů. Láhev nejprve naplníme vodou pod otvory, potom ji uzavřeme a překllopíme. Po mírném zmáčknutí stěn láhve vystřikuje voda do všech směrů.

Vysvětlení: Pascalův zákon.



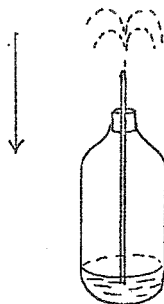
2. Stlačitelnost vzduchu

Potřeby: plastová průhledná láhev 1,5 l, gumová zátka, skleněná trubička

Příprava a provedení: V gumové zátce vyvrtáme otvor korkovrtem o vhodném průměru, aby skleněná trubička, o něco delší než je výška láhve, nahoře v plameni zúžená a otavená, v otvoru dobře těsnila. Trubičkou ponořenou pod hladinu vody nafoukáme do láhve vzduch. Když přestaneme foukat, začne voda tryskat z láhve v podobě fontány.



Vysvětlení: Stlačený vzduch působí zvýšeným tlakem na hladinu a vtlačí vodu do trubice.



3. Ověření stavu beztlíže

Potřeby: viz pokus č. 2

Příprava a provedení: Navazuje na pokus č. 2 – v okamžiku, kdy v předchozím pokusu voda právě přestane stříkat, necháme láhev volně padat.

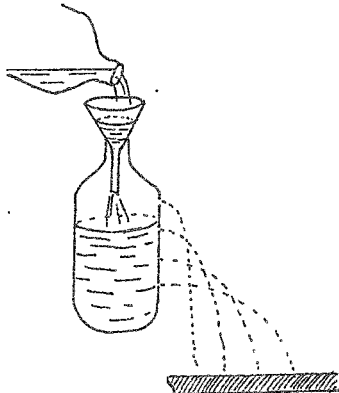
Během pádu pozorujeme opět tryskající fontánu. (Pokus je třeba provádět velmi opatrně, aby se skleněná trubička nezlomila.)

Vysvětlení: Rovnováha tlaku vzduchu uzavřeného v láhvi a hydrostatického tlaku vody je při volném pádu narušena. Hydrostatický tlak je roven nule, a proto vzduch vtlačí vodu do trubice.

4. Závislost hydrostatického tlaku na hloubce

Potřeby: plastová láhev (průhledná, 1,5 l), stojan (nejlépe s regulovatelnou výškou na způsob heveru), nálevka, fotomiska, větší nádoba (další plastová láhev)

Příprava a provedení: Do láhve vypálíme otvory horkým kovovým předmětem tak, aby jejich vzájemné vzdálenosti byly stejné a aby otvory ležely v přímce nad sebou. Láhev vyvýšíme a vodu necháme stříkat do fotomisky. Pozorujeme, jak s rostoucí hloubkou roste délka dostřiku.

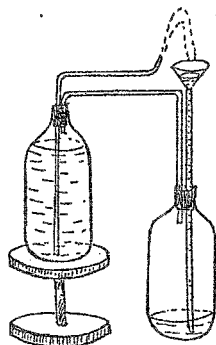


Vysvětlení: $v = 2 \cdot h \cdot g$

5. Pascalova kouzelná fontána

Potřeby: 2 plastové láhve, 2 gumové zátky, 5 skleněných trubiček ($3 \times$ asi 10 cm – jednu z nich na konci zúžit do trysky, $2 \times$ asi 30 cm, skleněná nálevka, gumová hadička (celková délka asi 1,5 m) na spojování skleněných trubic, dva stojany s úchytnými držáky, jeden stojan s měřitelnou výškou (hever), kádinka.

Příprava a provedení: vodou naplněná láhev s tryskou musí být umístěna aspoň o 20 cm výše než druhá láhev s nálevkou. Vyšší láhev je naplněna těsně pod ústí spojovací trubice. Po důkladném přezkoušení těsnosti všech spojů začneme do nálevky nalévat vodu tak dlouho, až je asi



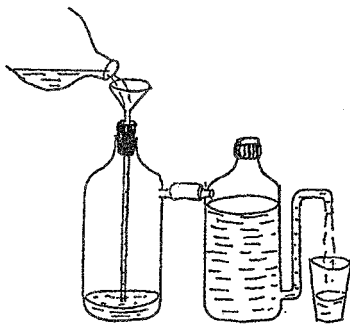
z poloviny naplněna. Z dýzy vytryskne pramen vody, kterou necháme vtékat do nálevky spodní nádoby. Při dokonalém těsnění všech spojů jsou množství vody vtekly a vytekly z nálevky stejná a hladina vody v nálevce se proto nemění. Tento děj probíhá tak dlouho, dokud se nevyprázdní horní láhev. Při vnitřním průměru trysky kolem 1 mm bude voda tryskat asi 12 minut.

Vysvětlení: stoupající hladina vody v pravé nádobě zvyšuje tlak vzduchu v pravé, a tím i v propojené levé láhvi. To má za následek vtlačování vody do trubice v levé láhvi a vznik fontány.

6. Přeměna vody na víno

Potřeby: dvě pevnější plastové láhve (od octa), 1 uzávěr, 1 gumová zátka, 1 skleněná trubička rovná, 1 skleněná trubička třikrát ohnutá do pravého úhlu, 1 skleněná trubička krátká, 1 skleněná trubička dlouhá, skleněná nálevka (stejně tloušťky jako trubičky), 2 stejné menší kádinky, gumová hadička

Příprava a provedení: Provrtanou gumovou zátku pevně nasadíme na skleněnou trubičku, která zasahuje téměř ke dnu láhve a na horní část nasadíme pomocí vhodné hadičky nálevku. Do obou láhví vypálíme ve stejné výši stejně velké kruhové otvory (korkovrtem) a těsně vtlačíme gumové hadičky, které navzájem propojíme skleněnou trubičkou. Provedení pokusu je patrné z obrázku. Celý úspěch tkví v dokonalém těsnění všech spojů. Druhou láhev (s výpustí) naplníme až těsně pod horní přítokový otvor obarvenou vodou („vínem“) a uzavřeme uzávěrem. Vše šikovně ukryjeme kartonem, aby byla vidět pouze nálevka a výtoková trubice. Když nyní nalejeme do nálevky čistou vodu, vyteče na druhém konci stejné množství obarvené vody („vína“).

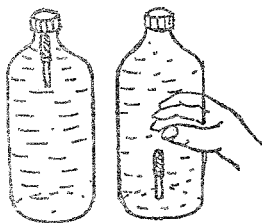


Vysvětlení: Přiléváním vody do první láhve se zmenšuje objem vzduchu a roste tlak. Ten vytlačuje vodu ze sousední láhve.

7. Karteziánský potápěč

Potřeby: plastová láhev s uzávěrem (1,5 l průhledná), oční kapátko

Příprava a provedení: Plastovou láhev zcela naplníme vodou a uzavřeme. Jako karteziánský potápěč (tzv. „karteziánek“) se dobře hodí oční kapátko naplněné vodou se vzduchovou bublinou. (Karteziánek musí být naplněn vodou tak, aby ještě plaval na hladině.) Při zmáčknutí stěn láhve se karteziánek potopí, při povolení tlaku opět vystoupí nahoru.

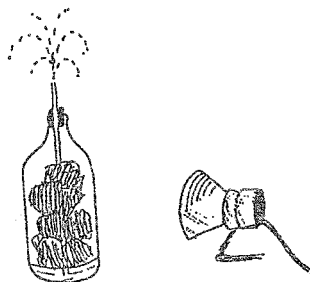


Vysvětlení: Příčina tkví v nestlačitelnosti vody a stlačitelnosti vzduchu. Tlak na stěny láhve je přenášen vodou a způsobí vniknutí vody do kapátka, které se tím stane těžší a začne klesat.

8. Heronova sluneční fontána

Potřeby: 2 plastové láhve s provrtanými gumovými zátkami, 2 skleněné trubičky ohnuté do pravého úhlu a na konci zúžené, bílý a černý papír, tepelný zdroj (horské sluníčko)

Příprava a provedení: Do láhve nalijeme asi 2 cm vody, nastrkáme 2 až 3 kopírovací papíry. Láhev uzavřeme zátkou, kterou prochází zahnutá trubička, která dosahuje téměř ke dnu láhve. Láhev umístíme do vzdálenosti 25 cm až 50 cm před zdroj infračerveného záření. Po krátké chvíli začne z trysky vystřikovat voda. Pro srovnání je dobré pokus zopakovat ještě jednou se dvěma láhvemi – jednou s kopírovacím papírem a druhou bez něho, příp. s bílým papírem.



9. Výtoková rychlost

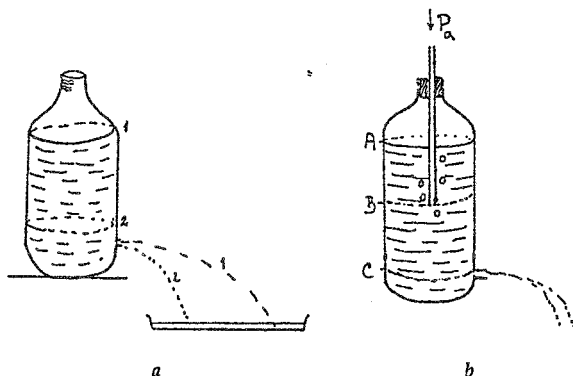
Potřeby: plastová láhev (1,5 l, průhledná), provrtaná zátká, skleněná trubička, fotomiska, laboratorní stolec jako stojan

a) rychlost klesá

Příprava a provedení: Asi 3 cm nade dnem vypálíme do stěny nádoby otvor o průměru cca 5 mm. Z vyvýšené láhve necháme vytékat vodu do fotomisky a pozorujeme, jak se dostřik zkracuje s klesající hladinou.

b) rychlost je konstantní

Příprava a provedení: Zhotovíme tzv. „Mariottovu láhev“: je to uzátkovaná láhev, do níž je vzduchotěsně nasazena na obou koncích otevřená trubička, kterou může vzduch bublat do vody. Je-li spodní otvor této trubice ve výšce h nad výtokovým otvorem, pak je v tomto místě stále vnější atmosférický tlak a vytékající kapalina má podle Torricelliho vzorce stálou rychlost $v = 2 \cdot h \cdot g$, pokud je trubice pod hladinou kapaliny.



Vysvětlení: Trubice přenáší stálý atmosférický tlak z horní hladiny kapaliny pod ní. Odtéká-li při bublání kapalina z láhve, svědčí to o tom, že tlak vnějšího vzduchu sahajícího až k hladině B se vyrovnává s vnitřním tlakem v téže hladině, který je roven součtu tlaku zředěného vzduchu v láhvi a hydrostatického tlaku kapaliny v hloubce B. Výtoková rychlost je tedy dána přetlakem určeným výškou h (vzdáleností hladin B a C). Protože se tato výška nemění, nemění se také výtoková rychlost, pokud všechna kapalina obsažená mezi hladinami A a B nevyteče a hladina B nezačne klesat.

Poznámka: u všech pokusů závisí úspěch na dokonalém těsnění všech spojů.

Školský pokus jako rekonstrukce fyzikálního historického experimentu

Milena Kušnerová

Vysvětlení podstaty jevů souboru pokusů

„Velmi zajímavý a zvláštní případ rezonance můžete pozorovat, zhotovíte-li si následující zařízení. Natáhnete vodorovně nit a zavěste na ni tři kyvadla, z nichž dvě jsou kratší, avšak stejně dlouhá, a jedno delší. Nyní vychyľte a pusťte jedno z kratších kyvadel. Po několika sekundách uvidíte, jak druhé stejně dlouhé kyvadlo začne kmitat. Jeho amplituda se stále zvětšuje, takže za chvíli již není možno poznat, které z kyvadel začalo pohyb jako prvé. Oč zde jde? Kyvadla stejné délky mají stejnou periodu vlastních kmitů, prvé kyvadlo tedy rozkmitá druhé a posléze se kmity přenášejí od jednoho kyvadla na druhé nitě, která je spojuje. Na niti ovšem visí ještě jedno kyvadlo odlišné délky. Co se s ním bude dít? S tímto kyvadlem se nestane nic, jeho perioda je jiná, a proto je kratší kyvadlo nerozkmitá. Třetí kyvadlo se podílí na „přelévání“ energie z jednoho kyvadla na druhé, ale samotného pohybu se vůbec nezúčastní.“ [1]

Když si pokus v duchu uvedené citace skutečně provedeme (tyč upevněnou ve vodorovné poloze a tři závažíčka na provázcích si může doma improvizovat každé malé dítě), zjistíme, že se i se třetím kyvadlem cosi děje. A právě o ono „cosi“ je pokus ještě zajímavější a zvláštnější.

Legendární autoři byli totiž natolik zacílení na pozorování rezonančního jevu (či vstřížnější jeho „nastartování“), kdy je u dvou matematických kyvadel srovnatelných, popř. dokonce stejných vlastních úhlových frekvencí rezonance přesvědčivě pozorovatelná, že kmity třetího spřaženého (vázaného) kyvadla s výrazně odlišnou vlastní úhlovou frekvencí možná podcenili fyzikálně – neúmyslně (přesně důsledný recept na uspořádání experimentu totiž chybí), možná přehlédli metodicky – záměrně, rozhodně však jevově zanedbali. Proč je nechceme zanedbat my?

Spřažené (vázané) kmity jsou důležitým mostem pro pochopení souvislostí mezi jevy kmitání a vlnění. Existují historické pokusy, které můžeme právem nazvat mosty spojujícími původně oddělené se vyvíjející obory fyziky. Např. Ørstedův pokus jako významný mezník společného výzkumu elektrického a magnetického pole atd... Či jméno nese asi zrovna náš pokus se spřaženými (vázanými) oscilátory není zřejmě tak jednoznačné, nicméně nahlédnout do dějin fyziky a zmínit se o tom svým žákům (studentům), lze pokládat za užitečný moment, zpěstřující a obohacující běžnou výuku. S nejvyšší pravděpodobností jméno Newtonovo, tedy alespoň podle mého názoru. „Newtonova metoda spočívala v tom, že zovšeobecněním experimentálních faktů dospěl k malému počtu postulátů nebo axiom, ako ich sám nazýval. Z nich mali deduktívne vyplýnúť všetky fyzikálne zákony...“ [2]

Zákon zachování celkové mechanické energie studoval ve svých Rozpravách sice už Galilei, a to pomocí kmitů matematického kyvadla, nicméně až Newton ve své druhé knize Matematických principů přírodní filozofie zákony pohybu matematického kyvadla zpřesnil, nu a ve své třetí knize jako první řešil a formuloval zákon akce

a reakce (na rozdíl např. od Hooke nejen experimentálně, ale i matematicky), takže bylo možné přejít od dynamiky jediného tělesa k dynamice soustavy těles. Bez pochopení podstaty vzájemného silového působení a zákona zachování hybnosti a zákona zachování energie (od translačního přes rotační až po kmitavý pohyb) není cesty k pochopení buzených (vynucených) kmitů a poté i k pochopení jejich speciálního případu rezonance. Kde je problém? S tvrzením, že Newtonovo jablko, padající volným pádem, je přitahováno k Zemi, souhlasí všichni žáci (studenti), avšak s tvrzením, že i jablko přitahuje Zemi, souhlasí poněkud rozpačitě. Odpoví nám, že moc pěkné jablko může mít sice i čtvrt kila, ale zeměkoule má cca $6 \cdot 10^{24}$ kg. Tak jaképak vzájemné silové působení? Podobné dilema nastává i v našem diskutovaném případě, kdy při výkladu vynucených (buzených) kmitů ovlivňování původního oscilátoru rezonátorem a zpětný přenos (přelévání) energie na něj jaksi apriori neuvážujeme:

„Těleso nebo soustavu schopnou kmitání lze rozkmitat i jinak. Postaráme-li se o to, aby část energie soustavy, která již kmitá a kterou již nazýváme oscilátor, přecházela na jinou soustavu, která je však dosud v klidu a kterou nazýváme rezonátor, rozkmitá se i rezonátor. Kmity, které vzniknou tímto způsobem, nazýváme nucené. Způsob, jak je proveden přenos energie z oscilátoru na rezonátor, se nazývá vazba obou soustav. Nucené kmity hmotného bodu (tělesa) vznikají tedy, působí-li na těleso kromě elastické nebo kvazielastické síly a odporů časově proměnná síla... Působením periodické síly vznikají harmonické nucené kmity téže frekvence Ω (jako má budící oscilátor). Amplituda nucených kmitů je přímo úměrná amplitudě budící síly a nepřímo úměrná frekvenci oscilátoru. Je tím větší, čím menší je rozdíl mezi frekvencí budící síly a vlastní frekvencí oscilátoru a čím menší je útlum. Časové rozvinutí nucených kmitů v ustáleném stavu je tedy sinusovka s amplitudou nucených kmitů A_v , s úhlovou frekvencí Ω a fázovým posunutím Φ .” [3]

$$A_v = \frac{a}{\sqrt{(\omega^2 - \Omega^2)^2 + 4 \cdot \delta^2 \cdot \Omega^2}}; a = \frac{F_0}{m},$$

kde a zrychlení vnější, kmity budící síly $F = F_0 \cdot \sin \Omega \cdot t$

ω vlastní úhlová frekvence rezonátoru

Ω úhlová frekvence budícího oscilátoru

δ koeficient tlumení

Co tedy od třetího matematického kyvadla spřažené soustavy vlastně očekáváme? Extrémy. Bud nic, protože nesplňuje podmínky rezonance (především délka jeho závěsu je odlišná od délek rezonujících kyvadel), anebo kmity vynucené, poslušně koprující kmity budícího oscilátoru v sinusovce. A co skutečně pozorujeme? Ani jedno, ani druhé. Třetí oscilátor sice kmitá, ale jakoby „v rázech“, jeho amplituda pulsuje v čase. Náznorněji spřáhneme pouze dvě matematická kyvadla výrazně odlišných délek, zatížených závažími stejné hmotnosti. Budící oscilátor si kmitá harmonicky jakoby sám pro sebe, rezonátor rezonuje jakoby „jednostranně“. Proč?

Diskusí na téma vynucené kmity existuje v odborné literatuře poměrně dost. Ale jak z nich nastudovat a vydedukovat jev naší „částečné“ rezonance? Stručně:

- Je-li frekvence budící síly v porovnání s vlastní frekvencí kmitů soustavy malá, amplituda nucených kmitů se přibližně rovná tzv. statické výchylce

$$A_0 = \frac{F_0}{m \cdot \omega^2}$$

- Je-li frekvence budící síly v porovnání s vlastní frekvencí kmitů soustavy velká, amplitudy nucených kmitů budou malé.

Poměr maximální amplitudy nucených kmitů (ke které dochází právě při rezonanci, při srovnatelné hodnotě obou úhlových frekvencí) k statické výchylce je výhradně záležitostí tlumení soustavy (tj. útlumu, tzv. dekrementu útlumu).

A jak je to s fází nucených kmitů?

- Je-li úhlová frekvence budících kmitů dostatečně malá v porovnání s vlastní frekvencí kmitů, fáze nucených kmitů se téměř shoduje s fází budící síly.
- Je-li úhlová frekvence budících kmitů dostatečně velká v porovnání s vlastní frekvencí kmitů, fáze nucených kmitů je téměř opačná k fází budící síly.
- Pokud si jsou obě frekvence rovný, anebo jsou alespoň velmi blízké, je fáze nucených kmitů o $\frac{\pi}{2}$ zpožděna za fází budící síly.

Jinými slovy: odpověď jsme v teorii buzených kmitů nenašli. Ať je fázový posun takový či onaký a amplitudy buzených kmitů relativně malé nebo relativně velké, rozhodně však nepulsují v čase. Jedině při hledání odpovědi v praxi, v experimentální činnosti, můžeme být úspěšnější. Zjistíme totiž, že se vznik a počet rázů u spřažených oscilátorů dá ovlivňovat těsností vazby. U vázaných oscilátorů vznikají závažně tedy nikoliv „rozladěním“, ale vazbou, a to nejčastěji rázy vazbou co nejtěsnější! Vazba hraje u spřažených oscilátorů velmi důležitou roli!

Feynman si s podobnou otázkou matematické vize, která se na složitou fyzikální realitu nedá jednoznačně „napasovat“, poradil velice lakonicky: „Ak nastavíme Ω tak, aby sa presne rovnalo ω , tak amplitúda oscilátora by mala byť nekonečná, čo je nemožné. Príčinou je, že naša rovnica vtedy prestane platiť. Prejavia sa dodatočné členy, ktoré zodpovedajú treniu a ďalším silám, ktoré nie sú v rovnici, ale ktoré sa vyskytujú v reálnom svete. Preto sa amplitúda nezväčší z nejakého dôvodu do nekonečna. Napríklad preto, že sa pružina roztáhne!“ [6]

Nezastupitelnou úlohou učitele fyziky budiž tedy přistupovat k jednotlivým problémům konkrétní didaktiky fyziky s nadhledem, učit žáky (studenty) nejen fyzikálním vědomostem a dovednostem, ale především fyzikálnímu myšlení a inspirovat je k činnostem tvůrčího (ve školských podmínkách výstižněji řečeno hravého) charakteru.

Potřeby, příprava a provedení souboru pokusů

Pokus č. 1: Na vodorovnou tyč (kovovou, dřevěnou) zavěsíme vedle sebe do nepříliš velké vzdálenosti dvě matematická kyvadla, tj. dvě závažička (kovové kulíčky) nestejně hmotnosti na niti nestejně délky. Kyvadlo na delším závěsu vychýlíme a rozkmitáme kolmo k původní rovině závěsů. Pozorujeme, zda a jak se rozkmitá i druhý oscilátor. Poté pokus opakujeme s obměnami: vychýlíme kyvadlo na kratším závěsu..., závaží druhého oscilátoru vyměníme za závaží o stejné hmotnosti a opakujeme obě varianty předchozího provedení..., závěs druhého oscilátoru vyměníme za závěs stejné délky a opakujeme opět vychýlení a rozkmitání jednoho z oscilátorů...

Pokus č. 2: Na vodorovnou tyč (kovovou, dřevěnou) zavěsíme vedle sebe do nepříliš velké vzdálenosti dvě matematická kyvadla, tj. dvě závažíčka (tyčové magnety obrácené stejnými póly k sobě) nestejné hmotnosti na bifilární kovové závěsy nestejné délky. Kyvadlo na delším závěsu vychýlíme a rozkmitáme kolmo k původní rovině závěsů. Pozorujeme, zda a jak se rozkmitá i druhý oscilátor. Poté pokus opakujeme s obměnami: vychýlíme kyvadlo na kratším závěsu..., závaží druhého oscilátoru vyměníme za závaží o stejné hmotnosti a opakujeme obě varianty předchozího provedení..., závěs druhého oscilátoru vyměníme za závěs stejné délky a opakujeme opět vychýlení a rozkmitání jednoho z oscilátorů...

Pokus č. 3: Na vodorovnou tyč (kovovou, dřevěnou) zavěsíme vedle sebe do nepříliš velké vzdálenosti dvě matematická kyvadla, tj. dvě závažíčka (kovové kuličky) nestejné hmotnosti na niti nestejné délky. Niti spojíme v místech o stejné vzdálenosti od vodorovné tyče pružinkou. Kyvadlo na delším závěsu vychýlíme a rozkmitáme kolmo k původní rovině závěsů. Pozorujeme, zda a jak se rozkmitá i druhý oscilátor. Poté pokus opakujeme s obměnami: vychýlíme kyvadlo na kratším závěsu..., závaží druhého oscilátoru vyměníme za závaží o stejné hmotnosti a opakujeme obě varianty předchozího provedení..., závěs druhého oscilátoru vyměníme za závěs stejné délky a opakujeme opět vychýlení a rozkmitání jednoho z oscilátorů...

Pokus č. 4: Na vodorovnou tyč (kovovou, dřevěnou) zavěsíme vedle sebe do nepříliš velké vzdálenosti dvě matematická kyvadla, tj. dvě závažíčka (kovové kuličky) nestejné hmotnosti na niti nestejné délky. Niti spojíme v místech o stejné vzdálenosti od vodorovné tyče niti, na kterou zavěsíme závažíčko o relativně menší hmotnosti (jde v podstatě o třetí oscilátor soustavy). Kyvadlo na delším závěsu vychýlíme a rozkmitáme kolmo k původní rovině závěsů. Pozorujeme, zda a jak se rozkmitá i druhý oscilátor. Poté pokus opakujeme s obměnami: vychýlíme kyvadlo na kratším závěsu..., závaží druhého oscilátoru vyměníme za závaží o stejné hmotnosti a opakujeme obě varianty předchozího provedení..., závěs druhého oscilátoru vyměníme za závěs stejné délky a opakujeme opět vychýlení a rozkmitání jednoho z oscilátorů...

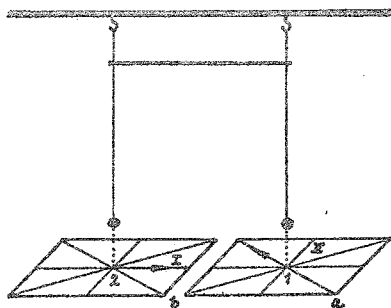
Pokus č. 5: Na vodorovnou tyč (kovovou, dřevěnou) zavěsíme vedle sebe do nepříliš velké vzdálenosti dvě matematická kyvadla, tj. dvě závažíčka (kovové kuličky) nestejné hmotnosti na niti nestejné délky. Niti spojíme v místech o stejné vzdálenosti od vodorovné tyče napnutou nití. Kyvadlo na delším závěsu vychýlíme a rozkmitáme kolmo k původní rovině závěsů. Pozorujeme, zda a jak se rozkmitá i druhý oscilátor. Poté pokus opakujeme s obměnami: vychýlíme kyvadlo na kratším závěsu..., závaží druhého oscilátoru vyměníme za závaží o stejné hmotnosti a opakujeme obě varianty předchozího provedení..., závěs druhého oscilátoru vyměníme za závěs stejné délky a opakujeme opět vychýlení a rozkmitání jednoho z oscilátorů...

Pokus č. 6: V návaznosti na pokus č. 5: „...místo příčné niti uvážeme slabou dřevěnou tyčinku (špejli). Pod kyvadla položíme arch papíru, na který nakreslíme dva čtverce (viz obr.) umístěné tak, aby kyvadla směřovala do jejich středů.

1. Rozkýváme kyvadlo 1 vychýlením do bodu a. Kýve nejprve po úhlopříčce a kyvadlo 2 se uvádí pozvolna do kývání ve směru I. Kyvadlo 1 přechází při dalším kývání elipsovitým pohybem do kývání ve směru II. a kyvadlo 2 nabude nejdelších kyvů ve směru I. Nato se kyvadlo 1 vrací zase zpět do kývání po

úhlopříčce a kyvadlo 2 kyvy zkracuje, až se úplně zastaví. Děj se pak stále opakuje.

2. Obě kyvadla vychýlíme do bodu b a současně je pustíme. Kývají nejprve po úhlopříčkách, pak přecházejí do kývání v úzkých elipsách, které se stále rozšiřují. Přejdou pak do kruhů, které se mění zase v elipsy, načež nastane kývání zase po úhlopříčkách, ale kolmých k předešlým. Děj se pak obrátí a dále několikrát opakuje." [4]



Pokus č. 7: Na vodorovnou tyč (kovovou, dřevěnou) zavěsíme vedle sebe do stejných, nepříliš velkých vzdáleností tři matematická kyvadla, tj. tři závažíčka (kovové kuličky) nestejně hmotnosti na niti nestejně délky. Kyvadlo na nejdelším závěsu vychýlíme a rozkmitáme kolmo k původní rovině závěsů. Pozorujeme, zda a jak se rozkmitají i druhý a třetí oscilátor. Pokus opakujeme s obměnami rozkmitání kratšího... a poté i nejkratšího oscilátoru... Ve variantách experimentu můžeme pokračovat tak, že dva ze tří nestejně dlouhých oscilátorů mají stejnou hmotnost..., že všechny tři nestejně dlouhé oscilátory mají stejnou hmotnost..., dále že dva ze tří oscilátorů mají stejnou délku závěsu, avšak různé hmotnosti závaží..., dvě stejné hmotnosti závaží..., stejné hmotnosti závaží... Konečně pak pro případ stejné délky závěsů u všech tří oscilátorů volíme postupně možnosti závaží různých hmotností..., dvou stejných hmotností..., hmotností stejných. Jako vazbu mezi oscilátory použijeme např. napnutou nit (viz. uspořádání pokusu č. 5).

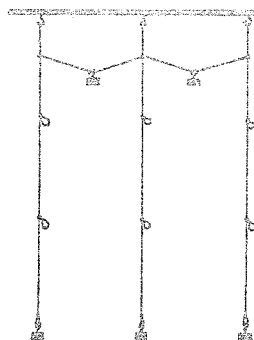
Poznámka: S ohledem na potřebu posilování mezipředmětových vztahů využijeme znalosti kombinatoriky, je-li ovšem výuka matematiky a fyziky na dané ŠŠ časově v souladu.

Pokus č. 8: „Ve starších kabinetech se vyskytoval hotový přístroj, který obsahuje kyvadla různých délek, kyvadlo složené, u něhož je několik kuliček upevněno na téže závěsu v různých vzdálenostech od místa závěsu, a kyvadlo fyzické. Složeným kyvadlem se demonstruje vzájemné ovlivňování částic tělesa: Částice bližší ose by samy o sobě jako matematická kyvadla kývala s kratší dobou kyvu než částice vzdálenější. Doba kyvu fyzického kyvadla je rovna době kyvu některé částice na svislé těžnici, která by kývala jako matematické kyvadlo se stejnou dobou kyvu. Vzdá-

nost této částice od osy fyzického kyvadla je rovna redukované délce fyzického kyvadla." [5]

Pokus se složeným kyvadlem srovnáme s předchozími experimenty, (nicméně ve všech případech jde o kmitání vázaných soustav, soustav s více stupni volnosti, a to s tolika stupni volnosti, kolik těles v soustavě kmitá).

Poznámka: Abychom uspořili čas při přípravě experimentů, můžeme si vyrobit universální závěs, kde jsou na každém např. ze tří spřažených kyvadel délky L smyčky pro zavěšování závaží ve vzdálenosti $\frac{L}{3}$, $\frac{2L}{3}$ a L od vodorovné tyče. Do smyček můžeme zavěšovat závažíčka s háčky v počtu např. 1 ks, 2 ks, 3 ks podle momentální potřeby té které demonstrace (viz obr.).



Využití ve výuce

Na ZŠ (v současné 9. třídě jako rozšiřující učivo, lze doporučit pouze k předvedení některých pokusů souboru za účelem motivace ke studiu základů fyziky, ev. lze zařadit v zájmovém fyzikálním kroužku zadáním za domácí experimentální samostudium a uzavřením diskusí s ohledem na věkové zvláštnosti dětí).

Na SŠ (v současných SŠ značně diferencovaná výuka fyziky, lze doporučit k předvedení všech pokusů souboru za účelem názorného objasnění výkladu třetího Newtonova zákona akce a reakce, zákona zachování celkové mechanické energie izolované soustavy, zákona zachování hybnosti, vazby mechanické, vazby magnetickým polem, vazby volné a těsné, spřažených (vázaných) kmitů tlumených, jevu nucených (buzených) kmitů, jevu rezonančního a při větším počtu vázaných oscilátorů i jevu vinění).

Na VŠ (především v přípravě budoucích učitelů fyziky, a to v rámci praktika školních pokusů, lze doporučit i v rámci obecné fyziky k předvedení některých pokusů jako doprovodných k matematickému (a to analytickému i grafickému) popisu kmitů buzených a jevu rezonance).

Literatura

1. Landau, L., D., Kitajgorodskij, A., I.: Fyzika pro každého. Horizont, Praha 1975
2. Zajac, R., Šebesta, J.: Historické prameny současné fyziky 1., Od Aristotela po Boltzmannu., Alfa, Bratislava 1990
3. Hlavička, A. a kol.: Fyzika pro pedagogické fakulty. SPN, Praha 1971
4. Halada, V.: Fyzika v pokusech, Mladá fronta, Praha 1952
5. Kašpar, E., Vachek, J.: Pokusy z fyziky na středních školách, 1. díl, SPN, Praha 1967
6. Feynman, R., P., Leighton, R., B., Sands, M.: Feynmanove přednášky z fyziky, Alfa, Bratislava 1980

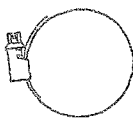
Tři školské pokusy

Jan Hrdý

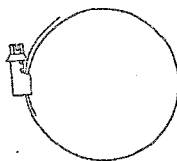
Prorážení celofánové blány

Potřeby: Vývěva s talířem, kovová nebo skleněná trubka délky 50–150 mm a o vnějším průměru 90–120 mm (s rovně opracovanými čely), vakuová vazelína, speciální spona.

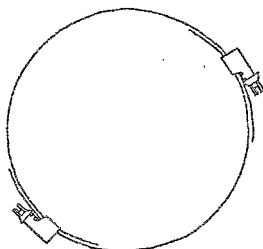
Příprava: Speciální sponu dostatečné délky dostaneme spojením dvou běžných spon (používaných k upevnění hadice na vodu) tak, že obě použité spony vhodných délek (obr. 1a, 1b) uvolněním stavěcích šroubů rozpojíme a potom spojíme začátek jedné spony s koncem druhé a naopak (obr. 1c). Například byla zkombinována jedna spona s rozsahem použitelných průměrů 32–50 mm s druhou sponou o rozsahu 50–70 mm, výsledná spona je potom použitelná pro rozsah průměrů 80–120 mm.



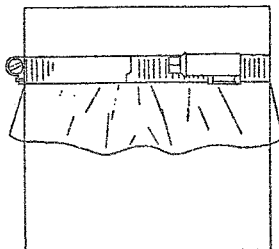
obr. 1a



obr. 1b



obr. 1c



obr. 1d

Provedení: Použitou trubku potřeme po obou koncích vakuovou vazelínou a postavíme ji na talíř vývěvy. Přes horní konec trubky přehneme list celofánu a přetáhneme přes něj speciální sponu. Po dotažení obou šroubů je celofán dokonale upevněn a utěsněn na trubce (obr. 1d). Spuštěním vývěvy dojde k implozi celofánové blány za současného silného zvukového efektu.

Vysvětlení: Zředěním vzduchu v trubce vznikne podtlak, jehož působením se celofánová blána nejdříve silně prohne a nakonec se protáhne. K pokusu je výhodné použít trubku s větším průměrem, protože síla potřebná na protažení blány je úměrná vnitřnímu průměru trubky, kdežto síla vznikající v důsledku podtlaku je úměrná jeho čtvrtci. Zvětšíme-li tedy např. vnitřní průměr trubky o 10 %, zvětší se síla po-

třebná na protržení blány rovněž o 10 %, ale síla působící na blánu v důsledku (konstantního) podtlaku vzroste o 21 %.

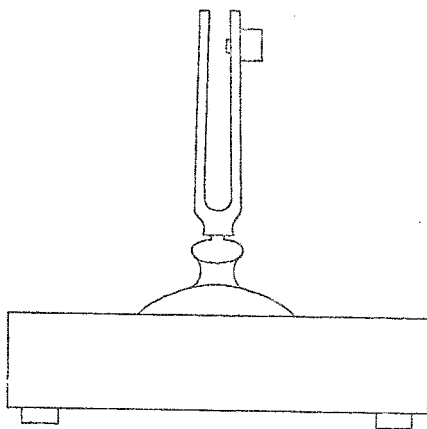
Přínos: Použití speciální spony dává lepší výsledky, než tradičně používaný provázek nebo gumička.

Princip funkce tlumiče kmitů klikového hřídele spalovacího motoru

Potřeby: Akustická ladička s rezonanční skříňkou (např. 440 Hz), mikrofón na stojánku, zesilovač s reproduktorovou soustavou, gumové kladívko, subakustická ladička s hrotem, sklo s držákem, svíčka, zápalky, zpětný projektor, gumový blok (např. gumový nárazník s průměrem 28 mm a výškou 22 mm) uzpůsobený k připevnění na ladičku (šroubkem, gumičkou).

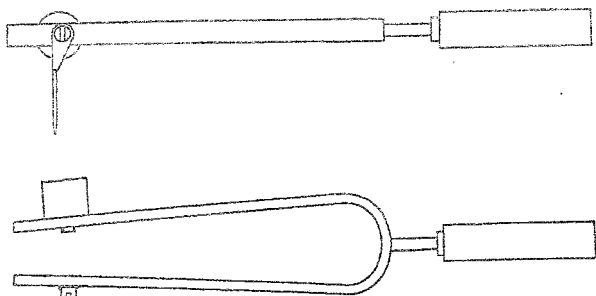
Příprava: Sklo začerníme nad hořící svíčkou (u svíček s nízkou kouřivostí musí sklo při černění zasahovat až do plamene).

Provedení I: Rozezvučíme akustickou ladičku gumovým kladívkem a vzniklé kmity vhodně zesílíme. Potom na jedno rameno ladičky připevníme gumový blok (obr. 2a) a několikrát úderem gumového kladívka předvedeme, že teď se již ladička nerozezvučí.



obr. 2a

Provedení II: Místo akustické ladičky použijeme ladičku s kmity o velmi nízké frekvenci (subakustickou). Rozkmitáme ji gumovým kladívkem a pomocí hrotu provedeme záznam jejích kmitů na začerněné skleněné destičce (promítáme zpětným projektořem na promítací stěnu ve vzdálenosti alespoň 4 m). Potom opět na jedno rameno ladičky upevníme gumový blok (obr. 2b) a předvedeme, že se ani tentokrát nepodaří ladičku rozkmitat.



obr. 2b

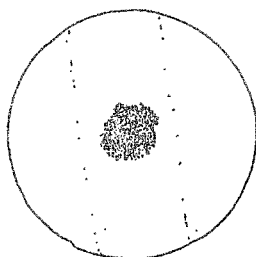
Vysvětlení: Stane-li se dostatečně velký gumový blok pevnou součástí kmitajícího tělesa, dojde rychle k pohlcení energie kmitů a kmity ustanou. I když klikový hřídel spalovacího motoru kmitá na rozdíl od ladičky hlavně torzně, princip činnosti tlumiče kmitů zůstává zachován.

Poznámka: Dobu trvání vlastních tlumených kmitů ladičky s připevněným gumovým blokem můžeme vzhledem k celkové době experimentu zanedbat.

Směs na zapalování kouřového tunelu

Potřeby: Kouřový tunel, vulkanizační autozáplaty, strojní olej (na šicí stroje a jízdní kola), směs na zapalování kouřového tunelu, spořič tabáku.

Příprava: Jednu dávku směsi na zapálení kouřového tunelu získáme ze 3 ml dusičnanu draselného (KNO_3) a 2 ml moučkového cukru. Obě složky dobře promícháme a vsypeme je doprostřed jednoho listu Spořiče tabáku (obr. 3a). Potom okraje listu přehneme a zakroučíme (obr. 3b). Získáme tak jednu 5 ml dávku zapalovací směsi.



obr. 3a



obr. 3b



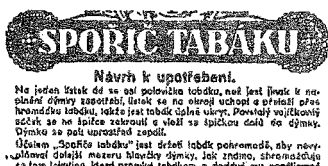
obr. 3c

Provedení: Z vulkanizační autozáplaty odstraníme gumovou latu a zbylé termické tělísko polijeme strojním olejem. Kouřový tunel připravíme ke spuštění, především

nezapomeneme na zajištění odvodu spalin mimo laboratoř. Na termické tělísko položíme jednu dávku zapalovací směsi (obr. 3c) a upevníme jej do držáku spalovacího zařízení (vyvječe kouře) kouřového tunelu. Potom zapálíme horní konec zkroutěného listu Spořiče tabáku, spalovací zařízení rychle smontujeme a dobře utěsníme. Po zapálení a shoření zapalovací směsi spustíme přívod vzduchu do spalovacího zařízení a vyregulujeme tak požadovanou intenzitu a množství vyvježeného kouře.

Přínos: Uvedený způsob zapalování kouřového tunelu jednak spolehlivě zapálí i značně zaolejované termické tělísko, jednak oddálí jeho zapálení až na dobu, kdy je spalovací zařízení spolehlivě uzavřeno.

Poznámka: Spořič tabáku (obr. 3d) je balíček 50 kusů jemných papírků o průměru 100 mm, které se používají k balení tabáku do dýmek. Prodávají se ve specializovaných prodejnách za 3,- Kč (jedno balení).



obr. 3d

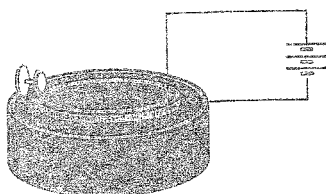
Varování: Uvedená zapalovací směs je zcela bezpečná (není citlivá na tření, náraz a teplotu do 240°C). Přesto ji zbytečně nepřipravujeme do zásoby a když, tak nejvýše několik 5 ml dávek. Nahrazení dusičnanu draselného dusičnanem sodným je možné, pouze se zvyšuje riziko zvlhnutí směsi. Nahrazení cukru jiným palivem (škrob, dřevné uhlí, síra, líh, benzín) je nevhodné, neboť zvýšením rychlosti hoření by mohlo dojít k výbuchu. Použití jiného oksyliščovacla (chlórečnany, dusičnan amonný) je nebezpečné, neboť by mohlo dojít k explozivnímu hoření (detonaci).

Několik demonstračních pokusů z magnetismu

Karel Rauner

Popsané pokusy mají společné téma – magnetismus. Prvních pět má kromě toho společného autora – bývalého, dnes již zemřelého technika katedry obecné fyziky – pana Kalaše. Na několik z popsanych principů bylo uděleno autorské osvědčení.

1. Demonstrace Lorentzovy síly

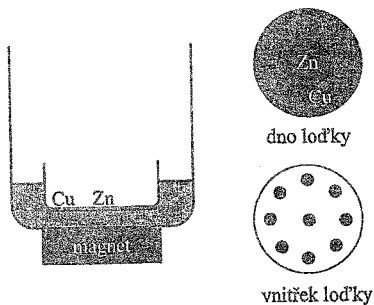


obr. 1

Na permanentním magnetu jsou z kupřextitu vytvořené koleje ve tvaru dvou mezikruží. Ke kolejím je připojena plochá baterie a po kolejích vytrvale krouží model vláčku, tvořený jedinou mosaznou nápravou – obr. 1. Pokusem tak demonstrujeme Lorentzovu sílu: ojnící nápravy protéká proud kolmo k indukčním čarám, proto na ni působí síla, která jej stále pohání vpřed. Zjistíme-li magnetkou orientaci magnetu, můžeme demonstrovat i platnost pravidla levé ruky.

2. Elektrolytický motor

Dalším pokusem, který kromě demonstrace Lorentzovy síly ukazuje i směr proudu uvnitř zdroje, je experiment s *elektrolytickým motorem*. Na válcovém magnetu je umístěna kádinka s malým množstvím roztoku kyseliny sírové (v koncentraci pro olověné akumulátory). Na kyselině plave loďka ve tvaru nízkého válce, kterou můžeme vytvořit například ze dna plastové láhve. Na dně loďky je nalepeno měděné mezikruží, v jehož středu je vletován zinkový kotouč (obr. 2). Při ponoření loďky do kyseliny tak uzavřeme zkratovaný obvod s Voltovým článkem. Vnější obvodem tohoto článku je zkrat mezi měděným mezikružím a zinkovým kotoučem. Protože měď je kladným pólem Voltova článku, proud v kovovém dnu loďky směřuje od krajů do středu. V elektrolytu protéká proud opačným směrem, od středu (Zn) k okrajům (Cu). Pokud je horní strana magnetu severním pólem, roztáčí Lorentzova síla loďku ve směru proti pohybu hodinových ručiček (při pohledu shora), elektrolyt se roztáčí opačným směrem – ve směru pohybu hodinových ručiček. Směr



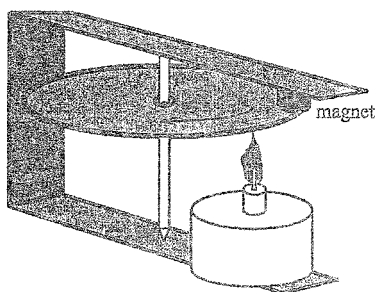
obr. 2

pohybu elektrolytu zjistíme podle pohybu drobných nečistot, které se do elektrolytu uvolňují z elektrod.

Poznámka: Vzhledem k nehomogenitě pole permanentního magnetu jsou na vnitřní straně dna ložky nalepeny kousky magnetofonového pásku, které zajišťují stabilní polohu ložky uprostřed kádinky.

3. Motor s Curieovým bodem

Látka feromagnetická se mění v látku paramagnetickou při teplotě, která je pro každé feromagnetikum jiná a které se říká Curieův bod. Jestliže máme k dispozici feromagnetický drát s nízkou Curieovou teplotou, můžeme konstruovat motor, který bude popsanou vlastnost feromagnetik názorně demonstrovat. Drát je naletován na obvod kotouče (obr. 3), který se může otáčet kolem svislé osy hřídele uloženého v hrotových ložiscích. V blízkosti drátu je umístěn permanentní magnet, v jehož blízkosti je drát zahříván kahanem.

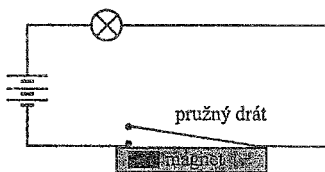


obr. 3

Zahřeje-li se drát nad Curieův bod, přitahuje magnet více část drátu na opačné straně, než je umístěn kahan a kotouč se pootočí. Při dostatečně silném kahanu lze při použití kvalitních ložisek dosáhnout plynulého otáčení.

4. Přerušovač s Curieovým bodem

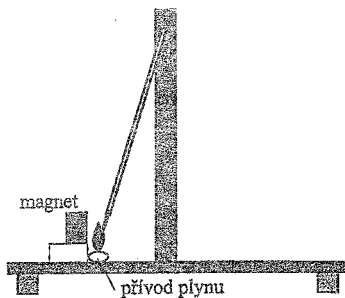
Feromagnetiky s nízkým Curieovým bodem jsou i některé odporové slitiny. Toho je možné využít u patrně nejjednoduššího přerušovače elektrického proudu. Pružný odporový drát je umístěn na držáku a na konci opatřen kvalitním kontaktem. Klidová poloha drátu je v pozici přerušeného kontaktu (obr. 4). Když se do podstavce držáku zasune permanentní magnet, drát, který je feromagnetický, se přitáhne k magnetu a spojí tak kontakty. Obvodem bude protékat proud, který rozsvítí žárovku a zároveň ohřívá odporový drát. Vzroste-li teplota drátu nad jeho Curieův bod, drát přestane být přitahován k magnetu a pružností se vrátí do klidové polohy, kontakty se přeruší. Drátem neprotéká proud, proto chladne. Klesne-li teplota pod Curieův bod, drát se opět přitáhne k magnetu a celý děj se opakuje.



obr. 4

5. Kyvadlo s Curieovým bodem

Na podobném principu jako přerušovač z předchozího pokusu pracuje i kyvadlo poháněné plynem (obr. 5). Kyvadlo má na konci kousek drátu s nízkým Curieovým bodem. Během jednoho kmitu se drát dostatečně ochladí na to, aby byl přitahován permanentním magnetem. V jeho blízkosti však hoří plynový plamen, proto se drát ohřeje nad Curieův bod a při zpětném kyvu se pohybuje volně. Protože síla magnetu působí pouze v jednom směru pohybu, dodává kyvadlu energii potřebnou k netlumeným kmitům.



obr. 5

6. Demonstrace magnetického záznamu signálů

Informace všech druhů (text, řeč, hudba, nehybný i pohyblivý obraz, programy počítačů, soubory dat, apod.) se dnes přenášejí a zpracovávají ve formě signálů. Nejčastějšími fyzikálními veličinami, používanými jako signály, jsou elektrické napětí, elektrický proud, intenzita světla, intenzita nebo frekvence elektromagnetického vlnění. Pro uchování informace přenášené signálem jsou vhodné veličiny magnetické, mechanické a optické.

Dnes se nejčastěji používá magnetického záznamu analogového i digitálního signálu. Přestože je magnetický záznam již běžnou součástí života, žáci základních ani středních škol se s principem této metody prakticky neseznamují. Pochopení základních jevů, uplatňovaných při magnetickém záznamu a reprodukci (snímání), je přitom poměrně snadné a je v možnostech dětí i na základní škole.

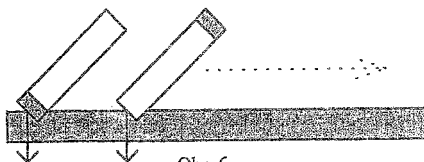
Potřebnými pomůckami k následujícím pokusům jsou: ocelové měřítko nebo pásmo, tyčový magnet, magnetická stříelka (kompas), cívky 600 a 12 000 závitů ze soupravy rozkladného transformátoru, přímé jádro do těchto cívek, zdroj malého střídavého napětí (školní transformátor, zvonkový transformátor apod.) a galvanoměr nebo měřidlo s velkou citlivostí a nulou uprostřed.

a) Magnetický záznam

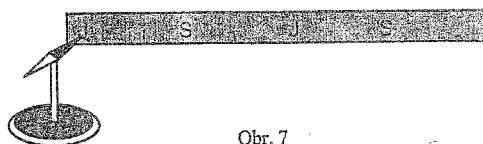
Ocelové měřítko představuje v pokusech magnetický nosič – pásek. Ten je možno „nahrát“ potíráním v příčném směru permanentním tyčovým magnetem tak, že střídavě magnetujeme opačnými konci oblasti na měřítku. Samozřejmě, že by bylo možné se více přiblížit realitě tím, že by se pásek zmagnetoval posunováním přes želo jádra cívky, ve které bychom přepínali polaritu proudu, „záznam“ magnetem je však názornější a poutavější. Způsob provedení pokusu je patrný z obr. 6.

b) Uchování informace

O trvalosti záznamu se můžeme přesvědčit magnetickou střílkou, kterou posouváme podél zmagnetovaného měřítka. K jednotlivým oblastem měřítka se střídavě přitahuje jižní a severní pól magnetky. Je přitom vhodné si jednotlivé oblasti označit popisovačem písmeny S a J. Uspořádání pokusu je patrné z obr. 7.



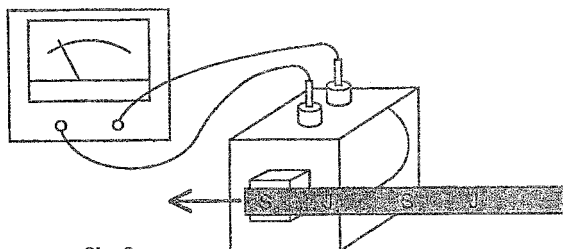
Obr. 6



Obr. 7

c) Snímání (reprodukce) záznamu

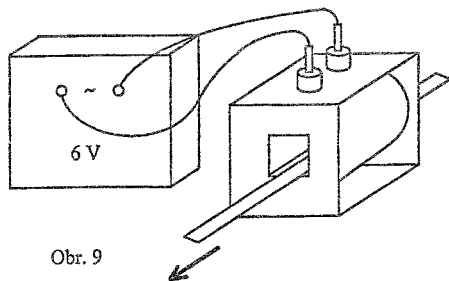
Informaci, zaznamenanou na pásku, je nyní možné snímat („přehrávat“). Měřátkem pohybujeme pomalu přes čelo jádra vloženého do cívky 12 000 závitů, která je připojena k měřidlu. Je-li měřicí přístroj dostatečně citlivý, zjistíme, že každý průchod od S k J indukuje v cívce proud jednoho směru, průchod od J k S proud opačného směru. Optimálním přístrojem k tomuto pokusu, který je zobrazen na obr. 8, je elektronický demonstrační voltmetr s rozsahem -150 mV až $+150 \text{ mV}$. V případě nouze stačí i ručkový mikroampérmetr s rozsahem $-50 \mu\text{A}$ až $+50 \mu\text{A}$. Použijeme-li k zmagnetování velmi silného permanentního magnetu (feritového), je možné pozorovat výchylky i na školním demonstračním přístroji s rozsahem -2 mA až 2 mA . Cívku 12 000 závitů je pak vhodné nahradit cívkou s 1 200 závity.



Obr. 8

d) Mazání záznamu

Záznam lze smazat protažením měřítka cívkou 600 závitů, která je připojena k zdroji malého střídavého napětí (6 V, 50 Hz) – obr. 9. O smazání záznamu je možné se přesvědčit jednak magnetickou střílkou, jednak „přehráním“ na cívce 12 000 závitů.



Obr. 9

Volbou různých rychlostí posouvání měřítka při snímání lze ukázat závislost velikosti indukovaného napětí na rychlosti změny magnetického toku a dokázat tím, že magnetická hlava je rychlostní magnetoelektrický měnič. V zájmovém kolektivu toho pak lze využít k odůvodnění nutnosti používání kmitočtových korekcí při snímání. Volbou menších vzdáleností zmagnetovaných oblastí na měřítku je také možné ukázat hranici hustoty záznamu a odůvodnit vliv záznamové rychlosti na kvalitu elektroakustického signálu.

Odhad reakční doby z volného pádu

Milan Bednařík

Potřeby: bankovka, pravítko 50 cm

Motivační úvod: „Kdo zachytí padající bankovku, může si ji ponechat.“ Uchopíme bankovku, např. 20 Kč, ve svislé poloze za její horní okraj. Osoba, která chce bankovku získat, se připraví s rozevřenými prsty (ukazováčkem a palcem) těsně pod dolním okrajem bankovky a čeká, až ji náhle upustíme. Pak rychle sevře prsty a bankovku zachytí. Přitom musí ponechat ruku v původní výšce nad zemí. Většina lidí se domnívá, že padající bankovku snadno zachytí. Pokus však ukáže, že tomu tak není.

Vysvětlení: Určíme dobu t , kterou potřebuje padající bankovka k tomu, aby proběhla mezi rozevřenými prsty, aniž by byla zachycena. V tom případě urazí horní okraj bankovky přibližně dráhu, která se rovná její délce d . Předpokládáme-li, že se bankovka alespoň v prvních okamžicích pohybuje volným pádem (nutno použít bankovku zcela rovnou a nijak nedeformovanou), platí pro dráhu známý vztah $d = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$.

Odtud doba

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot d}{g}}$$

Víme-li, že bankovka 20 Kč má délku $d = 12,7 \text{ cm} = 0,13 \text{ m}$ a tíhové zrychlení $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, dostáváme $t \approx 0,16 \text{ s}$. Bankovka tedy proletí mezi prsty přibližně za dobu 0,16 s, samozřejmě pokud ji osoba nezachytí náhodou dříve.¹

Porovnáme-li vypočítanou dobu t s reakční dobou, která je u většiny lidí v intervalu 0,4 s–0,8 s a u mimořádně soustředěného nebo cvičeného člověka (sportovce, letce) v intervalu 0,3 s–0,2 s, vidíme, že zachycení padající bankovky je při jejím náhlém upuštění prakticky nerealizovatelné. Není reálné ani u bankovek vyšších hodnot, např. v případě bankovky 1000 Kč ($d = 16 \text{ cm}$) činí doba $t \approx 0,18 \text{ s}$. Ve všech případech je tedy $\tau > t$.

Odhad reakční doby člověka

Uvedený pokus s bankovkou lze použít k „měření“ individuální reakční doby jednotlivých osob. Místo bankovky použijeme pravítko délky 50 cm. Změříme dráhu d , kterou pravítko proběhne mezi prsty k místu, na kterém ji osoba zachytí, a podle vztahu $t = \sqrt{\frac{2d}{g}}$ vypočítáme dobu, která se přibližně rovná individuální reakční době dané osoby. Je výhodné pravítko na jedné straně oceňovat přímo v hodnotách, nebo si připravit tabulku sobě odpovídajících hodnot d a τ .

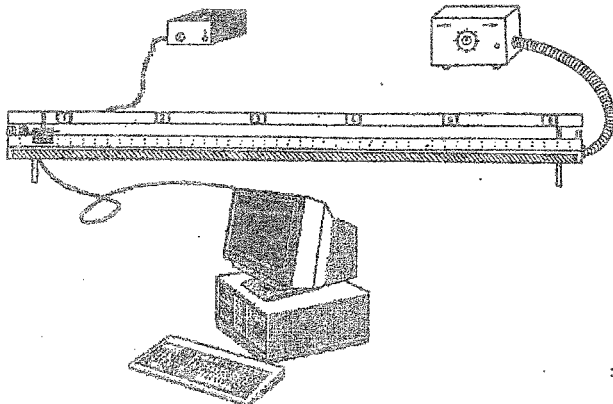
$d \text{ (cm)}$	15	20	25	30	35	40	45	50
$\tau \text{ (s)}$	0,17	0,20	0,23	0,25	0,27	0,28	0,30	0,32

¹ Pokud se někomu podaří bankovku přesto zachytit, jde o situaci, kdy jedinec číhající na bankovku předem vyušl okamžik, ve kterém se rozhodujeme ji upustit.

Experimenty se „Vzduchovou dráhou“ připojenou na PC

Tomáš Novotný, František Špulák

V roce 1988 začaly vyrábět Učebné pomůcky národní podnik Banská Bystrica trojrozměrnou učební pomůcku „Vzduchová dráha“, která je součástí souboru pomůcek, obsahově zaměřených na kvantitativní demonstrační experimenty z oblasti mechaniky. Souprava byla připojitelná na tehdy jediný ve školách v ČR hromadně využívaný počítač IQ 151. Vzhledem k zastaralosti počítače IQ 151, který je v současné době svým malým výkonem, poruchovostí bez možnosti zajištění servisu a nekomfortností obsluhy a zobrazování výsledků nevyhovující, jsme se rozhodli zachovat vzduchovou dráhu (kterou již vlastní mnoho škol v České i Slovenské republice) v původním stavu a zaměnit počítač IQ 151 za počítač typu IBM PC.



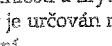
obr. 1: Schéma připojení „Vzduchové dráhy“ k počítači PC

Toto řešení umožní mnoha školám využívat po zakoupení karty DT do počítače a softwaru „DRÁHA“ stávající „Vzduchovou dráhu“ (která většinou leží nevyužitá v kabinetech fyziky) za zlomek ceny, kterou by zaplatily za pořízení kompletní experimentální soupravy. V ČR totiž v současné době analogickou učební pomůcku nikdo nevyrábí a cena obdobné soupravy nakoupené v zahraničí dosahuje řádově vyšší ceny (okolo 80 000 Kč).

Komunikace s počítačem je zajištěna pomocí speciální karty DT, kterou lze napojit na libovolný počítač typu PC. Minimální hardwarové nároky jsou: mikroprocesor třídy 286, 2 MB RAM, což splňuje naprostá většina počítačů na našich školách. Dráha může být s počítačem propojena stabilně, protože nezabírá místo (sériové ani paralelní porty) ostatním perifériím (např. tiskárna). S kartou je dodáván i potřebný software, jenž pracuje pod prostředím Windows 3.1. Ovládání programu je podobné jako u ostatních aplikací, a proto nebude činit učitelům ani žákům potíže. V progra-

- Uživatel si může ovšem navolit jiný experiment a své vlastní nastavení si uložit pro další využití. Program automaticky kontroluje, zda nastavení odpovídá typu experimentu a v případě nesrovnalostí oznámí toto zjištění uživateli. Rovněž je zkontrolována funkčnost všech čidel, aby nemohlo dojít k nesprávnému provedení experimentu či zablokování počítače.

chlosti a zrvo



Program je přizpůsoben i k vedení protokolu a fyzikálním měření při práci žáků na laboratorních úlohách. Karta DT není vázána pouze na použití se soupravou Vzduchová dráha. Kartu lze použít na spínání libovolného obvodu s napětím 5 V a proudem do 5 A a k současnému načítání osmi nezávislých digitálních veličin z libovolných snímačů. Bližší informace o možnosti připojení Vaší „Vzduchové dráhy“ a demonstrační verzi programu můžete získat na adrese – RNDr. František Špilák, Pedagogická fakulta JU, Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice. Předpokládaná cena karty DT (včetně propojovacího kabelu), software (plus manuál) a souboru metodických návodů na experimenty je 7000–12000 Kč (podle provedení karty DT).

Závěrem lze říci, že experimentální souprava *Vzduchová dráha s připojením na PC* je didakticky vhodným experimentálním zařízením pro vyučování kinematiky hmotného bodu a tuhého tělesa na středních školách. Proto se předpokládá, že bude využívána ve vyučování fyziky v plném rozsahu. Z odborně metodického hlediska mají experimenty na Vzduchové dráze značně vysokou účinnost z toho důvodu, že všechny demonstrovány pohyby jsou přímo a bez časových ztrát vyhodnocované kvantitativně formou tabulek a grafů, což dosud žádá (pro školy finančně dostupná pomůcka), zaměřená na uvedený tematický celek, neumožňovala.

rotační energie a okamžitá rychlost na vozíkové dráze

Vojtěch Stach, Michal Šerý

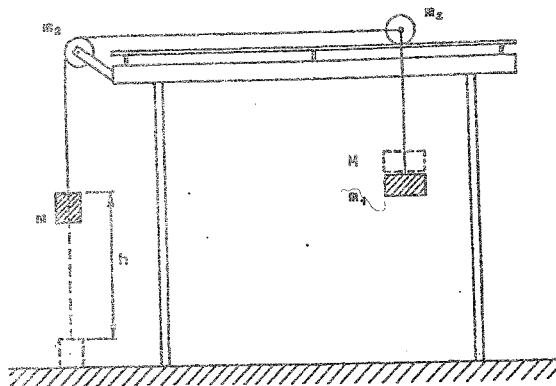
V tomto příspěvku si chceme všimnout vlivu rotační energie na rychlost pohybu vozíku na vozíkové dráze. Nezbytnou roli přitom hraje úloha matematiky. Jak je to s matematikou při výuce fyziky dnes?

- a) Matematika se zejména využívá při řešení fyzikálních úloh.
- b) Matematika se užívá při laboratorních úlohách a ve fyzikálním praktiku.
- c) Málo se využívá matematiky při řešení problémových úloh spojených s experimentem.

Zejména tato třetí možnost je při dnešní výuce na střední škole málo využívána. Argument, že experiment a příslušné matematické operace zabere hodně času, je relativní, protože se při takto pojaté výuce probere a procvičí problematika zkoumaného jevu mnohem kvalitněji než provedením pouhého experimentu a nebo pouhého výpočtu. Pro ilustraci zde provedeme následující úlohu.

Po vodorovné dráze se pohybuje vozík (obr. 1), který se skládá z kolečka hmotnosti m_2 a tělesa hmotnosti m_1 , které je na něm zavěšeno. Celková hmotnost vozíku je tedy $M = m_1 + m_2$. Vozík je tažen přes kladku hmotnosti m_2 závažím hmotnosti m .

- 1) Uvolníme-li vozík v určité poloze, bude se pohybovat rovnoměrně zrychleně a po ujetí dráhy h nabude rychlosti v_1 .
- 2) Na vozík přidáme těleso hmotnosti M , takže celková hmotnost vozíku je $2 \cdot M$. Hmotnost závaží na závěsu zvětšíme na $2 \cdot m$. Po projetí dráhy h bude mít vozík rychlost v_2 .



obr. 1: Po vodorovné dráze se pohybuje vozík s proměnnou hmotností

Uřete: Rychlosti v případech 1) a 2) porovnejte a případnou odchylku zdůvodněte.

Poznámka: Hmotnost závěsu zanedbáváme a pro kolečka předpokládáme moment setrvačnosti $J = \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot r^2$. Ve skutečnosti má vozík dvě kolečka, která zde pro jednodušší výpočet neuvažujeme.

Řešení:

Vyjádříme pro případ 1) zákon zachování energie (tření neuvažujeme):

$$W_1 = m \cdot g \cdot h \quad \text{potenciální energie, uvolněná při pohybu závaží,}$$

$$W_2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 + \frac{1}{2} \cdot M_2 \cdot v_1^2 \quad \text{kinetická translační energie závaží o hmotnosti } m \text{ a vozíčku o hmotnosti } M = m_1 + m_2,$$

$$W_3 = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot J \cdot \omega_1^2 = \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot v_1^2 \quad \text{rotační energie koleček, kde } \omega_1 = \frac{v_1}{r} \text{ a } J = \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot r^2.$$

Platí zákon zachování energie

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 + \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot v_1^2 + \frac{1}{2} \cdot M \cdot v_1^2 = \frac{1}{2} \cdot (m + M + m_2) \cdot v_1^2$$

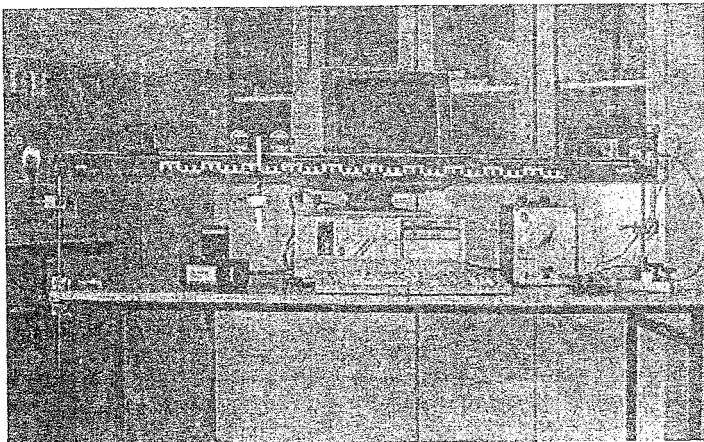
a odtud

$$v_1^2 = \frac{2 \cdot m \cdot g \cdot h}{m + M + m_2}.$$

V případě 2) při použití zákona zachování energie stačí uvážit, že m se změní na $2 \cdot m$ a M se změní na $2 \cdot M$. Pro rychlost v_2 pak dostaneme vztah

$$v_2^2 = \frac{2 \cdot 2 \cdot m \cdot g \cdot h}{2 \cdot (m + M) + m_2} = \frac{2 \cdot m \cdot g \cdot h}{m + M + \frac{m_2}{2}}.$$

Srovnáme-li výrazy pro v_1^2 a v_2^2 dostaneme $v_2 > v_1$.



obr. 2: Fotografie vozíkové soupravy s měřičem rychlosti

Rychlosti v_1 a v_2 se od sebe liší, protože jsme v případě 2) změnili hmotnost vozíku tak, jakoby hmotnosti m_1 a m_2 vykonávaly jen pohyby translační. Pokud by momenty setrvačnosti koleček byly nulové, rychlosti by se v obou případech rovnaly. Tuto skutečnost lze velmi snadno experimentálně ukázat na vozíčkové soupravě firmy Leybold pomocí elektronických stopek, nebo pomocí měřiče okamžité rychlosti vyvinutého na katedře fyziky Pedagogické fakulty JU, který je jednoduše připojen k počítači PC (obr. 2.).

Orientační měření z tohoto experimentu je uvedeno v následující tabulce.

Protokol o měření						
č. m.	$v_1 [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$			$v_2 [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$		
	1	2	3	1	2	3
1	1,097	1,081	1,089	1,114	1,114	1,114
2	1,089	1,089	1,081	1,114	1,114	1,114
3	1,097	1,081	1,089	1,114	1,114	1,114
4	1,089	1,089	1,089	1,114	1,114	1,122
5	1,081	1,089	1,081	1,122	1,114	1,114
6	1,089	1,081	1,081	1,114	1,114	1,114
7	1,081	1,089	1,089	1,114	1,114	1,114
8	1,081	1,089	1,081	1,114	1,114	1,114
9	1,081	1,081	1,089	1,114	1,114	1,122
10	1,081	1,089	1,089	1,114	1,114	1,114
Průměr	1,086	1,086	1,086	1,114	1,114	1,115
Průměr		1,086			1,114	

Literatura

1. Kašpar, E.: Didaktika fyziky, obecné otázky, SPN, Praha 1987
2. Stach, V.: Vývoj a úloha demonstračního experimentu ve vyučování fyzice, sborník ze semináře s mezinárodní účastí, Č. Budějovice 1995

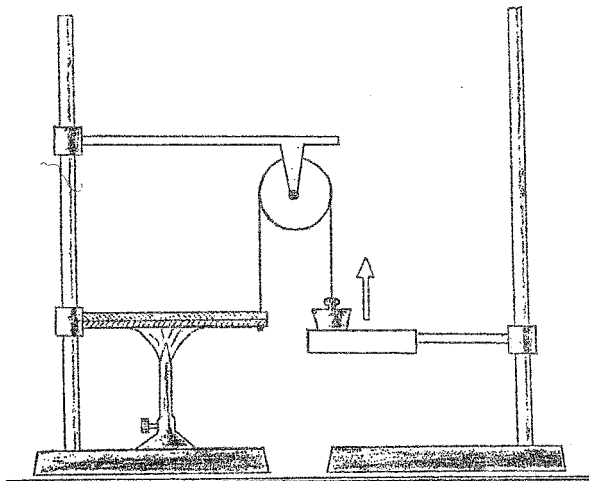
Několik pokusů

Josef Trna

1. Přeměna tepla v mechanickou práci prostřednictvím teplotní roztažnosti pevné látky

Potřeby: Bimetalový pásek, tenký drátek, závaží (několik gramů), pevná kladka, destička (asi 10×10 cm ze skla či kovu, plastu, překližky), 2 stativy s držáky, kahan.

Příprava a provedení: Na jeden stativ upevněte vodorovně bimetalový pásek tak, aby se po zahřátí ohnul dolů. Na jeho volný konec upevněte (např. do vyvrtaného otvoru) tenký drátek, který svisle vedte přes pevnou kladku, upevněnou na stejném stativu ve druhém držáku. Na volný konec drátku zavěste závaží (několik gramů). Pro přehlednost pokusu je vhodné, aby závaží viselo ve stejné výši jako bimetalový pásek. Závaží podložte destičkou, upevněnou na druhém stativu. Destička slouží jako index počáteční polohy závaží. Plamenem kahanu zahřejte bimetalový pásek – závaží je vyzdvíženo nad destičku.



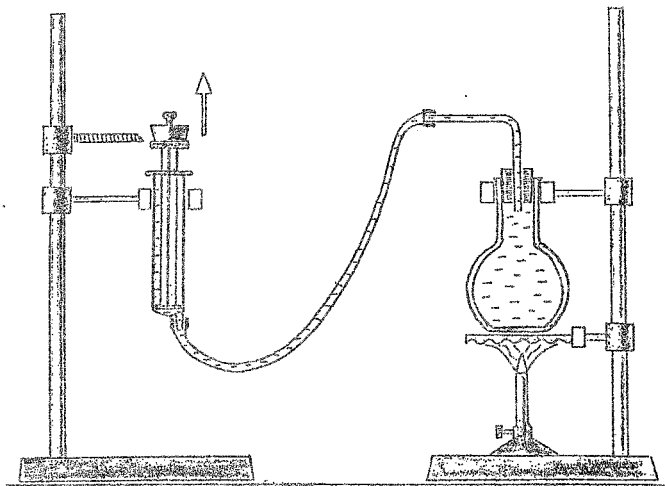
Vysvětlení: Díky rozdílnému koeficientu teplotní délkové roztažnosti kovových částí bimetalového pásku dojde k jeho prohnutí. Toto prohnutí pomocí závěsu a pevné kladky způsobí vyzdvížení závaží. Tak je demonstrován jeden z možných principů tepelných motorů, které přeměňují teplo v mechanickou práci.

Poznámka: Po ochlazení bimetalového pásku je možno proces zopakovat.

2. Přeměna tepla v mechanickou práci prostřednictvím teplotní roztažnosti kapalin

Potřeby: Baňka (asi 1 litr), obarvená voda, gumová zátka se skleněnou trubičkou, spojovací plastová hadička, plastová injekční stříkačka (5 ml), závaží (několik gramů), barevná plastová tyčinka (špejle), 2 stativy s držáky, síťka s azbestem, kahan.

Příprava a provedení: Na jeden stativ upevníte visle plastovou injekční stříkačku trnem dolů. Na tento trn navlékněte pevně plastovou (průhlednou) spojovací trubičku, jejíž druhý konec stejným způsobem napojte na skleněnou trubičku, která vodotěsně prochází gumovou zátkou. Zátka pevně uzavírá baňku, upevněnou v držáku na druhém stativu. Celý systém naplňte obarvenou studenou vodou a dobře jej odvzdušněte. Píst v injekční stříkačce před naplněním úplně stlačte na nulový objem. Na horní plošku pístu položte několikagramové závaží (vhodné je „přilepit“ toto závaží např. kouskem plastelíny). Na stativ se stříkačkou připevněte vodorovně (barevnou plastovou tyčinku nebo špejli), který nastavíte do počáteční úrovně závaží. Plamenem kahanu zahříváte baňku s vodou – píst se zvedá a závaží je tak vyzdvihováno.



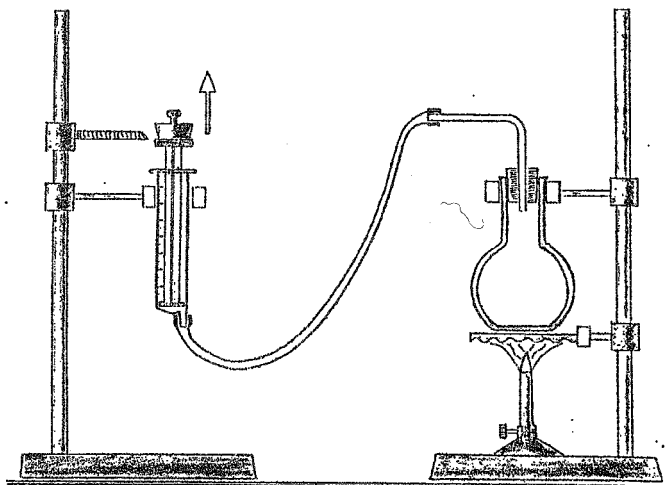
Vysvětlení: Zahřátím kapaliny dojde díky její teplotní objemové roztažnosti ke zvětšení objemu kapaliny, která zdvihne píst ve stříkačce a tím i závaží. Tak je demonstrován další z možných principů tepelných motorů, které přeměňují teplo v mechanickou práci.

Poznámka: K naplnění systému kapalinou použijte další plastovou injekční stříkačku, na jejíž trn je nasazena tenká plastová hadička – např. stažená izolace z kovového vodiče. Zátka v baňce i plastová hadička musí být pevně vtačena či nasazena, aby voda neunikala mimo systém.

3. Přeměna tepla v mechanickou práci prostřednictvím teplotní roztažnosti plynu

Potřeby: Baňka (asi 1 litr), gumová zátka se skleněnou trubičkou, spojovací plastová hadička, plastová nebo skleněná injekční stříkačka (10 ml a více), závaží (několik gramů), barevná plastová tyčinka (špejle), 2 stativy s držáky, síťka s azbestem, kahan.

Příprava a provedení: Na jeden stativ upevněte svisle injekční stříkačku trnem dolů. Na tento trn navlékněte pevně plastovou (průhlednou) spojovací trubičku, jejíž druhý konec stejně napojte na skleněnou trubičku, která vodotěsně prochází gumovou zátkou. Zátka pevně uzavírá baňku, upevněnou v držáku na druhém stativu. Píst v injekční stříkačce úplně stlačte na nulový objem. Na horní plošku pístu položte několik karamových závaží (vhodné je „přilepit“ toto závaží např. kouskem plastelíny). Na stativ se stříkačkou připevněte index (barevnou plastovou tyčinku nebo špejli), který nastavte do počáteční úrovně závaží. Plamenem kahanu opatrně zahřívějte vzduch v baňce – píst se zvedá a závaží je tak vyzdviženo.



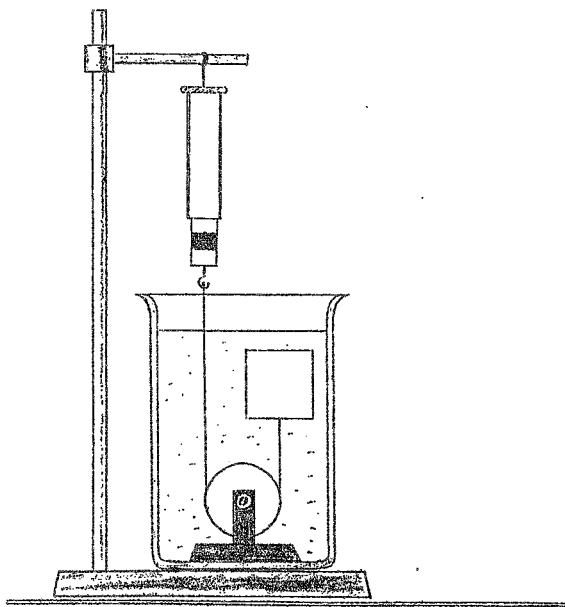
Vysvětlení: Zahřátím vzduchu dojde díky jeho teplotní objemové roztažnosti ke zvětšení objemu vzduchu, který zdvihne píst ve stříkačce a tím i závaží. Tak je demonstrován další z možných principů tepelných motorů, které přeměňují teplo v mechanickou práci.

Poznámka: Zátka v baňce i plastová hadička musí být pevně vtlačena či nasazena, aby vzduch neunikal mimo systém.

4. Vzlaková síla v kapalině

Potřeba: Polystyrénové plováky, silonová nit, kladka na zátěži, siloměry (1–5 N), stativ s držákem, kádinka či elementka (asi 2 litry), destilovaná voda, lín, roztok kuchyňské soli.

Příprava a provedení: Kladku se zátěží spustíte na dno vysoké elementky (vysoké válcové kádinky) o obsahu asi 2 litry. Nádobu umístíte na podstavnou desku stativu. Na stativ nad nádobu upevníte vodorovnou tyč (držák) a na ní zavěste siloměr (cejchovaný po desetínách newtonu s rozsahem 2–5 newtonů). Na siloměr připevníte silonovou nit, kterou provlečte kladkou v nádobě a na druhý konec přivažte polystyrénový plovák. Do nádoby nalejte vodu a délku niti upravte tak, aby celý plovák byl vynořen nad vodou (zkrácení niti nebo posunutí tyče na stativu). Plovák postupně ponořujte posouváním držáku se siloměrem po stativu. Výhylna siloměru se postupně zvětšuje.



Vysvětlení: Vzlaková síla působící na těleso ponořené v kapalině je obvykle demonstrována jako součást Archimédova zákona. Zde je ukazována samostatně jako síla, působící na těleso proti síle tíhové, se kterou se skládá. Experiment má za cíl demonstrovat následující kvalitativní i kvantitativní vlastnosti vzlakové síly:

(a) Existence a velikost vztlakové síly

Při zanedbání vlastní tíhy polystyrénového plováku výchylka siloměru indikuje existenci a ukazuje velikost vztlakové síly, kterou působí kapalina na plovák. Velikost vztlakové síly závisí na ponořené části tělesa, působí i na částečně ponořené těleso. Směr vztlakové síly zakreslete s využitím znalosti žáků o změně směru síly pomocí kladky.

(b) Nezávislost vztlakové síly na tvaru tělesa

Na stěně nádoby vyznačte polohu hladiny kapaliny při úplném ponoření plováku (rysa na cejchované kádince, samolepka, fix či jiný index). Plovák pak nahraďte plovákem jiného tvaru (válec, krychle, kvádr, koule či nepravidelné těleso) stejného objemu - hladina je stále ve výši označené indexem. Vztlaková síla nezávisí na tvaru ponořeného tělesa.

(c) Nezávislost vztlakové síly na hloubce

Měřte výšku siloměru nad hladinou vody a tak měřte hloubku, ve které je celý plovák ponořen. Vztlaková síla nezávisí na hloubce, ve které je celé těleso ponořeno (změnu hustoty kapaliny zanedbáváme).

(d) Závislost vztlakové síly na objemu ponořeného tělesa

Plovák nahraďte plovákem polovičního a dvojnásobného objemu (odměřte pomocí stupnice – indexů na stěně nádoby). Odečtěte příslušné velikosti (poloviční, dvojnásobnou) vztlakové síly. Velikost vztlakové síly je přímo úměrná objemu ponořeného tělesa.

(e) Závislost vztlakové síly na hustotě kapaliny

Původní plovák ponořte střídavě do ethanolu, destilované vody a do roztoku soli ve vodě. Při každé změně kapaliny odečtěte velikost vztlakové síly. Velikost vztlakové síly je přímo úměrná hustotě kapaliny, ve které je těleso ponořeno.

(f) Hustoměr

Do různých kapalin ponořte plovák o objemu 100 cm^3 . Hodnota vztlakové síly je rovna: $F_{vz} = \text{objem} \cdot \text{hustota kapaliny} \cdot \text{tíhové zrychlení}$, což pro destilovanou vodu je:

$$F_{vz} = 100 \cdot 10^{-6} \cdot 10^3 \cdot 10 \text{ N} = 1 \text{ N}.$$

Siloměr (rozsah 1–2 N) je tedy možno ocejchovat v jednotkách hustoty a užívat jej jako hustoměr pro měření hustoty kapalin.

Poznámka: Pokus (d) je možno nahradit postupným ponořováním (vynořováním) plováku, na kterém jsou vyznačeny části (polovina, čtvrtina atd.) jeho objemu.

Rozklad světla vodním hranolem

Eva Černá

Klad práce: velmi jednoduché provedení, rychlá demonstrace (5 min), efektní výsledek

Potřeby: plochá nádoba naplněná vodou (výška vodního sloupce cca 5-10 cm), rovinné zrcadlo (kapesní zrcátko), úzký svazek slunečního světla

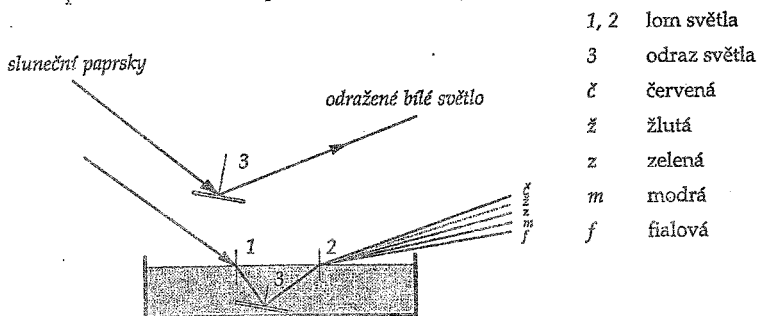
Příprava a provedení: Nádobu s vodou postavíme tak, aby na vodní hladinu dopadal úzký svazek slunečního světla. Pro demonstraci odrazu světla zrcadlem nejprve nastavíme zrcátko tak, aby se na promítací stěně (stropě, rohu místnosti) objevila bílá světelná stopa - *prásátko*.

Pro rozklad světla je třeba ponořit zrcadlo pod vodní hladinu a pootočením promítnout na promítací stěnu (strop, roh místnosti) duhový pás.

Vysvětlení: Rovinné zrcadlo (rovná lesklá plocha) odráží svazek rovnoběžných paprsků opět rovnoběžně.

Při průchodu paprsku vodním hranolem dochází k rozkladu světla, protože úhel lomu je závislý i na barvě světla.

Nahoře se objeví barva červená (nejmenší index lomu), žlutá, zelená, modrozelená a na spodní části duhového pásu barva fialová (největší úhel lomu).



Hrajeme si s fyzikou

Věra Bdinková, J. Šimečková, Z. Bobek

1. Tančící potápěč (karteziánek)

Potřeby: plastová láhev (1,5 l), kapátko, kádinka s obarvenou vodou, víčko na zavařování, kružítko, nůžky

Příprava a provedení: Plastovou láhev naplníme vodou. Z víčka vystříháme kruh (průměr asi třikrát větší než průměr kapátka). Kruh po celém obvodu nastříháme (šířka asi 4 mm). Uprostřed kruhu uděláme otvor o průměru jako kapátko. Z nastříhaných částí ohneme lopatky. Kruh nasuneme na kapátko pod pružnou část. Pak do kapátka nasajeme trochu obarvené vody tak, aby plovало těsně pod hladinou. Láhev dobře uzavřeme.



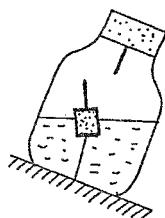
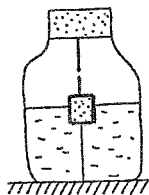
Zmáčkne-li láhev, kapátko se nejen potápí, ale i otáčí. Povolněním tlaku potápěč vyplouvá vzhůru a opět se otáčí, ale na opačnou stranu.

Vysvětlení: Stlačením láhve se zvětší tlaková síla působící na potápěče, vniká do něj voda a kapátko se pohybuje dolů. Při zmenšení tlakové síly se naopak voda z kapátka vytlačuje a to se pohybuje směrem vzhůru a otáčí se na druhou stranu.

Směr pohybu ovlivňuje výslednice vztlakové a tíhové síly, která působí na kapátko. Lopatky kola na kapátku jsou pak příčinou, proč se kapátko při pohybu dolů a vzhůru otáčí. Směr pohybu otáčení potápěče se mění, protože se mění směr výsledné síly (stlačení láhve - směr svisle dolů, povelání - směr svisle dolů).

2. Vodováha

Potřeby: lahvička se širším hrdlem, 2 korkové zátky, 2 hřebíčky, kousek plastelíny (tmelu, vodovzdorného lepidla), nit, nůžky, voda, vosk nebo parafín



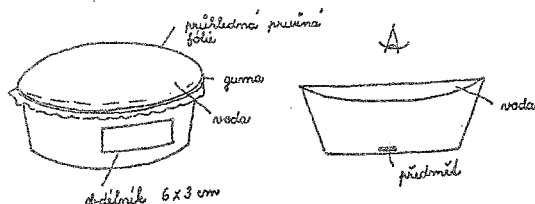
Příprava a provedení: Do menší zátky zarazíme hřebík, na kterém je přivázána nit. Druhý konec nitě přilepíme plastelínou (tmelem) doprostřed dna lahvičky. Lahvičku naplníme asi do poloviny vodou. Zátka uvázaná na niti se zvedne a špička hřebíku bude směřovat vzhůru. Do zátky, která bude uzavírat lahvičku rovněž zarazíme

hřebík, jehož špička je obrácena směrem dovnitř lahvičky. Lahvičku pak položíme na vodorovnou plochu, na které seřídíme vodováhu tak, aby hroty obou hřebíků směřovaly přesně proti sobě. Po dokonalém seřizení zalijeme horní zátku voskem.

Vysvětlení: Při jakékoli poloze nádoby je vždy volná hladina vody vodorovná. Pokud podložka není vodorovná, nebudou směřovat špičky obou hřebíků proti sobě.

3. Vodní lupa

Potřeby: kelímek od Romy, ostrý nůž, nůžky, průhledná pružná potravinářská fólie, gumička, pravítko, voda

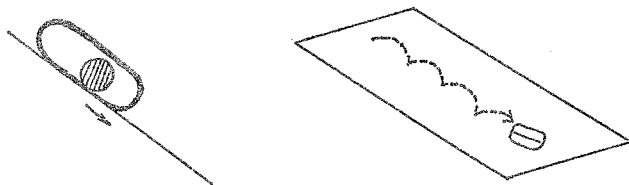


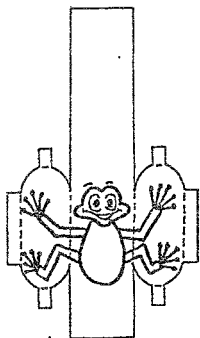
Provedení: Z boku kelímku od Romy vyřežeme otvor o rozměrech 6x3 cm. Přes okraj nádoby dáme pružnou průhlednou fólii a upevníme ji gumičkou. Lehce zatlačíme uprostřed fólie, aby se vytvořil důlek, do kterého nalijeme vodu. Fólie musí být naplněná vodou celá (výška vody uprostřed asi 1-2 cm). Otvorem vložíme do nádoby libovolný drobný předmět (prst, kousek textu,...) a pozorujeme ho přes vodní hladinu.

Vysvětlení: Blána s vodou vytvořily čočku - spojku. Pomocí takto vyrobené lupy získáme zvětšený zdánlivý obraz.

4. Skotačivá žába

Potřeby: tvrdý papír (výkres), kulička (hliněná, lépe ocelová z ložiska nebo rybářské olůvko), nůžky, tužka, lepidlo, pastelky, deska.



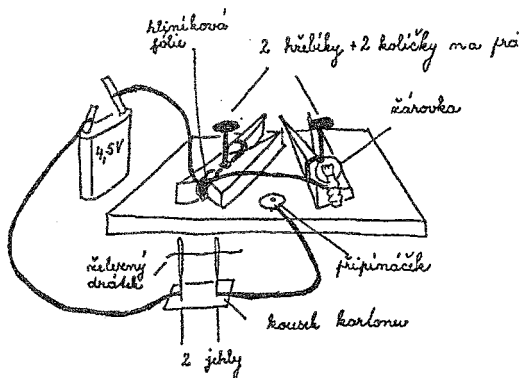


Příprava a provedení: Rozložený tvar krabičky přeneseme na tvrdý papír. Nakreslíme a vybarvíme žabičku. Podle čárkovaných čar ohneme některé části a slepíme do tvaru podle obrázku. Před zalepením poslední části vložíme dovnitř kuličku. Po zalepení poslední části a zaschnutí lepidla můžeme vidět na nakloněné rovině, jaké kousky žabka dokáže.

Vysvětlení: Krabička je podstatně lehčí než kulička. Proto se kulička na nakloněné rovině bude pohybovat větší rychlostí. Se změnou polohy kuličky v krabičce se mění poloha těžiště soustavy krabička-kulička, a to tak, aby těžiště bylo nad opěrnou plochou (oblá část). Krabička se „postaví“ a zároveň se setrvačností vychýlí ze stabilní polohy. Kulička tíhovou silou přiklopí krabičku zpět k nakloněné rovině, začne se znovu pohybovat a děj se opakuje...

5. Vlákno, které hřeje a svítí

Potřeby: kousek prkna, 2 kuličky na prádlo, baterie 4,5 V, žárovka 4,5 V, 2 hřebíčky, kousek kartónu, přepínač, 2 jehly, hliníková fólie (alobal), vodiče, železný drátek (z drátěnky).



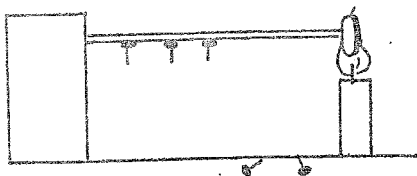
Příprava a provedení: Sestavíme el. obvod podle nákresu. Otočením kolíku umístíme žárovku na přepínač. Žárovka se rozsvítí. Pak ji posuneme na stranu a na přepínač umístíme kouli z alobalu. Dotkneme-li se drátku, zjistíme, že hřeje. Za chvíli se drátek přepálí. Jestliže pokus zopakujeme ve tmě s novým drátkem, uvidíme ho zčervenat a pak vydávat slabé světlo.

Využití: Vhodné využít při vysvětlování účinku el. proudu, funkce el. pojistky a žárovky.

6. Tepelná vodivost

Potřeby: špalíček dřeva, velký hřebík, malé hřebíčky, parafin, svíčka, zápalky, (špejle, skleněná tyčka).

Příprava a provedení: Do špalíčku dřeva zatlučeme dlouhý hřebík a postavíme ho tak,



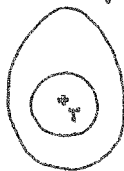
jak vidíme na obrázku. Ke spodní části hřebíku přilepíme parafínem nebo voskem několik malých hřebíčků. (Hřebíčky se nejlépe nalepují, máme-li celou soustavu otočenou.) Pod hlavičku velkého hřebíku dáme zapálenou svíčku. Sledujeme, že nejdříve odpadl hřebíček, který je nejbližší hlavičce, pak druhý, třetí,...

Vysvětlení: Teplo se předává od nahřátého konce hřebíku ke chladnějšímu a to postupně tak, jak se postupně předává kinetická energie částic velkého hřebíku.

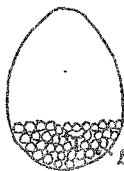
Poznámka: Pokus můžeme zopakovat se špejlí. Uvidíme trochu jiný obrázek. Konec se zapálí, ale hřebíčky budou držet. Znamená to, že dřevo vede teplo než železo. Pokus můžeme zopakovat se skleněnou tyčkou, která vede teplo lépe než dřevo.

7. Poslušné a neposlušné vajíčko

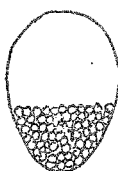
normální vajíčko



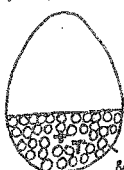
a) poslušné vajíčko



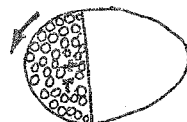
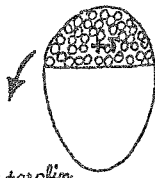
broky



b) neposlušné vajíčko



broky + parafin



Pomůcky: 2 vyfouknutá vajíčka, broky (příp. písek), parafin, lepicí páska, vaříč.

Příprava a provedení: a) Vezmeme vyfouknuté vajíčko a vnitřek pořádně promyjeme vodou a necháme vyschnout. Jeden otvor zalepíme lepicí páskou. Do skořápky nasypeme asi do jedné čtvrtiny broky (písek). Zalepíme druhou díрку a „poslušné“ vajíčko máme hotové. Můžeme ho postavit do libovolné polohy. Stačí trochu zatřepat vajíčkem v té pozici, do které ho chceme postavit. Broky se přemístí a bude zachována stabilní poloha.

b) Chceme-li udělat neposlušné vajíčko, přidáme do skořápky k brokům kousky parafínu ze svíčky. Vajíčko postavíme na jeden konec do kovového kelímku od svíčky a zahřejeme na plotýnce. Na tomto kelímku necháme vajíčko i vychladnout. Parafín se rozpustí, a když ztuhne, slepí broky a přilepí je ke skořápce. Zalepíme druhou díрку. Neposlušné vajíčko nemůžeme položit ani postavit na druhý konec. Vždy se vrátí do původní polohy.

Vajíčka můžeme barevně vyzdobit nebo z nich udělat figurky.

Vysvětlení: Každé těleso má jediné těžiště. Poloha těžiště má praktický význam. Čím je těžiště níže, tím je poloha stabilnější. Umístění těžiště závisí na rozložení látky v tělese.

Ve vajíčku je těžiště asi uprostřed, proto normální vajíčko nemůžeme postavit na žádný jeho konec. Ve skořápce, kterou jsme naplnili broky do jedné čtvrtiny, leží těžiště níže (uvnitř broků). Proto ho můžeme postavit i na špičku. Umístění těžiště můžeme měnit přesypáním broků, a tím i polohu, ve které bude vajíčko stát.

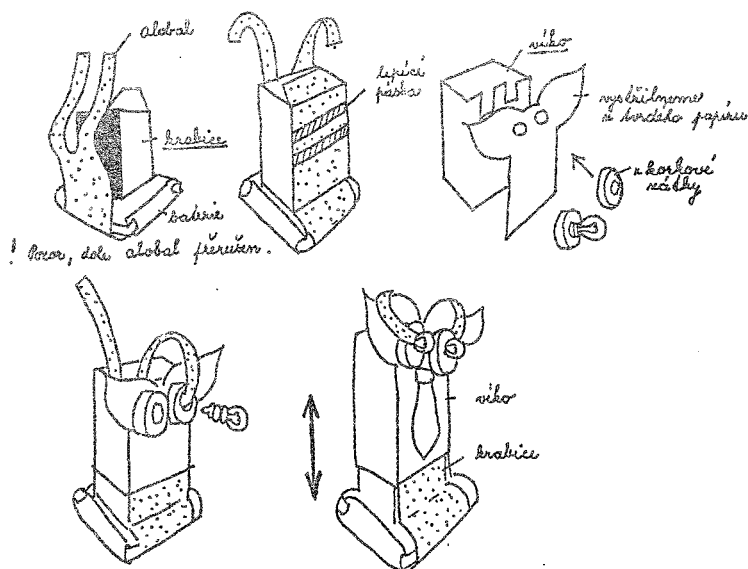
Neposlušné vajíčko má těžiště nízko položené a stále, proto je jeho poloha stabilní. Položíme-li vajíčko nebo postavíme-li ho na druhý konec, otočí se zpět do původní polohy, protože v ní je těžiště nejnižší.

8. Strašidlo z vodiče a izolantu

Potřeby: baterie 4, 5 V, velká krabička od zápalek, lepidlo, gumička, korková zátka, 2 žárovky, alobal, lepicí páska (izolepa), nůž, nůžky

Příprava a provedení: Strašidlo zhotovíme postupně podle obrázků. Posouváním horní části krabičky od zápalek docílíme blikání žárovek.

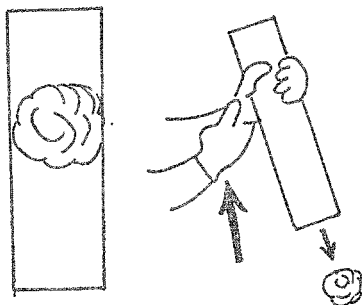
Vysvětlení: Pokud se žárovka posunutím krabičky dostane na alobal (vodič), uzavře se el. obvod a žárovka svítí. Pokud se konce žárovky dotýkají lepicí pásky (izolant), el. obvod je otevřen a žárovky nesvítí, protože neprochází el. proud.



9. Záhada kečupu

Potřeby: trubička od toaletního papíru, papír na kouli

Příprava a provedení: Vezmeme papírovou trubičku od toaletního papíru. Do středu dáme kouli papíru o stejném průměru jako trubka. Musí dobře držet na místě, ale nesmí být příliš stisknuta. Pak dáme tubu svisle a budeme klepat zeshora. Koule se v tubě pohne proti směru pohybu nahoru. Aby se koule pohnula dolů, musíme klepat na trubku zespodu.



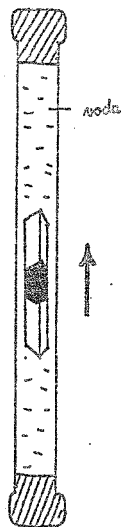
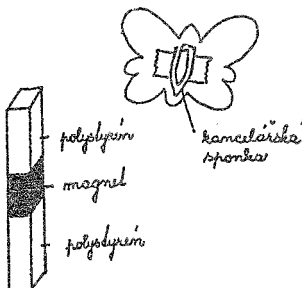
Vysvětlení: V obou případech na kouli působila setrvačnost a koule se pohnula v opačném směru než byl směr úderu. (Výsledek závisí na tření mezi koulí a stěnami trubky a na síle našeho úderu.)

Tohoto poznatku využíváme při „vyklepávání“ kečupu z láhve.

10. Kouzelný motýl

Potřeby: trubka z PVC asi 50 cm dlouhá, magnet (musí prokluzovat v trubce), 2 korkové zátky, kus polystyrénu, kancelářské sponky, lepicí páska, papír, pastelky

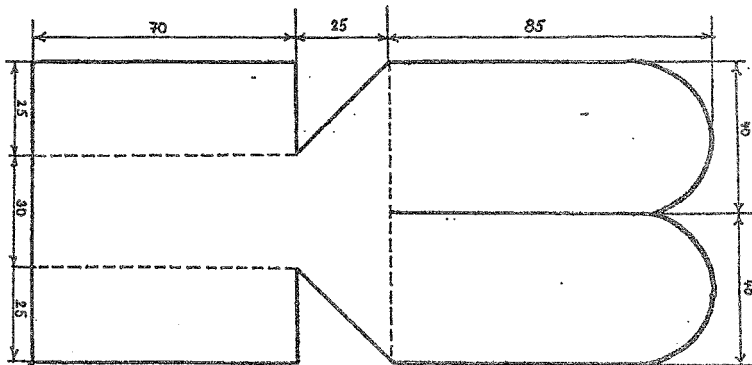
Příprava a provedení: Magnet vlepíme mezi 2 kousky polystyrénu. Jeden konec trubky uzavřeme korkovou zátkou. Trubku naplníme vodou a vložíme do ní soupravu polystyrén-magnet. Trubku uzavřeme druhou zátkou. Z papíru vystříháme motýla a ze zadní strany nalepíme lepicí páskou kancelářskou sponku. Trubku otáčíme vzhůru nohama a motýl se bude stále pohybovat nahoru.



Vysvětlení: Souprava magnet - polystyrén se chová jako plovák a bude vždy stoupat nahoru. Motýl bude sledovat změnu polohy magnetu, protože je k němu přilepena kancelářská sponka z feromagnetické látky.

11. Soubor létajících těles

a) Vrtulník

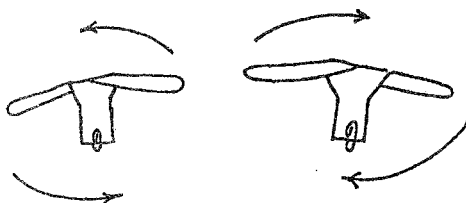


Potřeby: papír, tužka, lepidlo, nůžky, kancelářské sponky, pravítko

Příprava a provedení: Vrtulník nakreslíme na tvrdý papír podle rozměrů uvedených na obrázku. Vystříháme po plné čáře. Čárkovaná čára znamená přehybání. Část 1. přehneme a nalepíme na část 2., část 3. přehneme a nalepíme na část 1. +2. Části 4. a 5. jsou křídla, a proto je ohneme každé na jinou stranu. Vrtulník použijeme z výšky.

1. pokus: Pomocí tohoto vrtulníku můžeme sledovat, jaký vliv má jeho tíha na rychlost otáčení. Tíhu zvětšujeme přidáváním kancelářských sponek na spodní část vrtulníku. Zjistíme, že do určité hodnoty závaží rychlost otáčení vrtulníku roste, za touto hranicí padá vrtulník dolů jako každý jiný předmět.

Vysvětlení: Když vrtulník padá, vzduch ho obtéká ve všech směrech. Vzdušný proud tlačí na jeho křídla a vrtulník se otáčí. Při zvětšení závaží vrtulník padá rychleji, vzdušný proud působí silněji a rychlost otáčení je větší.

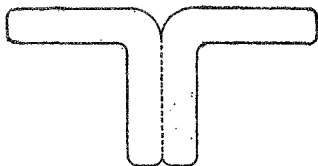


2. pokus: Pomocí tohoto vrtulníku můžeme sledovat i směr jeho otáčení. Směr otáčení změníme, když křídla ohneme na opačnou stranu. (viz obr.)

b) Bumerang

Potřeby: tvrdý papír, tužka, nůžky, lepidlo

Příprava a provedení: Obrys bumerangu překreslíme na tvrdý papír (pozn. red.: obrázek je zmenšen, rozměry udávané autorem jsou 140 x 70 mm). Podle čárkované čáry přehneme a obě části slepíme k sobě. Křídla bumerangu v prstech trochu prohne (jako křídlo).



Hotový bumerang položíme na hřbet ruky (kraj stolu) a do přečtnavající části prudce cvrnkeme tužkou. Bumerang vylétne a po opsání vzdušné dráhy se opět vrátí. Létá-li špatně, byla práce nepřesná, zejména je chybné vytvarování prohnutí křídel.

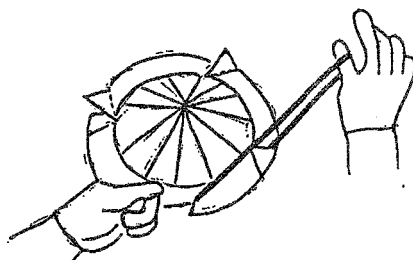
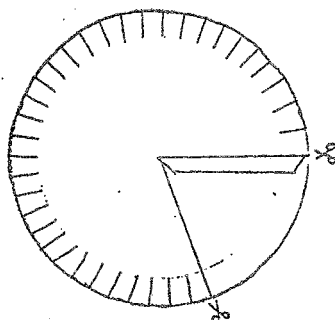
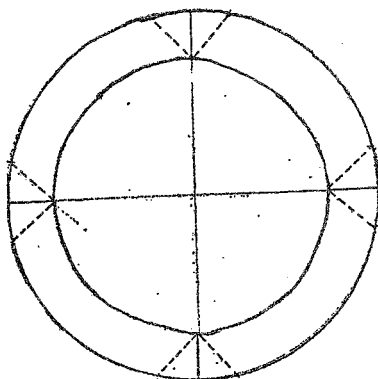
Vysvětlení: Profil křídel u bumerangu je stejný jako u křídel letadla. Vzduch jej obtéká pomaleji na spodní straně než na horní, a aerodynamická síla tak působí směrem nahoru.

Při rotaci jsou obě křídla obtékána vzduchem různými rychlostmi zleva a zprava a tlaková síla vychyluje bumerang z původní roviny vrhu. Protože bumerang nejen rotuje, ale pohybuje se i postupným pohybem, je u něho ještě efekt gyroskopický.

Diskutovat o principu letu můžeme i nad netradičními létajícími tělesy.

c) létající talíř

Rozměry kruhů mohou být libovolné. Méně lépe létají.



Potřeby: tvrdý papír, kružítko, tužka, pravítko, nůžky, klobouková gumička, lepidlo

Příprava a provedení: Z tvrdého papíru vystříháme kruh, narýsujeme 2 kolmé průměry a nakreslíme 4 dvojice křidélek (viz obr.) Křídélka střídavě ohýbáme nahoru a dolů. Z dalšího kruhu o menším

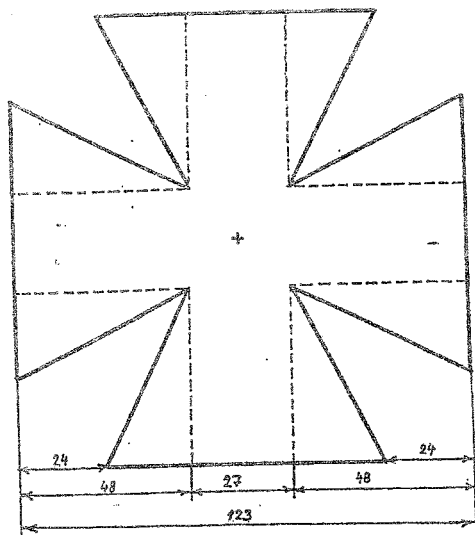
poloměru uděláme kužel a pomocí

nastříhaného okraje ho přilepíme na první kruh (viz obr.)

Talíř startujeme pomocí gumičky (nejlépe kloboukové).

d) Helikoptéra

Potřeby: tvrdý papír, nůžky, tužka, pravítko, brčko, špulka od nití, provázek, lepidlo



Příprava a provedení: Obrysy rotoru helikoptéry obkreslíme na tvrdý papír a vystříháme. Na každém listu rotoru jsou čárkovanou čarou označeny dva přehyby. Jeden ohneme nahoru a druhý dolů. Ve středu uděláme díru a nastrčíme do ní brčko, které přilepíme. Pak na brčko přivážeme nebo přilepíme špagátek, který rovněž namotáme na brčko. Brčko dáme do špulky od nití. Špulku přidržíme a druhou rukou prudce zatáhneme za špagátek. Helikoptéra vzlétne.

Vysvětlení: Roztočí-li se rotor vrtulníku, jeho přehnuté části stlačují vzduch pod sebe. Vzniká aerodynamická vztlačková síla, která zvedá helikoptéru do vzduchu.

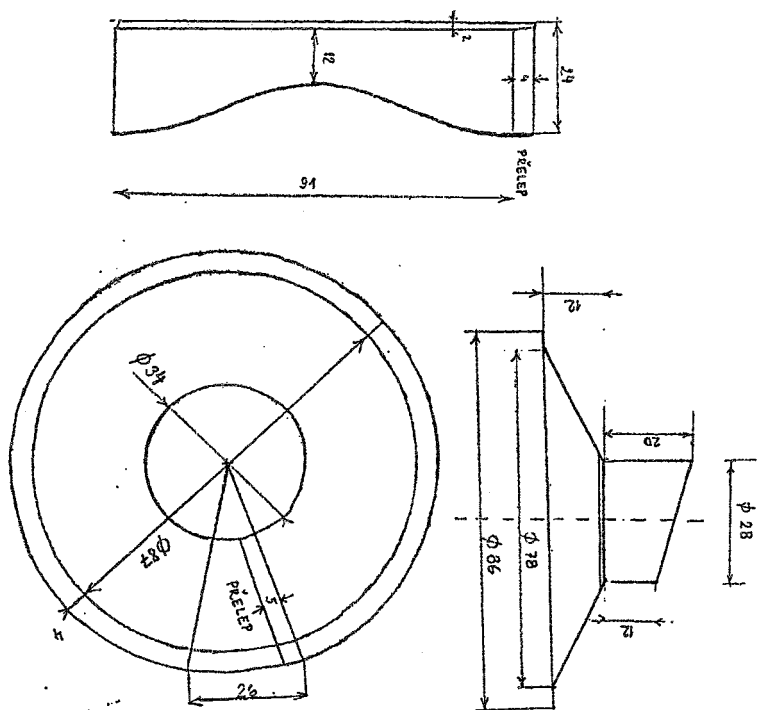
e) Vznášedlo

Potřeby: tvrdý papír, lepidlo, trubička o průměru 8-10 mm, tužka, nůžky

Příprava a provedení: Podle obrázku se zadanými rozměry obkreslíme tvary na tvrdý papír a slepíme díly. Dostaneme tak kolmý kužel a šikmo seříznutý válec, které k sobě přilepíme. Vyšší část válce musí být u místa přelepu kužele, aby tato strana byla těžší. Trubičkou o průměru 8-10 mm (může být slepena i z papíru) foukáme do otvoru vznášedla shora. Vznášedlo se nadzvedne a bude se pohybovat směrem dopředu těžší částí.

Jako podložku je nejlépe použít sklo.

Vysvětlení: Vznášedlo se udržuje v malé výšce nad hladkou plochou proudem vzduchu hnáným pod vznášedlo.



Využití hračky "jeřáb" při zavádění pojmů: pohyb, práce, výkon, energie.

Jitřenka Nováková

Potřeby:

Hračka jeřáb, 2x el. články 1,5 V, měřítka, stopky, závaží, avomet, měřicí hroty.

Příprava a provedení:

Žáci měří potřebné hodnoty veličin a sestavují úlohy sami.

Demonstrace (využití pro 7. ročník)

Pohyb tělesa

Pohyb i klid tělesa jsou relativní - volba vztažné soustavy, např. jeřáb - Země, jeřábník - výtah.

Rozdělení pohybů:

a) podle způsobu přemístění

- posuvný (translační), např. kladka po výložníku (ramenu) - otáčivý (rotační), např. výložník

b) podle tvaru trajektorie

- přímočarý, např. hák při zvedání břemena - křivočarý, např. hák při uvedení výložníku do pohybu

c) podle rychlosti

- rovnoměrný, např. kabina výtahu

- nerovnoměrný, např. posuv celého jeřábu.

Využití pro řešení příkladů použitím vzorců pro dráhu, rychlost, čas. Např. určení průměrné rychlosti pohybu kabiny výtahu, určení doby potřebné k přemístění předmětu za určitých podmínek a určení dráhy, po které se pohybuje přemísťovaný předmět za určitých podmínek.

Demonstrace (využití pro 8. ročník)

Využití pro řešení příkladů použitím vzorců pro práci, výkon, energii. Např. určení práce vykonané při zvednutí předmětu do určité výšky, určení výkonu jeřábu, určení polohové (potenciální) energie.

Demonstrace (využití pro 9. ročník)

Využití pro řešení příkladů použitím vzorců pro el. odpor, el. práci, el. příkon z naměřených hodnot proudu a napětí pro elektromotorek. Využití při opakování, shrnutí učiva od 6. ročníku, např. fyzikální veličiny, vzorce, aplikace zákonů (např. zákona setrvačnosti, zákona zachování energie).

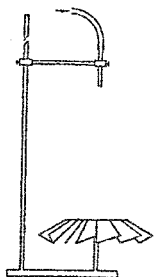
Dva školské pokusy

Břetislav Patř

Snížení tlaku při proudění plynu

Potřeby: Lehká kovová vrtulka, stativ s hrotem, tryska o průměru 3 mm s hadičkou.

Příprava a provedení: Vrtulku zhotovíme z hliníkové fólie 0,1 mm (tiskařský kovolis) tak, aby průměr rovné střední části byl 30 mm a celkový průměr 60 mm. Fólii ohýbáme tak, aby celá plocha listů byla pod úrovní rovné části. Střed zesílíme plným materiálem, aby hrotové ložisko bylo hlubší a odolnější proti poškození.

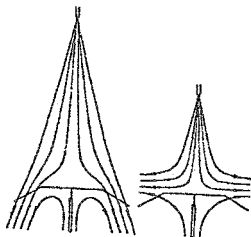


Vrtulku nasadíme na hrot stativu. Trysku umístíme na druhou část stativu tak, aby osa otáčení vrtulky splývala s osou trysky a aby bylo možno plynule měnit výšku h trysky nad vrtulkou.

Trysku nastavíme tak, aby $h = 25$ cm. Při mírném foukání ústý do hadičky se vrtulka roztočí ve směsu odpovídajícímu sklonu listů. Pak výšku změníme na $h = 10$ cm. Vrtulka se roztočí v obráceném směsu. Je vhodné ukázat, že k tomu nedojde při nasávání vzduchu ústý. Existuje zřejmě určitá hraniční výška h_0 , při které nedojde k otáčení vrtulky. Při

uvedených rozměrech vrtulky a trysky je $h_0 = 15$ cm. Pokusně tuto výšku určíme.

Vysvětlení: Je-li $h > h_0$, dochází k obtékání podle obr. a), kdy tlak vzduchu proudícího na listy shora je větší než atmosférický, který působí zdola. Rozdíl obou tlaků způsobuje na jednotlivých listech tlakové síly, které vyvolávají souhrnný moment, způsobující otáčení v příslušném směsu.



a)

b)

Je-li $h < h_0$, je vrtulka obtékána podle obr. b). Proudící vzduch nenaráží přímo na listy, ale způsobuje snížení tlaku působícího shora pod úroveň tlaku atmosférického. Výsledný moment má pak opačnou orientaci a vrtulka se točí v opačném směsu.

Při $h = h_0$ je tlak shora stejný jako atmosférický, výsledný moment je roven 0 a vrtulka se netočí.

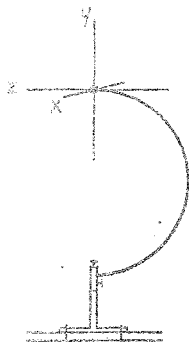
Poznámka: Mají-li mít jednotlivé fáze pokusu jednoznačný průběh, není vhodné zjednodušit provedení tak, že trysku držíme pouze rukou.

Skládání harmonických kmitů

Potřeby: Pružný (mosazný) drát o průměru 2 mm, délky 45 cm, ohnutý do tvaru polokružnice, opatřený na konci polystyrenovou kuličkou s průměrem 10 mm,

statky připevněný k desce demonstračního stolu, dřevěná tyčinka s pryžovou paličkou, svíslá tmavá stěna jako pozadí pro pozorování.

Příprava a provedení: Do stabilního stojanu upevníme pružný drát podle obrázku tak, aby jej bylo možno postupně natáčet podle osy y .



Vhodným vychýlením drátu z nulové polohy nebo úderem gumovou paličkou vyvoláme postupně vlastní kmity ve směrech os x , y , z . Reprezentantem kmitů je bílá polystyrenová kulička, jejíž pohyb je dobře pozorovatelný, neboť příslušné frekvence vyvolávají světelné stopy.

Ve směru osy x vyvoláme kmity odpovídající $1/4$ a $3/4$ vlny na délku drátu, ve směru osy y kmitů odpovídající $1/4$ vlny a úderem gumovou paličkou v blízkosti upevnění drátu kmitů s akustickou frekvencí. Drát otočíme podle osy y o 90° a ve směru osy z vyvoláme kmitů odpovídající $1/4$ vlny.

Skládání kmitů předvádíme současným nebo postupným vyvoláváním libovolných dvojic nebo trojic uvedených druhů kmitů ve směrech jedné, dvou nebo tří os. Výsledný

pohyb volného konce drátu pozorujeme prostřednictvím kuličky v přímce a rovině nebo prostoru v podobě plošných nebo prostorových křivek.

Princip superpozice předvedeme tak, že nejprve vyvoláme kmitů ve směru osy x a pak kmitů akustické ve směru osy y . Ty jsou utlumeny dříve a v závěru pozorujeme samostatně kmitů původní.

Vysvětlení: Těleso může vykonávat současně různé druhy kmitů s různými frekvencemi i amplitudami. Dochází při tom k jejich skládání, přičemž je respektován princip superpozice. Výsledný pohyb tělesa je charakterizován příslušnými křivkami.

Poznámka: Technické provedení pokusů nezajišťuje stejné časové a amplitudové podmínky pro skládání kmitů při vícenásobném opakování. Výsledné křivky se proto v jednotlivých případech liší, jejich charakter však zůstává stejný.

Bernoulliho rovnice

Jitka Pelcová

Potřeba: Skleněný trychtýř rozevřející se pod nepřliš velkým úhlem (asi 66°), míček na stolní tenis, krátká gumová hadička (asi 10 cm) spojující trychtýř s vodovodním kohoutkem, dostatečně silný proud vody z vodovodního kohoutku.

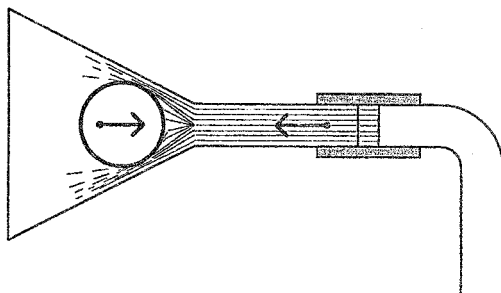
Gumovou hadičku nasadíme na dolní (úzkou) část trychtýře. Druhý konec hadičky nasadíme na vodovodní kohoutek. Pustíme proud vody, který volně protéká trychtýřem. Míček na stolní tenis vložíme do proudu vody, co možná nejvýš, a míček pustíme. Míček rychle poskakuje (s malými výchylkami), naráží na trychtýř a nepatrně se oddaluje. To se v rychlém sledu opakuje.

Vysvětlení: Z Bernoulliho rovnice $p = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 = \text{konst.}$ plyne, že při ustáleném

proudění kapaliny je součet tlaku v kapalině a kinetické energie objemové jednotky kapaliny stálý. Čím větší je rychlost proudící kapaliny (toho dosáhneme zúžením trubice), tím menší je tlak v kapalině ve zúženém místě. Při určité rychlosti toku kapaliny může být tlak v kapalině menší než atmosférický tlak a v trubici nastane podtlak. Proudící kapalina „nasává“ v našem případě míček. Vložením míčku do proudu vody až do střední části trychtýře se značně zmenší prostor, kterým voda proudí. Při obtékání vody okolo míčku se její rychlost značně zvýší a míček je přitahován k trychtýři. Tím se ale na okamžik trubice trychtýře uzavře, míček není „nasáván“ proudem vody a tlak vody ho od stěn trychtýře oddálí. Znovu nastane obtékání vody okolo míčku a celý děj se opakuje. Míček neustále naráží na trychtýř a oddaluje se.

Poznámky: 1. Při předvádění pokusu před větším počtem diváků je nutné, aby byl vodovodní kohoutek dostatečně vysoko nad výlevkou. Je třeba, aby byl trychtýř nad úrovní výlevky.

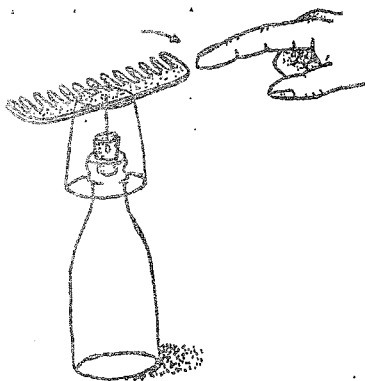
2. Pro lepší viditelnost je dobré použít barevný míček.



Kouřelný hřeben

Vojtěch Ondrušek

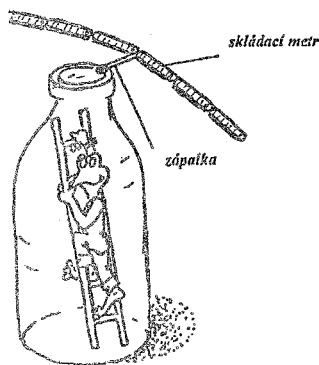
Potřeby: láhev od limonády, korková zátka, jehla na šití, sklenice od hořčice, hřeben, kleště



Příprava a provedení: Pomocí kleští vetkněte do zátky jehlu ouškem dovnitř a potom zátku zasuňte do hrdla láhve. Na špičku jehly usad'te obrácenou sklenici. Hřebenem si pročes'te vlasy a potom jej položte na dno obrácené sklenice. Přiblížte ke konci hřebenu prst. A hle, hřeben se otáčí za prstem.

Vysvětlení: Prst, přisunutý k nabitému hřebenu, se nabije opačným nábojem než hřeben (elektrostatická indukce). Proto se hřeben přitahuje k prstu. V prstu indukovaný souhlasný náboj je odveden do země. Pozor, po pokusu vytáhněte jehlu ze zátky.

Nerozumný skládací metr



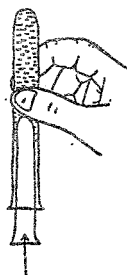
Potřeby: skládací metr, zápalka, nůž, skleněná láhev (např. od mléka)

Příprava a provedení: Seřzněte zápalku a zasuňte ji doprostřed skládacího metru (u značky 50 cm). Nyní metr na koncích mírně zahněte do oblouku. Hlavičku zápalky položte na hrdlo láhve a zvětšováním nebo zmenšováním oblouku se snažte metr uvést do rovnováhy. Trochu si pohrajte, určitě se to podaří.

Vysvětlení: Zajímavý výsledek! Skládací metr zahnutý do oblouku má těžiště uvnitř oblouku. Při vhodném nastavení v místě, kde se nachází hlavička zápalky. A jak už určitě víte, těleso podepřené v těžišti je v rovnováze. Je to velmi poučný a názorný

pokus!

Obrácený plovák



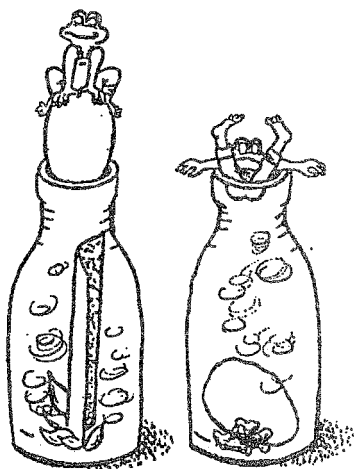
Potřeby: dvě zkumavky nebo lékovky

Příprava a provedení: Sežeňte si dvě zkumavky nebo lékovky, které do sebe zapadají (ne moc těsně). Větší zkumavku naplňte vodou a zasuňte do ní asi do poloviny menší zkumavku. Nyní celek obraťte a držte pouze vnější (větší) zkumavku. Co pozorujete? Vnitřní zkumavka se vtáhne sama dovnitř. Jak tento jev vysvětlit?

Vysvětlení: Když vyléváme vodu z láhve, vniká dovnitř náhradou za vytekoucí vodu vzduch. U „obráceného plováku“ vzduch nemůže unikat podél stěn. Vniká proto středem a tlačí s sebou i vnitřní zkumavku. Zamyslete se nad tím, které síly nedovolují vzduchu pronikat do vnější zkumavky (povrchové napětí, tření o stěny, kapilární síly).

Kouzelné vajíčko

Potřeby: püllitrová láhev od mléka, natvrdo uvařené a oloupané vajíčko, proužek novinového papíru (asi 10 cm), zápalky, elektrický nebo plynový vaříč, voda

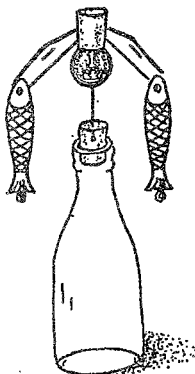


Příprava a provedení: Proužek papíru zapalte, vhodte do láhve a na hrdlo co nejrychleji položte připravené vajíčko špičkou dovnitř. A teď už pozorně sledujte překvapující chování vajíčka. To nejdříve na hrdle nadskakuje, poté je vtlačeno celé do láhve!

Vysvětlení: Při hoření papíru se vzduch v láhvi zahřívá, zvětšuje svůj objem a uniká z láhve. Jakmile hoření skončí, tlak plynů v láhvi začne klesat. Vejce je proto větším vnějším tlakem vzduchu vtlačeno dovnitř. A jak dostat vajíčko z láhve opět ven? Láhev obraťte a zahřejte ji proudem horké vody. Zvýšeným tlakem plynů v láhvi je vajíčko vytlačeno ven. Pokus se vám bude lépe dařit, když hrdlo natřete stolním olejem. Navrhněte způsob, jak dostat vařené a oloupané vejce do láhve a potom z láhve bez použití plamene.

Návod: využijte horkou a studenou vodu. Mnoho úspěchů v bádání!

Koruna na hrotu jehly



Potřeby: dvě korkové zátky, láhev od limonády, mince, jehla, dva stejné kapesní nože, kleště

Příprava a provedení: Do korkové zátky udělejte opatrně nožem zářez a do něho zasuňte minci. Do zátky zapíchněte souměrně dva stejné kapesní nože. Do druhé zátky vetkněte pomocí kleští jehlu ouškem dovnitř. Zátku s jehlou zasuňte do hrdla láhve. Korunu nyní usadíte na hrot jehly.

Vysvětlení: Koruna stojí na hrotu jehly, protože těžiště celku (mince, zátka, nože) leží pod opěrným bodem. Podobných pokusů existuje celá řada. Pokuste se sami nějaký vymyslet a sestavit!

Vztlaková síla a chování těles v kapalině

Josef Duhajský

Potřeby: Čerstvé vejce, průhledná nádoba, sůl, voda, lžice.

Příprava a provedení: Do nádoby nalejeme vodu a dáme do ní vejce. Pokud je čerstvé, klesne ke dnu. Nasypeme do nádoby větší množství soli. Postupným rozpouštěním soli (mícháním) dosáhneme toho, že vejce se bude v roztoku vznášet a posléze se částečně vynoří nad hladinu.

Vysvětlení: Vztlaková síla v kapalině závisí na hustotě kapaliny. Čerstvé vejce má větší hustotu než voda, proto klesne ke dnu nádoby. Rozpouštěním soli dosáhneme nejprve stavu, kdy se vejce vznáší (hustota vejce se rovná hustotě roztoku), a později částečného vynoření vejce nad hladinu (hustota roztoku je větší než hustota vejce).

Poznámky: Míchání nesmí být příliš intenzivní (roztok zneprůhlední). Je vhodné nechat provádět pokus žáky v několika skupinách. Pokud není vejce čerstvé, vynoří se už v čisté vodě.

Jednoduchá buzola

Jaroslav Hejnyš

Potřeby: Korková zátku, nůž, jehla, magnet, skleněná miska, voda

Příprava a provedení: Korkovou zátku ořežeme nožem tak, aby byla vysoká 3 až 4 cm. Potom křížem přes střed uděláme nožem rýhu velikosti jehly. Nyní musíme zmagnetizovat jehlu. Pozor je to jemná operace. Vezmeme jehlu a asi 20 krát s ní přejedeme jeden konec magnetu. Přitom však dbáme na to, aby jsme třeli stejným směrem a pokaždé se vrátíme na začátek opisující malý půlkruh nad magnetem. Nyní nám zbývá upevnit jehlu na korek, a ten položit na vodu v nádobě. A vidíme, že naše buzola ukazuje na sever. Můžeme si vyzkoušet jak se naše buzola bude chovat v blízkosti magnetu. Zajímavé bude i umístění buzoly do kovové nádoby.



Vysvětlení: Každý magnet má dva póly. Země je také vlastně jeden velký magnet. A opačné póly magnetu se přitahují.

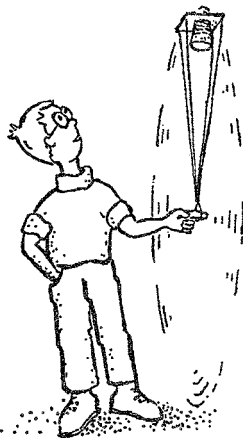
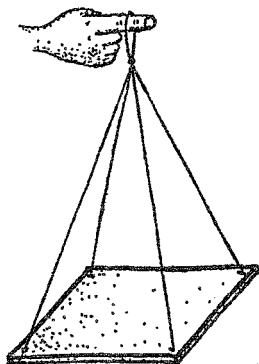
Poznámka: Každý žák si může vyrobit svojí buzolu a hned si ji vyzkoušet v praxi. A každý pedagog ví, že to co si děti sami osahají a vyzkouší, si také lépe pamatují.

Odstředivá síla

Stanislav Lánský

Potřeby: Destička ze sololitu o rozměrech 9 x 6 cm, kladívko, hřebík, pevná nit, průhledný kelímek s umělé hmoty, barvivo na vejce, voda, různé mince a další pevná tělesa

Příprava a provedení: Vyřízneme ze sololitu destičku o rozměrech 9 x 6 cm. V rozích uděláme hřebíkem čtyři otvory. Každým otvorem provlékneme nit a pevně přivážeme k destičce. Všechny čtyři nitě svážeme asi 50 cm od destičky a ještě přidáme smyčku pro navléknutí na prst. Destička musí být po zavěšení ve vodorovné poloze. Na destičku položíme minci, destičku mírně rozhoupeme a roztočíme ve vodorovné rovině. Otáčení ukončíme zhoupnutím. Mince zůstane na svém místě. Pokus můžeme obměnit tak, že přidáváme další mince nebo jiná pevná



tělesa. Dále použijeme průhledný kelímek s obarvenou vodou. Voda se z kelímku nevylije.

Vysvětlení: Při roztočení tělesa na provázku cítíme v ruce sílu, kterou se těleso snaží vzdálit od středu kruhové dráhy (odstředivá síla). Naše ruka pociťuje tah, musí působit silou proti němu (dostředivá síla). Velikost odstředivé síly závisí na hmotnosti obíhajícího tělesa, na frekvenci otáčení a na poloměru otáčení.

Poznámka: V praxi mluvíme o odstředivé síle vždy, když je těleso puzeno ven ze své kruhové nebo křivočaré dráhy. Zásobárnou těchto jevů jsou například nejružnější poutové atrakce.

Fyzika na špičce jehly

Václav Votruba

Potřeby: Dvě jehly na šití, nit, Petriho miska s vodou, kousek korku, žárovka s objímkou, dva vodiče, plochá baterie, dvě korkové zátky, mince, dvě vidličky, láhev

Provedení: Nejjednodušší je pokus, který je jistě každému znám z učebnice fyziky pro šestou třídu. Jehlu navlekneme na nit, konec nitě držíme na lavici. Ke špičce jehly přiblížíme magnet a zvedáme tak, aby nit zůstala napjatá a jehla se nedotýkala magnetu. Tím dokážeme, že v okolí magnetu je magnetické pole.

Zmagnetujeme dvě jehly, které jsou navlečeny na nitích. Pak se pokusíme přiblížit jehly na nitích k sobě špičkami, špičkou a očkem.

Zmagnetovanou jehlu zapíchneme do malého kousku korku a dáme do Petriho misky, ve které je voda. Podle polohy Slunce na obloze a jehly určíme, kde má jehla severní a kde jižní pól. A celé zařízení nám slouží jako kompas. S druhou zmagnetovanou jehlou můžeme vyzkoušet jak se chovají souhlasné a nesouhlasné magnetické póly. Můžeme se přesvědčit, že magnetem se staly i ocelové předměty, které leží delší dobu v magnetickém poli Země. Když položíme do blízkosti „jehlového kompasu“ vodič, kterým bude procházet elektrický proud, poznáme to, co poznal již Hans Christian Oersted 21. července 1820.

A můžeme jehlu uložit. Aby se nám neztratila, zapíchneme ji do korkové zátky. Přitom necháme žáka spočítat, jak je velký tlak na špičce jehly, která má průměr 0,1 mm a vyvineme-li sílu 5 N. Pokud je nechceme tolik obtěžovat, dáme jim pouze otázku, proč je snadnější zapíchnout jehlu do korku špičkou než ouškem při stejném silovém působení.

Pokud se nám podaří jehlou korkovou zátku propíchnout, máme vyhráno. Špička bude na jedné straně zátky jen viditelná a na druhé straně zátky ouško uštípne nebo ulomíme. Pak položíme na minci ze slitiny hliníku zátku tak, aby se hrot jehly dotýkal kovu. Silně udeříme na zátku kladívkem větší hmotností a jehla proděraví minci. Setrvačnost a korek uchrání jehlu před zlomením.

Když se nám nechce jehlu zničit, zastrčíme ji do korkové zátky ouškem. Zátku pak dáme do láhve. Do zářezu v druhé zátku dáme minci. Těžiště celé soustavy (zátky s mincí) snížíme tím, že do zátky zapíchneme vidličky. A mince se dá snadno postavit na špičku jehly.

Mimo uvedené způsoby použití jehly se s ní dá také šít.

Hydraulický lis – louskáček na ořechy

Milan Macek, G. Macková

Demonstruje se činnost hydraulického lisu. Síla, kterou lis vyvine, postačí k rozlousknutí vlašského ořechu. Pokus je vhodný pro zařazení do výuky fyziky v 7. třídě základní školy.

Pomůcky: 1 ks injekční stříkačka 2,5 ml, 1 ks injekční stříkačka 20 ml, spojovací hadička (např. HS 1,8x450 LL), 2 ks chemický stojan s příslušenstvím, vlašské ořechy s měkkou skořápkou.

Obě injekční stříkačky propojíme spojovací hadičkou. Stříkačky naplníme vodou tak, aby ve větší stříkačce byly přibližně 2 ml vody a menší stříkačka byla zcela zaplněna vodou. V prostoru pod písty nesmí vzniknout vzduchové bubliny. Stříkačky upneme do chemických stojanů ve svislé poloze vždy dvěma svírkami. Na vrchní plochu pístu stříkačky o objemu 20 ml umístíme vlašský ořech a svrchu jej k pístu přitiskneme svírkou připevněnou ke stojanu.

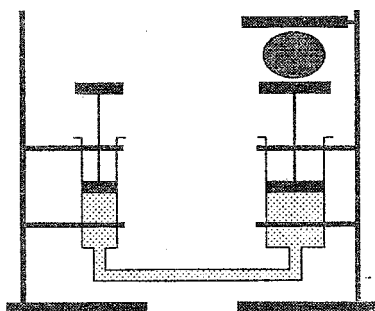
Demonstrujeme: Stiskneme píst injekční stříkačky o menším průměru. Síla, kterou vytvoří píst o větším průměru, stačí k rozdrčení skořápky vlašského ořechu.

Na základě pozorování je možné odvodit podmínku rovnováhy na hydraulickém lisu:

Označíme S_1 obsah menšího pístu, S_2 obsah většího pístu, F_1 sílu působící na menší píst, F_2 sílu působící na větší píst.

Platí: $p_1 = \frac{F_1}{S_1}$ a $p_2 = \frac{F_2}{S_2}$.

Z Pascalova zákona plyne, že $p_1 = p_2$, tedy $F_1 = F_2 \cdot \frac{S_1}{S_2}$.



Obr.: Model hydraulického lisu.

Ve shodě s učebnicí fyziky [1] můžeme formulovat závěr: Kolikrát zvětšíme obsah pístu, tolikrát zvětšíme i sílu, kterou na něj kapalina působí.

Poznámka: Pokus nelze provést jako měrný a vypočtený výsledek tak ověřit, protože tření mezi pístem a stěnou válce, které v uvedených vztazích neuvažujeme, zmenšuje tlakovou sílu pístu.

Literatura:

[1] Macháček, M.: Fyzika pro 7. ročník základní školy, II. díl. SPN Praha, Praha 1991, str.: 46.

Var vody za sníženého tlaku vzduchu

Frontální demonstrace ukazuje var vody za sníženého tlaku vzduchu. Žáci pracují ve dvojicích.

Pomůcky: 15 ks kádinka 50 ml, 15 ks injekční stříkačka 20 ml, varná konvice.

Ve varné konvici ohřejeme vodu k bodu varu a nalijeme žákům do kádinek.

Žáci provedou demonstraci pod vedením učitele. Při práci je nutné postupovat velmi opatrně, protože hrozí nebezpečí opaření horkou vodou. Proto vždy pracuje jeden žák a druhý jeho činnost pozoruje. Pracovat je nutno rychle, protože teplota vody rychle klesá a s její snižující se teplotou je jev méně patrný.

Do injekční stříkačky nasají žáci přibližně 10 ml horké vody. Prstem uzavřou sací otvor, stříkačku drží svisle a druhou rukou táhnou za píst stříkačky až do jeho krajní polohy. Snížením tlaku v prostoru pod pístem dojde k varu vody, který se projeví vystupováním bublin páry z kapaliny. Unikající pára za chvíli vyplní



Obr.: Demonstrace varu vody.

prostor pod pístem a proto velmi rychle var ustane.

Demonstrace hydraulického zařízení

Demonstruje se přenos síly kapalinou. Pokus je vhodný pro zařazení do výuky fyziky v 7. třídě základní školy.

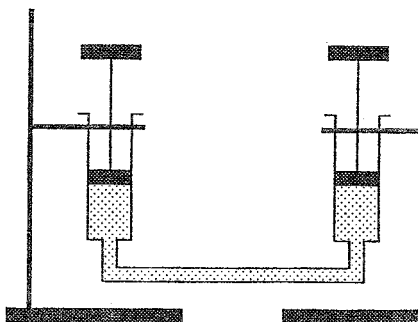
Pomůcky: 2 ks injekční stříkačka 20 ml, spojovací hadička (např. HS 1,8x450 LL), 2 ks chemický stojan.

Obě injekční stříkačky propojíme spojovací hadičkou. Stříkačky naplníme vodou tak, aby jejich písty byly přibližně v polovině jejich rozsahu a v prostoru pod písty nevznikly vzduchové bubliny. Stříkačky upneme do chemických stojanů ve svislé poloze.

Demonstrujeme: Stlačení jednoho pístu dojde k vysunutí pístu druhého. Síla, kterou působíme na jeden píst, se kapalinou přenáší na druhý píst. Ukážeme, že toto

hydraulické zařízení pracuje nezávisle na poloze obou pístů a nezávisle na způsobu vedení spojovací hadičky.

Poznámka: V prostoru pod pístem je možné vytvořit vzduchovou bublinu a ukázat špatnou funkci hydraulického zařízení, například hydraulické brzdy (pružení).



Obr.: Demonstrace hydraulického zařízení.

Hustota kapalin

Alena Miosgová

Potřeby: Sklenice, zkumavka, voda, olej

Příprava a provedení: Sklenici naplníme do dvou třetin vodou a dolejeme asi centimetrovou vrstvu oleje. Pomocí zkumavky máme odstranit olej z vody, aniž bychom se dotkli sklenice. Okraj zkumavky pečlivě natřeme olejem, zkumavku naplníme vodou, otvor zakryjeme palcem a dnem vzhůru ponoříme do sklenice. Když okraj zkumavky co nejvíce přiblížíme k hladině, voda začne vytékat a na její místo proudí olej. Zkumavku naplněnou olejem vyndáme obdobně jako jsme ji ponořili.

Vysvětlení: Voda má větší hustotu než olej, a proto klesá dolů a na její místo se dostává olej.

Oscilátor se slanou vodou: ukázka oscilací s rostoucí amplitudou

Zdeněk Kluiber, Hudec, Němec

Zadání úlohy: nádobka s malým otvorem ve dně obsahující slanou vodu je částečně ponořena do velké nádoby s čistou vodou a upevněna. Vysvětlíte pozorovaný periodický děj.

Potřeby: nádoba kvádřového tvaru (objem větší než 1 l), do níž lze vpasovat plastový kelímek (objem cca 0,2 l), jehla (o tloušťce do 1 mm), nit, barvivo pro odlišení roztoků (např. manganistan draselný), sůl, voda.

Provedení: nejprve prorazíme jehlou ve dně kelímku otvor. Takto upravený kelímek upevníme do kádinky. Připravíme si roztok soli a obarvíme jej (místo roztoku soli je možné obarvit čistou vodu v kádince). Otvor v kelímku utěsníme jehlou a naplníme kádinku čistou (popř. obarvenou) vodou. Do kelímku nalijeme slaný roztok tak, aby rozdíl obou hladin byl minimální (hladina v kelímku by měla být výše než hladina v kádince). Poté vytáhneme jehlu z otvoru ve dně kelímku, čímž umožníme periodické přetékání kapalin. Pro projekci celého pokusu je vhodné použít diaprojektor a spojnou čočku (viz obrázek).

Vysvětlení: Pokud nepůsobí obě kapaliny v otvoru stejným hydrostatickým tlakem (tzn. kapaliny nejsou v rovnovážném stavu), dojde k toku kapaliny z jedné nádoby do druhé.

Válec vody pod otvorem (tzn. válec se stejným obsahem S podstavy jako otvor a s výškou h_c) můžeme považovat za kompaktní těleso o hmotnosti $m = S \cdot h_c \cdot \rho_A$. Na toto těleso působí hydrostatické síly F_1, F_2 ($F_i = h_i \cdot \rho_i \cdot g \cdot S, i = 1, 2$), gravitační síla $F_g = m \cdot g$ a vztahová síla $F_{vz} = S \cdot h_c \cdot \rho_B \cdot g$ (pokud voda proudí nahoru, je $\rho_A = \rho_2, \rho_B = \rho_1$, v opačném případě je $\rho_A = \rho_1, \rho_B = \rho_2$). Celková síla působící na těleso tedy je $F = F_1 - F_2 + F_{vz} - F_g$ (kladné znaménko odpovídá síle působící nahoru). V okamžiku, kdy je tato síla nulová, dojde k odtržení tělesa a voda zároveň začne téct na opačnou stranu.

Je třeba definovat veličinu h_c udávající výšku válcového tělesa: musíme přitom rozlišit, zda voda proudí

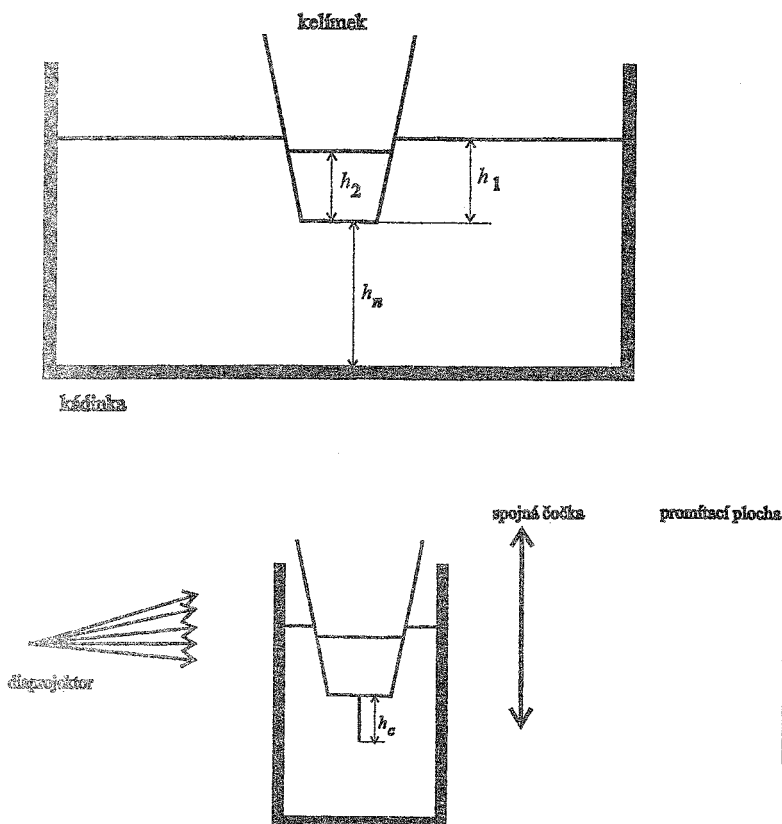
- 1) nahoru: pokud je výška vody v kelímku cca $h_2 < 10$ cm, pak $h_c = h_2$, jinak se proud vody rozpadne v jisté výšce $h_p = h_2$ a pak $h_c = h_p$;
- 2) dolů: je-li vzdálenost den cca $h_n < 10$ cm, pak $h_c = h_n$, v opačném případě (proud vody se rozpadne ve výšce h_r) je $h_c = h_r$.

Sestavením příslušné diferenciální rovnice (2. řádu) typu $y'' + a^2 \cdot y = b$ (tzn. rovnice kmitání s $a, b \neq \text{konst.}$, kde y' značí rychlost proudu vody) a modelováním zjistíme,

že daný systém nejenže kmitá neharmonicky (zřejmě z toho, že $a, b \neq \text{konst.}$), ale také s rostoucí amplitudou (omezena třením v kapalině).

Samořejmě se nejedná o jakési perpetuum mobile, ale o to, že hustota kapaliny v horní nádobě klesá, tzn. systém ztrácí potenciální energii, která se přeměňuje na energii kinetickou.

Pozn.: Je nutné, aby otvor měl vhodnou velikost - řádově desetiny mm. Při větším otvoru nutně dojde k ustavení dvou protiběžných proudů, při menším se na otvor často nalepí bublinka vzduchu, která znemožní přetékání kapalin.



Spadnou současně?

Lenka Slabá

Potřeby: Papírová roura od toaletního papíru, svíčka hrobnička, dvě desetihaléřové mince, tuš, štětec, včelí vosk, zápalky.

Provedení: Na vnitřní stěně papírové roury natřeme černou tuší plošku 3 x 4 cm. Po zaschnutí v tomto místě, ale vně roury, přilepíme včelím voskem desetihaléř. Druhý desetihaléř přilepíme do stejné výšky také vně roury, ale na nezačerněné místo. Přes svíčku hrobničku položíme 2 špejle, zapálíme svíčku, na špejle postavíme rouru s mincemi. Po 3 - 4 minutách odpadne mince umístěná u tmavé plošky, druhá odpadne později.

Vysvětlení: Jde o přenos tepla sáláním a pohlcování tepla černou plochou a proto se vosk u ní rozehtřeje dříve a mince dříve odpadne.

Poznámka: Lze použít i parafín, ale jeho teplota tání je vyšší.

Vnitřní energie - pohyb částic v látce

Jiřina Cvachová

Potřeby: třída ochotných žáků

Příprava a provedení: Žákům připomenou učivo 6. třídy - látky se skládají z částic. Částice se pohybují.

„Zahrajeme si teď na částice. Každý z vás představuje jednu částici v krystalické mřížce. Seďte se do krystalické mřížky.“

Žáci jsou překvapeni, ale utvoří víceméně pravidelný útvar. Strkají do těch, kteří kazí pravidelné uspořádání.

„Nevadí, krystalická mřížka mívá ve skutečnosti také vady. Teď si předvedeme teplotu absolutní nuly. (Někteří žáci ví, kolik je to asi stupňů Celsia.) Částice se téměř nepohybují.“

Vždy se najde někdo, kdo strčí do druhého nebo se pohne.

„Vidím, že s vámi se nedá dosáhnout 0 K, ve skutečnosti to také ještě nikdo nedokázal. Budeme raději zvyšovat teplotu, částice se pohybují stále více, ale zůstávají na svých místech. Právě jsme dosáhli teploty tání, částice se uvolňují ze svých míst, proplétají se mezi sebou - ale neutíkáme pryč! Tvoříme loužičku! Teplota se zvyšuje, nejrychlejší částice se uvolňují a pohybují se po celé třídě. A máme tady plyn!“

Poté žáky pošlu na místa. Po uklidnění je nechám znovu popsat, jak se chovají částice v pevné látce, plynu, kapalině.

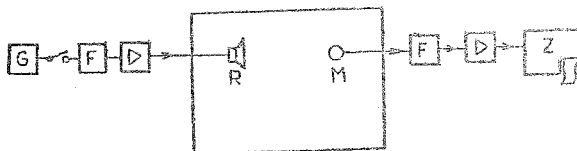
Pokus je vhodný zejména pro třídy se slabšími žáky, ale stejně ochotně jej předvádí i studijní třídy. Pokud pošleme mezi „krystalickou mřížku“ dva, tři elektrony s pokynem strkat do ostatních, můžeme předvést zahřívání vodiče průchodem elektrického proudu.

Měření doby dozvuku ve školní třídě

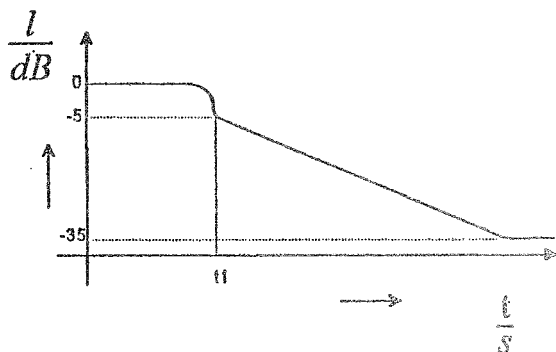
Tomáš Hofrichter

Uzavřené prostory určené k poslechu hudby nebo řeči, případně obou těchto přirozených akustických signálů, mohou vykazovat značné rozdíly z hlediska kvality poslechu. Přestože doba dozvuku není jako objektivní veličina jedinou, která určuje poslechové podmínky v sálech, je v současné době veličinou nejčastěji měřenou. Doznívání způsobené mnohočetnými odrazy od stěn je totiž nejnápadnějším jevem při poslechu v uzavřeném prostoru.

Standardní doba dozvuku (dále jen doba dozvuku) je definována jako doba, za kterou poklesne po vypnutí zdroje efektivní hodnota akustického tlaku v daném místě na 10^{-3} původní hodnoty (tj. hladina akustického tlaku poklesne o 60 dB). Standardní metodu měření doby dozvuku zachycuje obrázek 1.



Obr. 1: Blokové schéma standardní metody měření doby dozvuku



Obr. 2: Ideální průběh poklesu hladiny akustického tlaku po vypnutí zdroje

Měřicí zařízení tvoří generátor šumového signálu G, třetiooktávový filtr F, zesilovač, reproduktor s všesměrovou vyzařovací charakteristikou R, mikrofon M, třetiooktávový filtr F a hladinové záznamové zařízení Z. Akustický výkon zdroje musí být tak velký, aby hladina akustického tlaku dosáhla odstupů minimálně 40 dB od hladiny hluku pozadí ve všech vyšetřovaných kmitočtových pásmech. Po vybuzení sálu pásmovým šumem se zapojí záznamové zařízení, které zapisuje hladinu akustického tlaku. V jistém okamžiku se zdroj zvuku vypne a záznamové

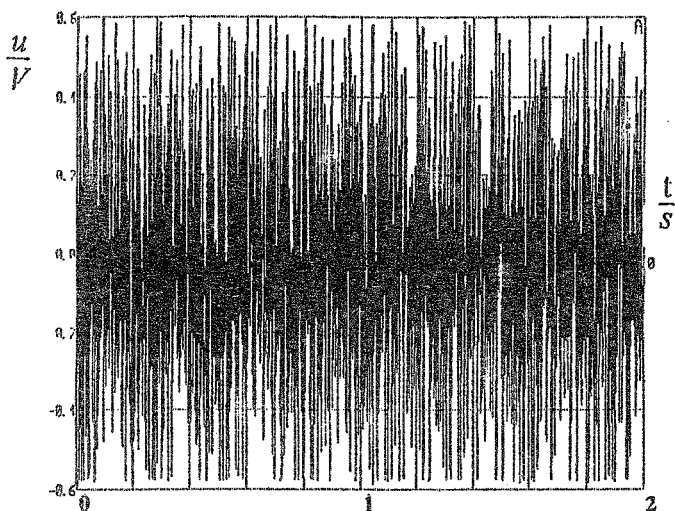
zařízení zakreslí pokles hladiny akustického tlaku s časem. Ideální průběh této křivky je znázorněn na obrázku 2.

Jak je z obrázku patrné, vlivem absence přímých vln přicházejících od zdroje poklesne hladina akustického tlaku po vypnutí zdroje v čase t_1 skokem a následuje dozívání, které se projeví přibližně lineárním poklesem hladiny akustického tlaku v sále. Poklesová křivka se v úseku -5 dB až -35 dB proloží přímkou a extrapolací do -65 dB se jednoduše odečte doba dozvuku.

Při měření následujících grafů bylo použito měřicího systému IPCOACH a měřicího mikrofonu dodávaného s touto soupravou. Pro vybudení třídy bylo použito pokojového zesilovače s dvěma reproduktory, každý o výkonu 25 W. Měření bylo provedeno v učebně o rozměrech 6,5 m, 7,4 m, 3,9 m, s nečalouněnými sedadly a nábytkem.

Vlastní experiment lze provádět v několika krocích.

1. Vybudíme místnost signálem a na monitoru zobrazíme časový průběh okamžité hodnoty akustického tlaku (obr. 3).

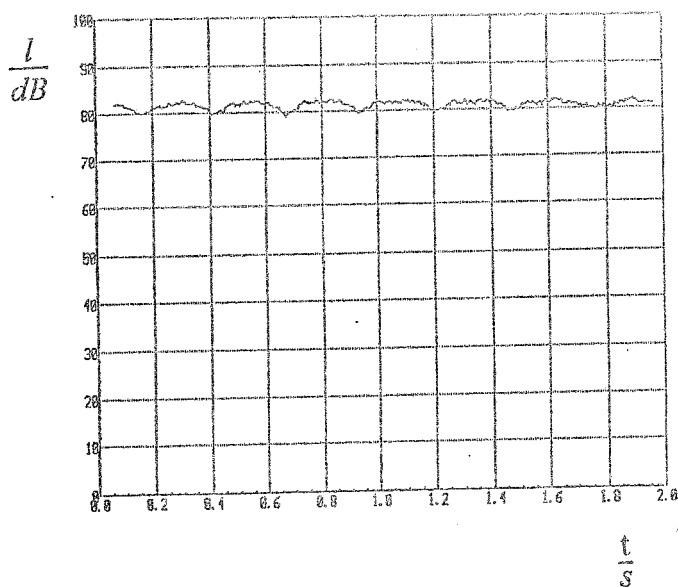


Obr. 3: Průběh okamžité hodnoty akustického tlaku

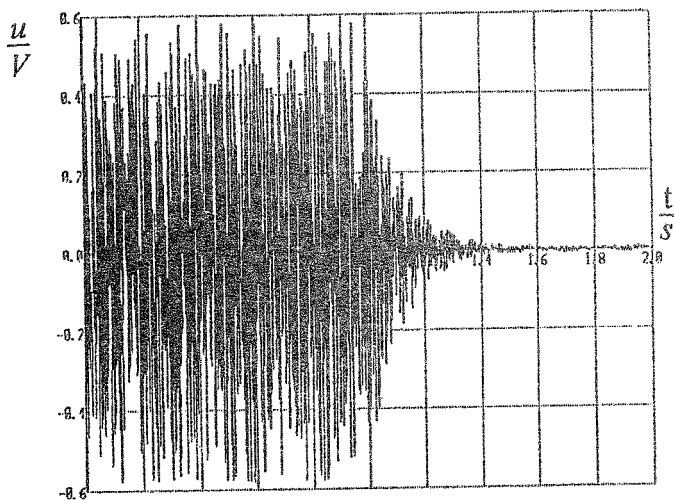
2. Z časové závislosti přepočítáme hladinu akustického tlaku a zobrazíme ji na monitoru (obr. 4). Hladina akustického tlaku je definována vztahem:

$$L = 20 \cdot \log \frac{p_{ef}}{p_0},$$

kde $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa je hodnota akustického tlaku prahu slyšitelnosti.

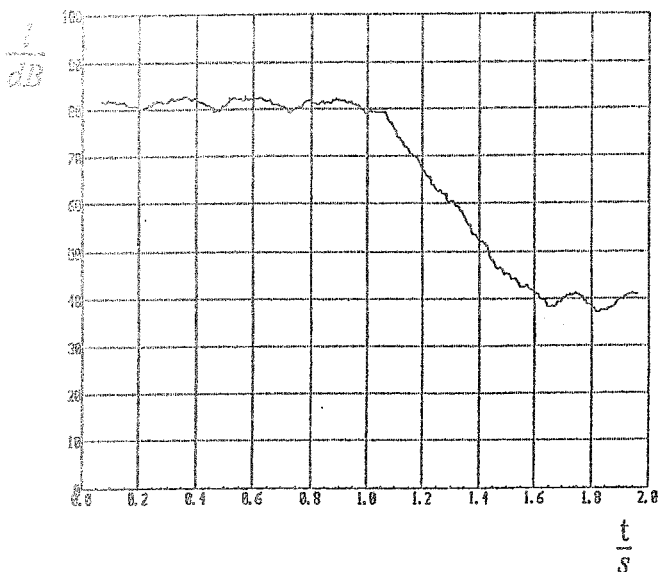


Obr. 4: Průběh hladiny akustického tlaku



Obr. 5: Průběh okamžité hodnoty akustického tlaku

3. Vybudíme místnost, spustíme měření a poté zdroj zvuku vypneme. Na monitoru zobrazíme časovou závislost okamžité hodnoty akustického tlaku. Její amplituda bude nyní exponenciálně klesat (obr. 5).
4. Opět numericky vypočteme časovou závislost hladiny akustického tlaku. Dostaneme poklesovou křivku z obrázku 2 (obr. 6).



Obr. 6: Průběh hladiny akustického tlaku

5. Proložíme poklesovou část přímkou a provedeme výpočet doby dozvuku. V našem případě vychází doba dozvuku $T = 0,7$ s.
6. Rozmístěním studentů v místnosti, případně zatažením závěsů, změníme činitele zvukové pohltivosti stěn, a tím i dobu dozvuku místnosti, a provedeme opět měření doby dozvuku.

Magnetické kleště

Milan Slabý

Potřeby: Kleště zmagnetované tak, že ramena mají opačnou polaritu, malé kousky plíšků z magneticky měkké oceli, magnetka.

Příprava a provedení: Čelisti rozevřených kleští přiblížím k plíškům tak, aby se na ně přichytily a kleště mírně zvednu. Potom kleště zavřu a plíšky od nich odpadnou.

Vysvětlení: Zmagnetizované kleště jsou magnetem. Jedna čelist je severní a druhá jižní pól magnetu (lze dokázat magnetkou). Při zavření kleští se magnetický účinek v oblasti čelistí zesílí a plíšek odpadne.

Poznámka: Lze provádět jako frontální pokus nebo ukázat prostřednictvím zpětného projektoru.

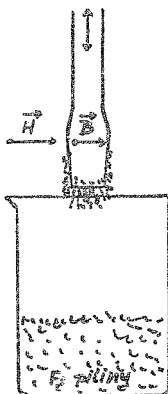
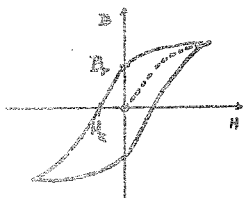
Problémová otázka: Jak pokus dopadne, budou-li ramena kleští zmagnetována se stejnou polaritou?

Kartotéka videopokusů, magnetická hysterese

Vlastimil Šmíd

Potřebý kádinka s železnými pilinami, železná tyčinka (šroubovák), silný magnet

Připrava a provedení: před předváděním pokusu zkontrolujeme, zda nemá železná tyčinka zbytkový magnetismus. (Zbavíme se jej tak, že v těsné blízkosti magnetu otáčíme tyčinkou a pomalu ji od magnetu vzdalujeme. Při ponoření do železných pilin na ní nesmí piliny ulpívat.)



Závislost magnetické indukce na intenzitě magnetického pole v železe si můžeme ukázat pomocí magnetu a železných pilin. Intenzitu magnetického pole budeme měnit vzdalováním a přibližováním silného permanentního magnetu. Velikost magnetické indukce v železné tyčince budeme sledovat pomocí železných pilin, které se budou zachytávat na železné tyčince. (Využijeme úměrnosti mezi magnetickou indukcí a magnetickou silou.)

Pokus provedeme tak, že opakovaně noříme železnou tyčinku do pilin a pomalu přibližujeme permanentní magnet (natočený severním nebo jižním pólem k tyčince). Na zprvu čisté tyčince se začne zachytávat postupně větší a větší hrozen pilin. Magnet pomalu vzdálíme, piliny začnou odpadávat. Tyčinka však zůstane zmagnetovaná. Sledujeme remanentní magnetickou indukci při vymizení intenzity vnějšího magnetického pole. Vzdálený magnet otočíme (přepólujeme) a opět začneme přibližovat. V určité vzdálenosti odpadnou i poslední zbytky pilin. Magnetická indukce je nulová a intenzita magnetického pole má hodnotu koercitivní intenzity magnetického pole. Při dalším přibližování magnetu začne hrozen pilin opět narůstat a celý děj můžeme opakovat.

Poznámka: tyčinku noříme do kádinky s železnými pilinami během celého pokusu, jako bychom na ni chtěli „nabrat“ co nejvíce železných pilin.

Pokus s magnetickou hysteresí je součástí „Kartotéky videopokusů“. Hlavní myšlenkou této kartotéky je shromáždit krátké videozáznamy fyzikálních pokusů. Ty mohou být použity při výkladu nebo pro doplnění časově nebo jinak technicky náročného pokusu. Mohou sloužit i jako návod pro předvádění pokusu. Soubor zatím obsahuje necelých 50 pokusů na čtyřech kazetách - Elektřina a magnetismus, Mechanika pohyb, Mechanika kmitání a Hydromechanika.

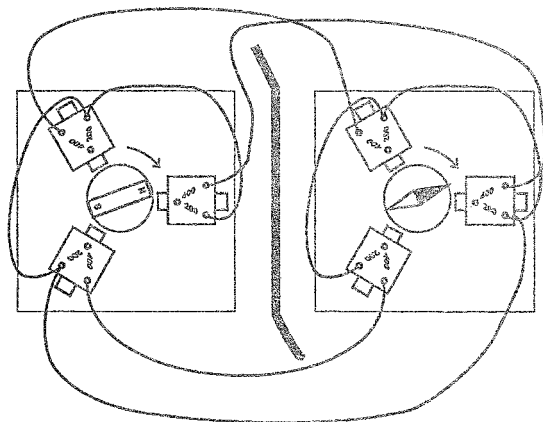
Vznik točivého magnetického pole a jeho působení na magnetku

Václav Mařík

Potřeby: 6 ks cívek - 600 závitů, 6 ks jader cívek (obojí ze soupravy SET III), 3 ks tyčových magnetů, magnetka (obojí ze žákovských souprav pro magnetismus), válcové pouzdro z plexiskla, dvě dřevotřískové desky o rozměrech cca 250 x 250 mm, plech z měkké oceli cca 3 x 100 x 300 mm, 4 vodiče.

Příprava a provedení: cívky se upevní na obě dřevotřískové desky tak, aby osy jejich jader svíraly úhel 120 stupňů. Na jedné desce je v průsečíku těchto os střed plexitového válce s vloženými tyčovými magnety. Válec je upevněn tak, aby se mohl volně otáčet podle své osy, jádra cívek musí být zajištěna proti posunutí a musí být co nejbližší u válce, ale při otáčení válce se ho nesmějí dotýkat. Na druhé desce je v průsečíku os jader cívek střed magnetky, která se může volně otáčet.

Jedním vodičem, který představuje nulový vodič třífázového rozvodu, spojíme na obou deskách vždy jeden konec vinutí všech tří cívek a potom spojíme takto propojené cívky na obou deskách a spojíme příslušné fáze. Cívky na každé desce jsou spojeny „do hvězdy“. Vzdálenost mezi deskami by měla být taková, aby otáčející magnety nepůsobily bezprostředně na magnetku. Proto je vhodné odstínit nežádoucí magnetické pole plechem z měkké oceli. Pokud je vše správně sestaveno, stačí otáčet plexitovým válcovým pouzdrem, kde jsou vloženy tři tyčové magnety se souhlasně orientovanými póly. Magnetka se na druhé desce bude také otáčet



Vysvětlení: při tomto pokusu lze například změnit smysl otáčení magnetky záměnou fázových vodičů. Takto je možno vysvětlit vznik otáčivého magnetického pole.

Laboratorní práce: Určení povrchového napětí vody pomocí objemu jedné kapky.

Vlasta Podlahová

Potřeby: injekční stříkačka, posuvné měřítko, malá nádobka, voda nebo jiná kapalina, teploměr (teplota pro hustotu vody)

Postup práce:

- několikrát změříme posuvným měřítkem průměr výtokové trubičky
- do stříkačky natáhneme měřitelný objem kapaliny
- vykapáváme kapalinu po kapkách a ty odpočítáváme
- po vykapání známého objemu V zaznamenáme počet kapek n
- opakujeeme několikrát a zaznamenáváme do tabulky
- z každého měření vypočítáme objem jedné kapky V_k
- z průměrné hodnoty V_k dále vypočítáme povrchové napětí vody

označení veličin:

ρ - hustota kapaliny

F - síla povrchového napětí

V - objem vykapané kapaliny

g - tíhové zrychlení

d - průměr otvoru

n - počet kapek

G - tíha kapky

V_k - objem jedné kapky

σ - povrchové napětí

odvození vztahu:

$$F = G$$

$$F = \sigma \cdot l$$

$$l = \pi \cdot d$$

$$F = \pi \cdot d \cdot \sigma$$

$$G = \rho \cdot V_k \cdot g$$

$$\pi \cdot d \cdot g = \rho \cdot V_k \cdot g$$

$$\sigma = \frac{\rho \cdot V_k \cdot g}{\pi \cdot d}$$

Poznámky: Tuto úpravu práce volím proto, že hmotnost jedné kapky se pracně a zdlouhavě určuje - je potřeba mít celkem přesné laboratorní váhy a navíc je vážení náročné na čas. Proto jsem použila umělohmotnou nádobku od injekční stříkačky na jedno použití. Lze na ní lehce zjistit nabrání i vykapání objemu kapaliny. Výsledky měření jsou celkem dobré.

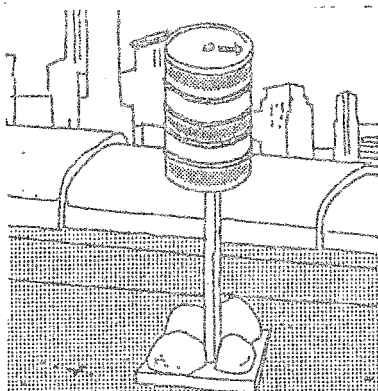
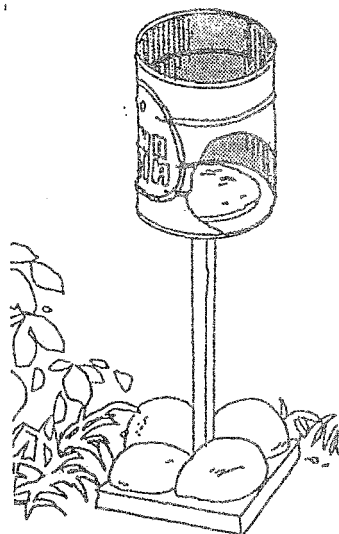
V první části práce měříme popsanou metodou povrchové napětí vody, v druhé části měříme povrchové napětí jiné kapaliny pomocí povrchového napětí vody z objemu 30 kapek.

Několik jednoduchých pokusů s ekologickou tematikou

Iva Vojkůvková

Jednoduchost těchto pokusů spočívá jak v použitých pomůckách, tak v námětu. Provedení těchto pokusů může oživit výuku nebo posloužit pro domácí „projekty“ žáků ZŠ, resp. nižšího gymnázia. Studenti se přitom naučí plánovat experiment, vést o něm záznamy a vyvozovat závěry ze zjištěných výsledků. O potřebě ekologické výchovy netřeba zde diskutovat

1. Sledování znečištění ovzduší.

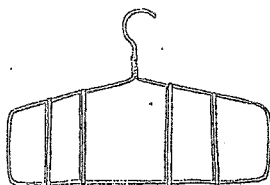
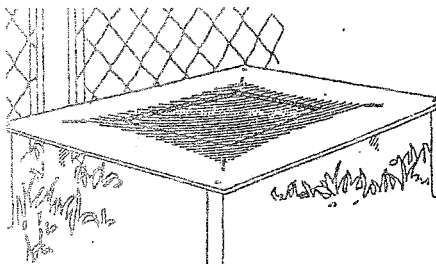


Potřeby: velká a menší plechovka, kartón, vazelína, izolepa, dřevěný stojan asi 1 m vysoký.

Provedení: Na stojan upevníme v prvním případě větší plechovku dnem dolů a dovnitř umístíme kartón příslušného tvaru potřený vazelínou případně misku s vodou. Ve druhém případě upevníme na stojan dnem vzhůru menší plechovku omotanou izolepou (tak, aby lepicí plocha byla „navrch“). V obou pokusech můžeme z množství „nachytaných“ částíček prachu za určitou dobu usuzovat na znečištění ovzduší (je možno porovnat různá stanoviště atp.)

2. Sledování znečištění ovzduší.

Potřeby: nylonové punčochy, rám z kartónu asi 30 x 30 cm, drátěné ramínko na šaty, několik gumiček, lupá.



Provedení: Do rámu upevníme nepoškozenou část nylonové punčochy a na stojanu (předchozí pokus) umístíme ven. Na drátěné ramínko napneme několik gumiček (dle potřeby ramínka zformujeme) a opět umístíme ven. Lupou sledujeme změny na nylonu i pryži vyvolané chemickými látkami v ovzduší.

3. Hospodaření s vodou.

Potřeby: odměrné nádoby dostupné v domácnosti (krabice od mléka, kelímek od jogurtu atd.), stopky.

Provedení: S jednoduchými odměrnými nádobami a stopkami (hodinkami) je možno provést řadu pokusů. Dá se např. zjistit, jakou ztrátu znamená kapající kohoutek, kolik vody odtéče při třímínutovém čištění zubů atd. Ve škole je možno měření zpřesnit užitím kalibrovaných nádob (kádinky, odměrné válce).

4. Únik tepla v bytě.

Potřeby: proužek jemného papíru či látky, plánec bytu s vyznačením oken a dveří.

Provedení: Přidržením proužku u okna i dveří zjistíme z jeho pohybu proudění vzduchu (tedy únik „tepla“). Pokus provádíme v chladném období, kdy se v bytě již topí.

5. Spalovací motor.

Potřeby: stará bílá ponožka, automobil

Provedení: Na studený výfuk automobilu navlékneme ponožku. Na jednu minutu zapneme motor (k výfuku se nyní samozřejmě neskláníme), pak počkáme na vychladnutí výfuku a ponožku sejmem. Výsledek je zřejmý.

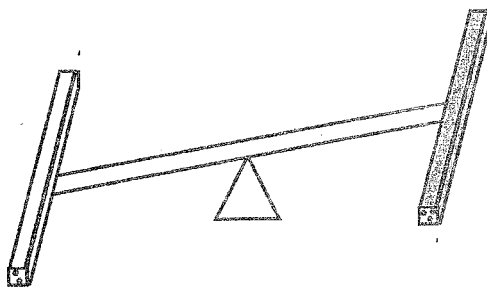
Co je těžší?

Dagmar Kaštilová

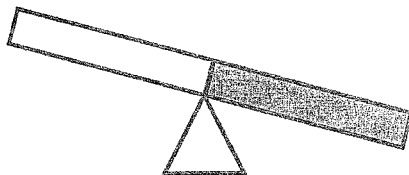
Potřeby: Dřevěná tyč obdélníkového průřezu a délky 35 cm, dvě dřevěné kostky, dvě stejné dřevěné tyčinky čtvercového průřezu a délky 12 cm, 7 špendlíků, dvě jehly, průhledná izolepa, proužek papíru, vodové barvy.

Příprava a provedení: Každou dřevěnou tyčinku nabarvíme jinou barvou, např. červenou a modrou. Do červené tyčinky zapíchneme 4 špendlíky tak, že z každé strany dáme dva. Do modré tyčinky dáme tři špendlíky, všechny z jedné strany.

Z dlouhé tyče vyrobíme rovnoramenné váhy pomocí jehly, která prochází středem tyče a leží na dvou kostkách. Na těchto vahách ukážeme, že hmotnost červené tyčinky je větší než hmotnost modré tyčinky (obr. 1).



Nyní pomocí proužku papíru a izolepy spojíme tyčinky v jedno těleso. Dáváme pozor, aby okraj se špendlíky u modré tyčinky byl mimo spojovací proužek. Spojovacím proužkem propíchneme jehlu, kterou rovněž položíme na kostky. Vidíme, že modrá část se sklání dolů (obr. 2).



Vysvětlení: Červená tyčinka obsahuje čtyři špendlíky a má tedy větší hmotnost než modrá, což ukazují i rovnoramenné váhy. Při spojení tyčinek v jedno těleso má modrá část těžiště posunuto dál od bodu otáčení, a tím má i větší moment tíhové síly. Těleso se otáčí modrou částí dolů.

Poznámka: Pokus je možno použít i jako problémovou úlohu.

Harmonické kmity (demonstrace na počítači ve FAMULU a pomocí ISESPRO)

Josef Zahradka

FAMULUS

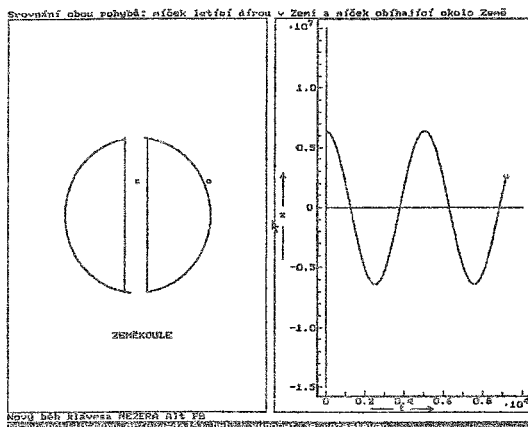
1. Těleso obíhá po kružnici okolo Země, kterou považujeme za dokonale homogenní kouli, bez tření. (Vzduchoprázdno)

Pohyb je rovnoměrný po kružnici. Časový průběh - sinusoida.

2. V Zemi je díra, procházející jejím středem. Země se neotáčí, v díře je opět vzduchoprázdno.

Těleso vržené dírou se pohybuje nerovnoměrným pohybem.

Časový průběh je opět sinusoida. (Na počítači barevně odlišeno).



Program ve FAMULU - Těleso obíhá Zemi a těleso padá dírou v Zemi

```

=====
                                Pohyb míčku nitrem Země
-----
- - - - - proměnné, konstanty, procedury a funkce - - - - -
INT color,I
! ... konstanty
kappa = 6.67e-11
Mz = 6e24
Rz = 6370e3
- - - - - počáteční hodnoty - - - - -
CLEAR GRAPH
! ... počáteční hodnoty
m = 3; I = 1; vz = 0
Vx = -sqrt(kappa*Mz/Rz); Vz = 0
Fg = kappa*Mz/(Rz^2)      ! ... gravitační síla na povrchu Země
ago = kappa*Mz/Rz^2      ! ... zrychlení na povrchu Země
    
```

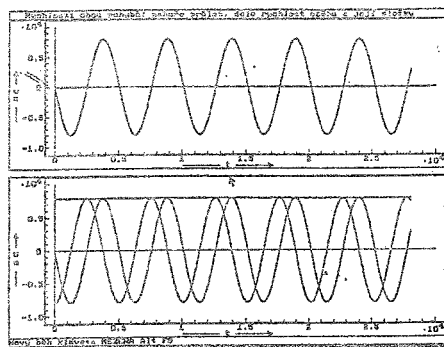


```

C = ago/Rz                ! ... konstanta
x = 0; z = Rz             ! ... na počátku jsem na povrchu Země
Z = Rz; X = 0
Rp = sqrt(X*X+Z*Z)
t = 0; dt = 10
! ... kreslení Země
color = 5
R = 6000e3
SetWritePos(2,-2e6,-10,5e6)
WRITE Graph, „ZEMĚKOULE“
SetColor(2,color)
SetMark4(2,5)
Disp4(2,-1e6,-R,0,2*R)
Disp4(2,0.8e6,-R,0,2*R)
al = 100*pi/180
bet = 265*pi/180
da = 0.1
LOOP
x1 = R*cos(al); z1 = R*sin(al)
DISP #2
al = al+da
IF al>bet THEN color = 0; EXIT END
END
al = 277*pi/180
bet = 444*pi/180
da = 0.1
LOOP
x1 = R*cos(al); z1 = R*sin(al)
DISP #2
color = 5
al = al+da
IF al>bet THEN EXIT END
END
color = 0
DISP
color = 2
! ... načtení průběhu
WRITELN „1...Míček obíhá kolem Země, 2...Míček je spuštěn do Země, 3...oba
READ I:1
WRITELN „Nový běh klávesa MEZERA Alt F9“
----- model -----
! ... pohyb míčku nitrem Země
IF I = 2 OR I>2 THEN
K = -C*z                ! ... intenzita gravitačního pole uvnitř koule
az = K
vz = vz+az*dt
z = z+vz*dt
DISP z, vz
END
! ... pohyb míčku při povrchu Země vlivem gravitační síly
IF I = 1 OR I>2 THEN
Fgx = -Fg*X/Rp; Fgz = -Fg*Z/Rp
Ax = Fgx/m; Az = Fgz/m
Vx = Vx+Ax*dt; Vz = Vz+Az*dt; Vc = sqrt(Vx^2+Vz^2)
X = X+Vx*dt; Z = Z+Vz*dt
DISP Z,Vz,Vc,Vx
END
t = t+dt
=====

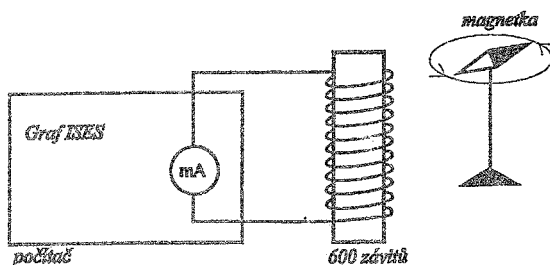
```

3. Oba pohyby lze demonstrovat současně, obě sinusoidy jsou shodné.



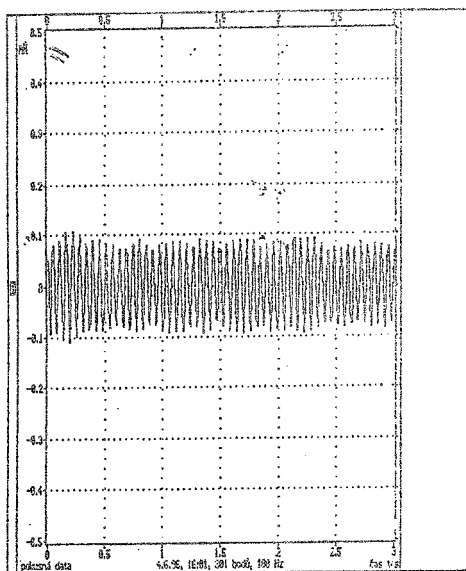
ISESPRO

1. Klasický pokus - cívka 600 závitů, krátké jádro, otáčivá magnetka, ampérmetr s rozsahem 10 mA.

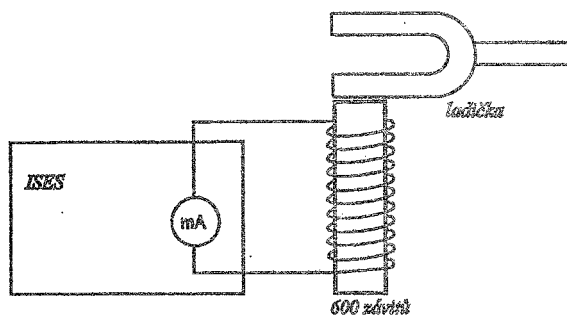


Průběh je sinusový - harmonické knuty.

Harmonické knuty vyvolané magnetkou v blízkosti jádra cívky 600 z:

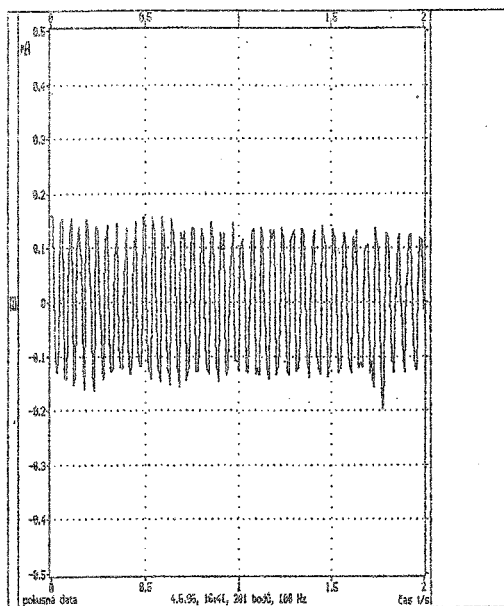


2. Magnetku nahradíme ladičkou o frekvenci asi 280 Hz. Při rozkmitání kladivkem indukuje ladička v cívce slabý střídavý proud - sinusový průběh - harmonické knuty.



Poznámka: Vhodné ladičku připevnit co nejblíže plošce krátkého jádra úhlopříčně. Ladičku lze odmagnetovat a pokus vychází stejně. Příčinou indukovaného napětí je remanentní magnetismus jádra. Přibližováním a vzdalováním ramene ladičky se mění indukčnost cívky.

Harmonické kmity vyvolané ladičkou v blízkosti jádra cívky 600 z:

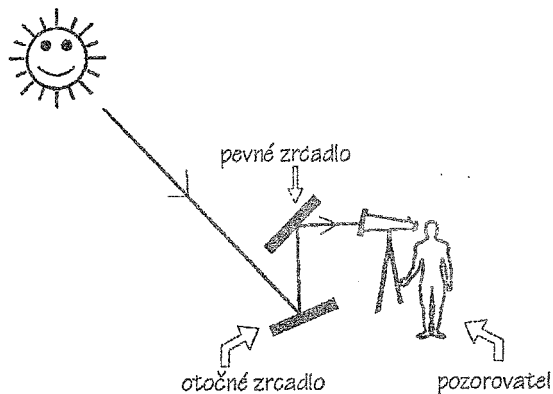


Model heliostatu

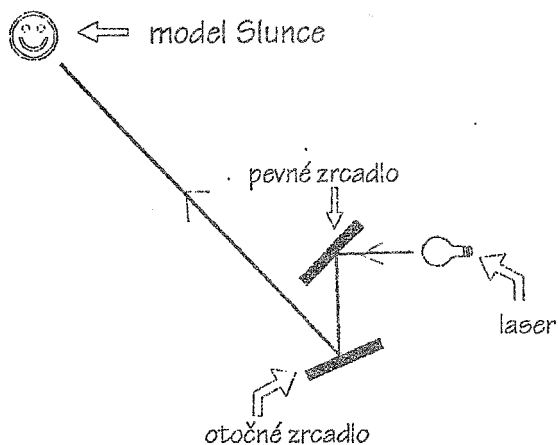
Alex Bezděk, M. Suk

Pomocí jednoho pevného a jednoho otočného zrcadla lze demonstrovat činnost heliostatu (viz obr.). Model byl vystaven na „Expo Science International ‘95“ v srpnu 1995 v Kuvajtu.

Běžné použití heliostatu



Inverzní použití heliostatu



PERIODICKÁ SOUSTAVA PRVKŮ z hlediska mezipředmětových vztahů fyziky a chemie

Jiří Týr

Částečné složení látek a stavba atomu jsou jedny ze základních integrujících pojmů v didaktice fyziky a chemie. Periodická soustava prvků vytvořená před více než sto lety D. I. Mendělejevem je v dnešní podobě důležitým prostředkem k ukázkám souvislostí jevů mikrosvětla a makrosvětla, neboť umožňuje přehledně uspořádat fyzikální veličiny mikrosvětla a ukázat jejich vztah k přímo pozorovatelným fyzikálním a chemickým vlastnostem prvků.

Do tabulky periodické soustavy prvků (dále jen PSP) lze uspořádat množství údajů popisujících vlastnosti daného prvku nebo skupin prvků. Při vytváření nového provedení tabulky PSP rozhodujeme volbou těchto údajů o tom, zda vzniklá tabulka bude jen zjednodušeným přehledem základních vlastností prvků, nebo podrobnějším fyzikálně či chemicky zaměřeným přehledem.

Z praktických důvodů se většinou používá tabulka PSP upravená tak, že lanthanoidy a aktinoidy jsou z tabulky vyňaty a umístěny pod k sobě přiblížené zbývající části tabulky. Dosáhne se tak přijatelného grafického formátu vzniklé sestavy, je ale pak na uživateli, aby se při používání tabulky s touto transformací vyrovnal.

Studiem obsahu a grafického zpracování používaných tabulek PSP bylo zjištěno, že tyto mají většinou buď výrazně chemicky nebo výrazně fyzikálně zaměřený obsah. V České republice se u podrobněji zpracovaných tabulek PSP uplatňuje více chemické pojetí. Například v Německu se naopak často uplatňuje pojetí fyzikální. Obsah a forma používaných tabulek PSP bývá podřízena i grafickým možnostem vydavatele.

Na základě výše naznačeného rozboru významu PSP a obsahového a grafického uspořádání tabulek PSP bylo vytvořeno nové provedení této tabulky uplatňující pokud možno vyvážené fyzikální a chemický pohled na PSP. Využití moderní grafické techniky umožnilo dát do jedné skládanky poměrně velké množství údajů, aniž by tím utrpěla její přehlednost a názornost. Vlastní tabulky PSP, další text a tabulky jsou na dvou stranách listu formátu A4, který lze dvakrát složit na výsledný rozměr 99 x 210 mm. Obsah a grafické prostředky byly voleny tak, aby tabulku bylo možné používat ve fyzice a chemii na základní a střední škole.

První strana listu obsahuje tři varianty barevného rozdělení prvků v tabulce PSP a znázornění světelného spektra. Hlavní provedení tabulky PSP obsahuje nejčastěji používané barevné rozlišení prvků, které je používáno zejména při výuce chemie. Vynětí a přemístění lanthanoidů a aktinoidů je v ní zdůrazněno ponecháním malé mezery na příslušném místě. U každého prvku je, kromě značky, českého a latinského názvu, uvedeno protonové, nukleonové a hmotnostní číslo, elektronová konfigurace, elektronegativita a hustota. Nukleonové číslo udává počet nukleonů v nejčastěji se vyskytujícím izotopu. Hmotnostní číslo je určeno podle průměrného zastoupení v přírodě se vyskytujících izotopů. Skupenství prvku při teplotě 20 °C a

při normálním tlaku je znázorněno u kapalin kapkou a u plynů obláčkem, které jsou vsazeny do barevného pozadí pole prvku vyjadřujícího jeho charakter. Uměle připravené prvky jsou odlišeny písmem s bílou výplní. U radioaktivních prvků je použita mezinárodní značka pro radioaktivitu. Uspořádání popisu prvku a použité grafické prostředky jsou vysvětleny v legendě tabulky.

Pod hlavním provedením jsou dvě barevná schémata tabulek PSP, která ukazují rozdělení prvků podle hodnot hlavního kvantového čísla n a podle vedlejšího kvantového čísla l . Obě tato schémata znázorňují tabulku PSP ve dlouhém provedení, bez vynětí lanthanoidů a aktinoidů. Vedle těchto schémat je ještě Znázornění spektra viditelného elektromagnetického záření s uvedením jeho návaznosti na infračervené a ultrafialové záření.

Na druhé straně listu jsou stručné články Stavba atomu, Periodická soustava prvků a tabulky Některé fyzikální a chemické konstanty, Názvosloví oxidů a Určování slučovacích poměrů. V článku Stavba atomu je přehled hlavních částic atomu a obraz modelu atomu Helia. Stručný popis stavby jádra uvádí význam jaderných sil, protonového a nukleonového čísla a pojem izotop. Stručný popis obalu naznačuje souvislost stavů elektronů v obalu s dalšími vlastnostmi atomu. Jsou zde uvedeny pojmy iont, orbital, kvantové číslo, elektromagnetické záření, elektromagnetická síla, chemická vazba, oxidační číslo a elektronegativita. Cílem zde není tyto pojmy z učiva základní a střední školy podrobně vysvětlovat, ale má se jejich pomocí zejména ukázat, jak souvisejí fyzikální a chemické vlastnosti atomů s jejich částicovou stavbou. Tohoto naznačení souvislostí lze pak využívat i jako motivace k důkladnějšímu studiu uvedených pojmů na základní a střední škole.

Článek Periodická soustava prvků obsahuje stručný popis uspořádání hlavní tabulky PSP a znění periodického zákona. V tabulce Některé fyzikální a chemické konstanty je přehled základních konstant, z nichž většina je zaokrouhlena na sedm platných číslic. Tabulka Názvosloví oxidů obsahuje příklady tvorby názvů oxidů s uvedením oxidačního čísla a slučovacího poměru reaktantů. V tabulce Určování slučovacích poměrů je křížové pravidlo k určování slučovacích poměrů anorganických sloučenin a šest příkladů jeho použití.

V současné době se připravuje výroba nástěnné verze hlavního provedení tabulky PSP. Předpokládá se vydání navazujících publikací, při jejichž tvorbě je vítána spolupráce s celou pedagogickou veřejností.

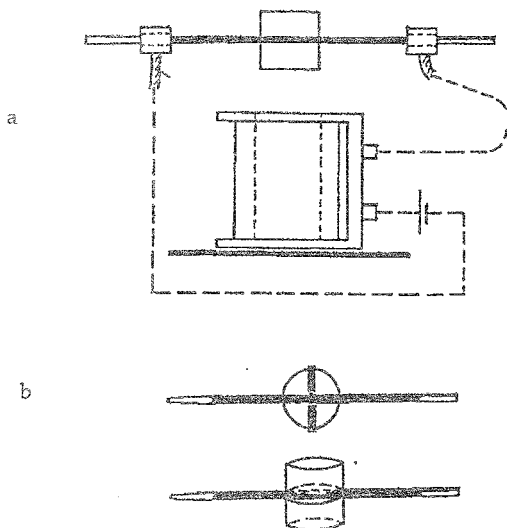
Závěrem děkuji oběma recenzentům, mnoha účastníkům letošní Letní školy fyziky fyzikálně-pedagogické sekce JČMF a dalším přátelům, učitelům za ocenění pomůcky a za cenné připomínky a náměty, které jsem použil při jejím dokončování.

Elektromotor tentokrát absolutně jednoduchý

Ivan Baník, R. Baník

Potřeby: cívka 600 z, dva ferity, ihlica na pletenie, vodiče so zdierkami, batéria 4,5 V.

Príprava a prevedenie: Čo povieť na elektromotor, ktorého rotor sa roztočí pred očami žiakov rovno vo vašich rukách? Jeho zhotovenie je pritom z technického hľadiska jednoduché. Presne takýto exotický elektromotor je znázornený na obr. 1a. Jeho statorom je bežná demonštračná cievka so 600 závitmi, zapojená do obvodu so 4,5 V batériou. Rotor je tvorený dvoma feritmi umiestnenými na osi. Do znázorneného



Obr. 1

elektrického obvodu je zapojená aj os elektromotoru. Tá funguje ako prerušovač prúdu. Prúd prepúšťa cievkou len vtedy, keď jeho magnetické pole pomáha rotácii magnetu fixovaného na osi a neprepúšťa vtedy, keď by magnetické pole cievky rotáciu zbrzdzovalo. Je to teda motor, ktorý čerpá z batérie elektrickú energiu len počas polovice obrátky rotora. Os rotora si vyrobíme z kúska ihlice na pletenie. Komerčné ihlice bývajú pokryté izolačnou povrchovou vrstvou. Jeden koniec rotora zbavíme izolácie po celom jeho obvode (Obr. 1b). Na druhom konci odstránime izoláciu len na jednej polovici celého obvodu. A práve vďaka tomu dosiahneme potrebný prerušovací efekt. Konce rotora - ihlice sú pri demonštrácii zasunuté do otvorov prírodných vodičov, avšak nie na doraz, aby sme ihlicu nimi nestláčali.

Jeden koniec ihlice má trvalý elektrický kontakt s vodičom. Druhý, voľne ležiaci v dutine vodiča má kontakt len niektorých polohách - keď je os otočená odizolovanou polovicou dole. V tejto polohe musí magnetické pole cievky pôsobiť na magnety rotora vhodným momentom sily čo v najväčšom rozsahu rozsahu uhlov. S tým súvisí potreba správneho nasadenia magnetov na os. Podrobnosti necháme na čitateľa. Otázka je, ako upevniť ferity na os - ihlicu. Objasňuje to dolná časť obrázku (Obr. 1b). Pomôžu nám dva krátke kúsky ihlice postavené kolmo na samotnú os v mieste medzi feritmi. Tie zabezpečujú paralelnosť oboch základných feritov. Ferity sa potom osi už držia sami. Nevylučuje sa však danú polohu fixovať "nastálo" pomocou lepidla. Nie je to však nutné. Pri demonštrácii nášho exotického elektromotora držíme ložiská rotora (horné konce vodičov) bezprostredne v rukách. Os motora môžeme nepatrne nakloniť tak, aby celkom odizolovaný koniec osi bol nižšie. Tak dosiahneme trvalý dotyk odizolovanej časti tohto konca s vodičom. Horný koniec osi má kontakt s vodičom len počas jednej polovice periódy. Otvor vodiča je väčší ako ihlica a tak sa ihlica pri dobrom držaní vodiča dotýka vodiča, len keď je odizolovaná časť obvodu v spodnej časti obvodu. Pri správnom držaní rotora v rukách dosiahne náš motor veľmi slušné obrátky, čo sa prejaví aj akusticky. Zmenou polaritý batérie, resp. výmenou prívodov cievky dosiahneme opačný chod motora. V záujme lepších "parametrov" motora je vhodné vložiť do dutiny cievky železné jadro. K napájaniu opísaného elektromotora možno použiť aj iný jednosmerný zdroj. Prirodzene, že prírodné kontakty rotora sa dajú riešiť aj ináč, bez toho, aby sme ich držali v rukách. Metodický efekt otáčajúceho sa rotora v rukách pedagóga je však podľa nášho názoru vyšší, ako pri použití iného uloženia rotora. Voľbu ponecháme na fyzika-pedagóga.

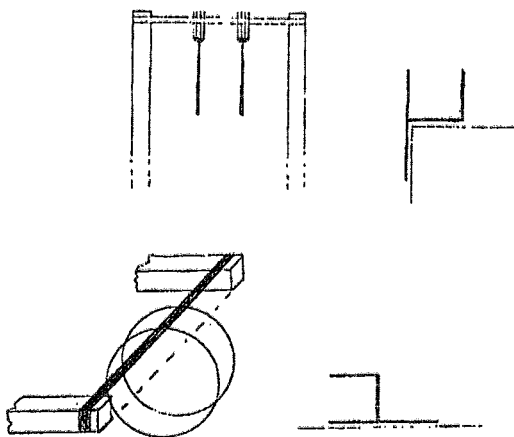
Vysvetlenie: Z fyzikálneho hľadiska ide o všeobecne známe silové pôsobenie prúdovodiča na magnet.

Poznámka: Realizácie motora v domácych podmienkach: Doma nemáme ani komerčnú cievku z trafo-súpravy, ani vodiče so zdierkami. Motor musí mať inú podobu. Aj tu je viacej možností. Hrnčeková verzia: Na obvod porcelánového hrnčeka (resp. skleneného pohára) v blízkosti jeho horného okraja navinieme niekoľko závitov zvončekového drótu a cievka je hotová. Os rotora oprieme o dva protiahle okraje hrnčeka tak, aby ferity boli umiestnené blízko stredu horného kruhového prierezu hrnčeka. V miestach, kde je os opretá o hrnček predtým umiestníme dva alobalové prírodné elektrické kontakty. O hrnček ich fixujeme spofa-páskou, alebo navinutými drótnymi cievkami, alebo gumičkou do vlasov, ktorá obopína obvod hrnčeka. To ostatné je už zjavné. Prírodné vodiče v podstate ani nepotrebujeme. Stačí, ak vhodne roztvoríme elektródy batérie a nimi sa dotkneme alobalových kontaktov. Ak rotor uvedieme rukou do rotácie vo vhodnom smere, jeho rotácia ďalej už pokračuje vďaka magnetickému silovému pôsobeniu cievky na ferity rotora. Super-zjednodušená verzia: Statorom je samotná 4,5 V batéria v stojatej polohe. Okolo nej je navinutý vodič, reprezentujúci cievku. Stačí zopár závitov zvončekového drótu. Rotor, ktorý je analogický ako v predchádzajúcom prípade, je teraz umiestnený priamo nad hornou plošinou batérie. Jeho os je zasunutá do kruhových otvorov bežných galantérskych sponiek, ktoré sú o bočné steny batérie fixované napríklad gumičkami do vlasov, alebo iným spôsobom. Prúd prechádza - podobne ako v predchádzajúcom prípade - osou rotora.

Viazané oscilátory netradične

Potreby: 1. prípad: Galantérska pásová guma 0,5 m, dve vidličky, resp. dva štipce na prádlo, resp. dve umelohmotové obruče (hračky). 2. prípad: Dva valcové ferity, tenká železná tyčka

Príprava a prevedenie: Vlastnosti dvoch viazaných oscilátorov možno demonštrovať aj



Obr. 1

spôsobom znázorneným na obr. 1. Ako držiak použijeme stoličku, ktorú umiestníme vo vhodnej polohe na stôl. Okolo dvojice nôh stoličky natiahneme uzavretú slučku galantérskej gumi. Oscilujúcimi telesami, ktoré zavesíme na napnutý gumový pás môžu byť dve vidličky, alebo dva štipce na prádlo (dve perá) resp. dve umelohmotové obruče - hračky. Vidličky sa držia gumového pásu sami. Ak uvedieme do kmitavého pohybu jeden z oscilátorov, kmity sa prenášajú aj na druhý a oba si začnú vymieňať energiu. Tesnosť väzby meníme zmenou vzdialenosti oscilátorov na páse, resp. zmenou napätia gumového pásu. Iný prípad viazaných oscilátorov s magnetickou väzbou môžu predstavovať dva valcové ferity, ktoré sa držia železnej tyčky sami a ktoré môžu kmitať v rovine kolmej na tyčku. Tesnosť magnetickej väzby medzi feritmi meníme zmenou ich vzájomnej vzdialenosti.

Vysvetlenie: Vysvetlenie je všeobecne známe.

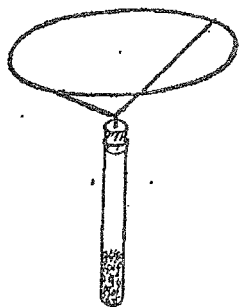
Poznámka: Síрку, resp. napätie gumového pásu prispôsobíme masívnosti oscilujúcich telies tak, aby efekt bol čo najvýraznejší. Pokus si môžu vykonať žiaci, resp. študenti aj sami doma, čo pôsobí motivačne.

Je volný povrch vody pružný a zdola?

Mária Rakovská, T. Gál

Pomôcky: Skúmavka, gumová zátku, drobné telieska, mosadzný drôt ($d = 1 \text{ mm}$), nádoba s vodou.

Príprava a prevedenie: Z mosadzného drôtu zhotovíme slučku ($d = 5 \text{ cm}$). Zhotovíme plaváček zo skúmavky, zátky a drôtovej slučky podľa obr. 1. Plaváček vyvážíme drobnými telieskami tak, aby po opatrnom vložení do vody vyčnievala slučka asi 2 cm nad voľným povrchom vody. Plaváček ponoríme do vody. Po uvoľnení zostane celý plaváček pod voľným povrchom vody.



obr. 1

Keď kvapneme na povrch vody niekoľko kvapiek éteru, plaváček vyskočí prudko nad povrch.

Vysvetlenie: Voľný povrch vody sa chová ako pružná blana s určitým povrchovým napätím, ktorá zamedzí vynorenie plaváčka z vody. Kvapky éteru znížia povrchové napätie vody, preto plaváček v dôsledku vztlakovej sily, sa vynorí nad povrch vody.

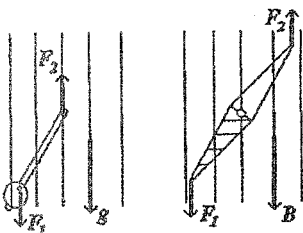
Poznámka: Pokus možno zopakovať až po odparení éteru z voľného povrchu vody.

Kmitanie magnetky v homogénnom magnetickom poli.

V. Koubek, Igor Pecen, L. Horňanský

Pomôcky: Jednovrstvová cievka (solenoid s dĺžkou do 20 cm, so závitmi navinutými vo vzájomnej vzdialenosti približne 1 cm a s krátkou magnetkou na ihle, otáčajúcou sa v horizontálnej rovine, umiestnenou v strede dutiny), zdroj jednosmerného napätia (batéria 12 V), reostat (13 Ω), ampérmeter (do 6 A), stopky, stály tyčový magnet.

Príprava a realizácia: Magnetka umiestnená v magnetickom poli kmitá s periódou závislou od magnetickej indukcie B magnetického poľa. Presvedčíme sa o tom, ak k rozkmitanej magnetke približujeme magnet a sledujeme meniacu sa periódou.



obr. 1

Vysvetlenie: Z obrázku (obr. 1) vyplýva analógia medzi kmitaním kyvadla v gravitačnom poli s intenzitou g a kmitaním magnetky v homogénnom magnetickom poli s magneticou indukciou B . Z analógie javov vyplýva očakávanie, že aj ich matematický opis bude navzájom podobný, napr.

Periódou kmitania kyvadla v gravitačnom poli

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

Periódou kmitania magnetky v homogénnom magnetickom poli

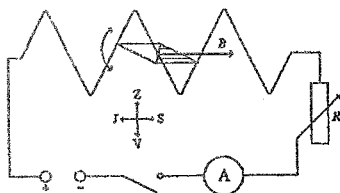
$$T = \sqrt{\frac{k}{B}}$$

Konštanta k v druhom z uvedených vzťahov závisí od vlastností magnetky.

Overenie: Na overenie použijeme solenoid s krátkou magnetkou umiestnenou v strede jeho dutiny. Magnetické pole v strede dutiny považujeme za homogénne. Ak je cievka umiestnená tak, že jej os splyva so smerom horizontálnej zložky B_z

magnetickej indukcie magnetického poľa Zeme, potom celková magnetická indukcia B v strede

dutiny cievky bude súčtom $B = B_c + B_z$, kde



obr. 2

$$B_c = |B_c| = \frac{\mu_0 \cdot n \cdot I}{L}, \quad T = \sqrt{\frac{k}{B_c + B_z}}, \quad B_c + B_z = K \cdot T^2.$$

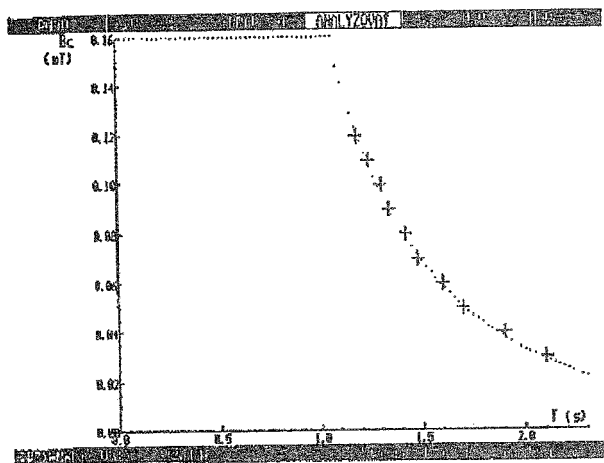
V poslednom vzťahu je K konštanta, a znamienko (+) platí v prípade, že vektory B_c , B_z majú rovnaký smer.

Počet závitov n cievky a jej dĺžku L zistíme meraním cievky. V ďalšej fázi experimentu regulujeme reostatom prúd I a z desiatich kmitov magnetky určujeme periódu T kmitov magnetky. Dvojice (I, T) tabelujeme a z hodnôt prúdu I vypočítame hodnoty magnetickej indukcie B_c . Dvojice (T, B_c) zobrazíme v dvoch súradnicových sústavách: najprv v systéme s osami T, B_c .

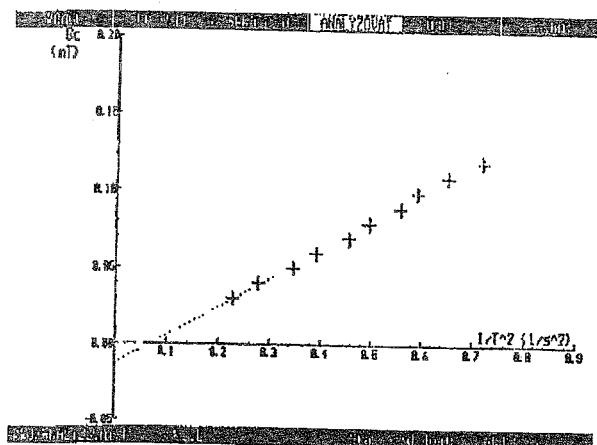
Ak bola správna domnienka o analógii kmitania oboch kyvadiel, je posledný graf lineárny a pretína zvislú os (B) v bode $-B_z$.

Príklad grafického spracovania výsledkov merania v tabuľkovom kalkulátore programu IP-Coach je na obr. 3 a obr. 4.

Literatúra: Koubek, V. Meranie magnetickej indukcie metódou kmitov magnetky. Matematika a fyzika ve škole, 3 (1973), 8, str. 616-626.



obr. 3



obr. 4

Vodič s prúdom v magnetickom poli. Jednoduchý „elektromotor“.

Martin Belluš

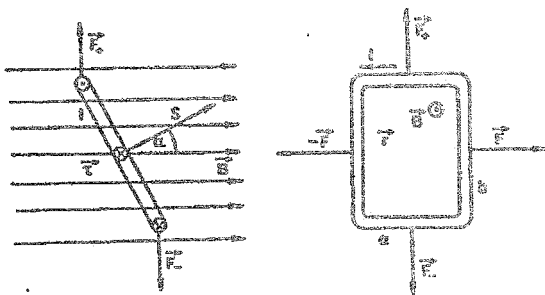
Potreby: Batéria 4,5 V, lubovoľný permanentný magnet, izolovaný drôt (priemer do 1 mm, dĺžka asi 40 cm).

Príprava a realizácia: Z drôtu spravíme obdĺžnikovú cievku (asi 4 krát 2 cm) tak, aby začiatok a koniec tvorili jej „samonosnú“ os. Jeden koniec "osky" odizolujeme, z druhého odstránime izoláciu len čiastočne. Póly batérie upravíme tak, aby sme



vytvorili ložiská pre samonosnú cievku (rotor). Do blízkosti položíme magnet, cievka sa nachádza v jeho magnetickom poli. Ak položíme cievku do ložísiel tak, aby ňou prechádzal prúd, pôsobí na ňu dvojica síl, ktorá má otáčavý účinok. Pootočením sa stratí kontakt v jednom ložisku a cievka sa ďalej otáča len zotrvačnosťou do okamihu, keď sa kontakt obnoví a všetko sa opakuje. Pri troške šikovnosti takto realizujeme jednoduchý demonštračný elektromotor. Približovaním magnetu môžeme dokonca meniť jeho otáčky.

Vysvetlenie: Ak sa priamy vodič dĺžky l nachádza v magnetickom poli indukcie B a prechádza ním prúd I , pôsobí naň sila $F = I \cdot l \cdot B$. Jej smer určuje Flemingovo pravidlo ľavej ruky (známe na SŠ). Na obdĺžnikový závit (resp. cievku s n závitmi)



pôsobia sily ako je to naznačené na obrázku. Sily F a $-F$ ležia na jednej vektorovej priamke, sily F_+ a F_- tvoria dvojicu síl s otáčavým účinkom.

Dowiadczenia z fizyki dla dzieci najmodszych

Stefania Elbanowska

Proponuj dla dzieci najmodszych w wieku 5-6 lat proste dowiadczenia z fizyki, ktore uatwi im rozumienie zjawisk, jakie obserwuj w przyrodzie przez cay rok.

Zalenie od pory roku przedstawia propozycje na wiosn, lato, jesień i zim.

Na wiosn proponuj dowiadczenia zwiazane z wycieczkami terenowymi w poszukiwaniu śladów wiosny w lesie, polu i ogrodzie. Na wycieczk zabierają dzieci kompas. Tutaj jest miejsce na serię prostych doświadczeń z magnesami. Na przykład: magnes umieszczony na odeczce w wodzie zwraca się zawsze jednym końcem w kierunku północnym. Dzieci uczą się oznacza kierunki z wykorzystaniem magnesu. Na wycieczce nie jest oboetne, po jakim gruncie spacerujemy. Proponuj proste dowiadczenia z rozpuszczaniem różnych substancji w wodzie, sprawdzanie czy piasek i glina przepuszczają wodą - po jakim gruncie łatwiej spacerowa.

Latem - proponuj szereg doświadczeń zwiazanych z pływaniem ciał. Można pokaza między innymi, e pływanie ciał zależy od gestoci cieczy - dowiadczenie z jajkiem, ktore tonie w zwykłej wodzie, a pływa w osolonej.

Zim - proponuj dowiadczenia z lodem i śniegiem. Przez lup można obserwowa kstaty płatków śniegowych. Proponuj sprawdzenie, jak ogromna jest siła zamarzającej wody. Ld rozsada butelk naplnion do pełna wod i zakorkowaną.

Jesienią - dowiadczenia z wiatrem i deszczem. Proste eksperymenty pokazują, jak woda unosi się do gory - położenie spodeczka na szklance naplnionej do połowy gorącą wod. Na talerzyku osiada skroplona para wodna, ktora nastepnie opada. Pokazanie, że wiatr to ruch powietrza, np. powietrze wypuszczone z balonika porywa skrawki papieru.

Wszystkie te dowiadczenia demonstrowa w telewizyjnym programie dla dzieci pt. "Domowe Przedszkole". Na podstawie programów telewizyjnych opracowałam cztery ksiezeczki na cztery pory roku pt. "Jak zadziwi przedszkolaka tym, co świeci, pływa, lata".

Na plakacie umieściłam zdjecia i rysunki wybranych doświadczeń wykonywanych w programach TV i zamieszczonych w ksiezeczkach. Pragn przedstawic rwnie fragmenty wybranych programów telewizyjnych zarejestrowanych na kasecie video.

W jednej z wiosennych audycji, dzieci wyruszy na spacer z balonami. Przy tej okazji omawiam właściwości powietrza. Dzieci obserwuj, jak powietrze wydobywa się z butelki zanurzanej w naczyniu z wodą. Nastepnie sprawdzają, czy powietrze znajduje się w "pustej" szklance. Szklank odwroc do gory dnem zanurzają w naczyniu z wodą, w ktorej pływa klocek. Klocek opada na dno. Jak ogrzane powietrze rozszerza się, pokazuje dowiadczenie z butelk i balonem, umieszczonymi w naczyniu z gorącą wodą. Balon napęlnia si ciepłym powietrzem.

W audycji poświęconej wydobywaniu soli dzieci obserwują kryształki soli oraz badają właściwości słonej wody.

W programie o tęczy rozszczepiają światło białe w pryzmacie, a następnie mieszają wszystkie barwy na krążku umocowanym na mikserze lub dziecięcym bąku do kręcenia.

W programie ilustrującym wykorzystanie przez bohaterów bajki maszyn prostych, dzieci budują prostą wagę i porównują na niej masy różnych przedmiotów z wzorcem.

W programie o zwierciadłach - ilustracja bajki - dzieci obserwują obrazy w zakrzywionych zwierciadłach.

Przedstawiam zaledwie kilka fragmentów programów. Dotychczas nagrałam około pięćdziesięciu programów z doświadczeniami dla dzieci najmłodszych.

Na koniec pragnę podkreślić, jakie elementy istotne są w pracy nad przybliżaniem dzieciom najmłodszym zjawisk fizycznych:

W pokazach musi dominować element zabawy;

Dziecko musi działać na bliskich mu przedmiotach - zabawkach;

Należy umożliwić dziecku poznawanie świata przyrody wszystkimi zmysłami;

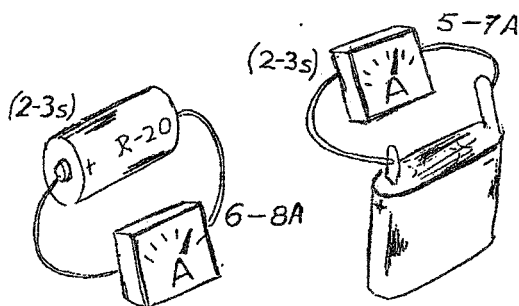
Doświadczenia muszą zadziwiać dzieci.

POLE MAGNETYCZNE WOKÓŁ PRZEWODNIKA, PRZEZ KTÓRY PŁYNIE PRĄD. INDUKCJA ELEKTROMAGNETYCZNA.

Krzysztof Tabaszewski

Baterie, łączenie baterii.

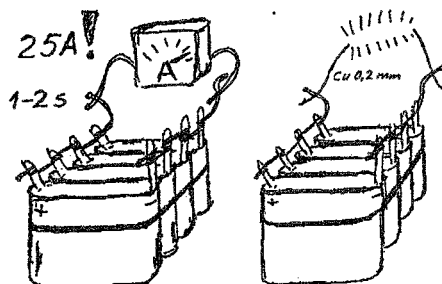
Baterie sprawdzamy przy pomocy amperomierza mierząc ich prąd zwarcia. (rys. 1).



Rys. 1

Prąd zwarcia kilku baterii połączonych równolegle jest kilkakrotnie większy.

Drut miedziany $\varnothing 0,2$ mm można łatwo rozżarzyć (rys. 2).

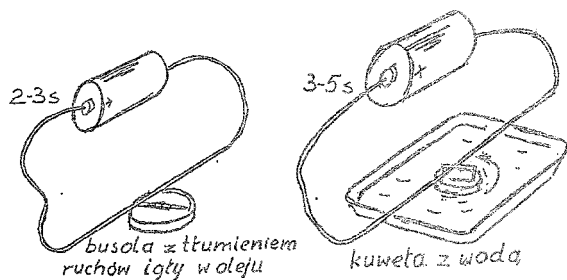


Rys. 2

Doświadczenie Oersteda

Użyjemy busoli z tłumieniem ruchów igły w oleju, to pozwoli zwierać baterię bardzo krótko 3-4 s., przewód rozciągamy wzdłuż igły. W kuwecie z wodą w łupinie orzecha lub w pudełku z tworzywa pływa magnesik wyjęty z zamka

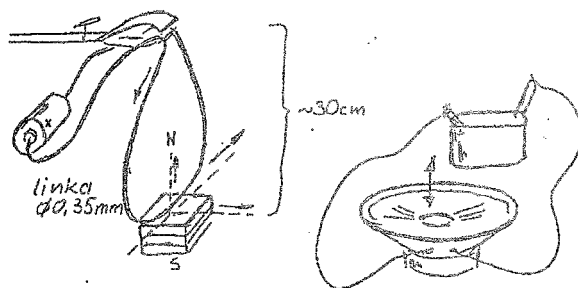
magnetycznego szafki. Przewód rozciągamy wzdłuż kierunku Pn-Pd nad magnesem (rys. 3).



Rys. 3

Sila elektrodynamiczna

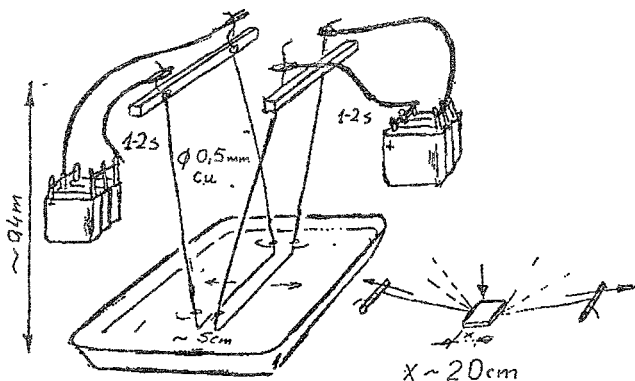
Kilka magnesów ferrytowych z magnetycznego zamka szafki lub magnes z głośnika stawiamy na stole. Nad magnesem wieszamy pętlę z cienkiej linki w igielnicie $\varnothing 0,35$ mm. Baterię włączamy na 1-2 s. (rys. 4). Do głośnika włączamy baterię płaską, obserwujemy ruch membrany.



Rys. 4

Oddziaływanie przewodników z prądem.

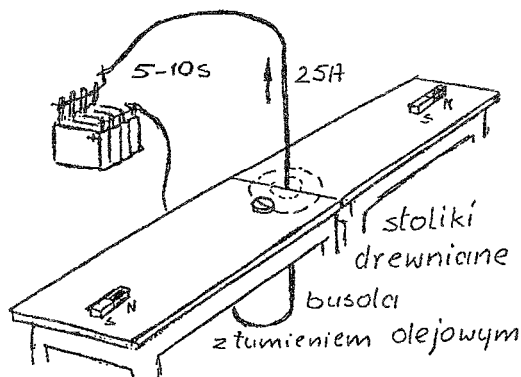
Przewód Cu $\varnothing 0,5$ mm, $l=1$ m silnie wyciągamy dla wyprostowania, następnie na środku kładziemy płytkę, którą naciskamy i formujemy "huśtawkę" z drutu (rys. 5).



Rys. 5

Dwie takie hustawki przypinamy pineskami do zamocowanych w statywach listewek drewnianych. Poziome czci drutów zanurzamy w wodzie dla stumiennia drga. Do kadrego z obwodów wczamy bateri psk na 2-3 s., przewody oddalają się na odlego ok. 1 cm (lub zbliz z takiej odlego). Przy użyciu baterii połączonych równolegle odlegosi są znacznie większe np. 4-5 cm.

Jak pokaza pole magnetyczne wokół przewodnika, przez który płynie prąd

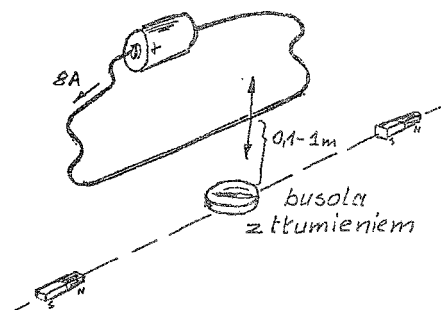


Rys. 6

Na końcach drewnianych stw ustawiamy dokładnie wzdłz południka silne magnesy kompensujące pole ziemskie. W srodku między magnesami pole nie

powinno odchyłać igły, najlepiej ustawić tam igłę na dobrym ostrzu bez tłumienia i tak przesuwac magnesy (wzdłuż południka) by okres wahań igły rósł i igłę dało się ustawić w dowolnym położeniu. Igłę zabieramy i w tym miejscu ustawiamy pionowy długi przewód, do którego będziemy włączali prąd z kilku baterii płaskich połączonych równolegle na 6-10 s.. Wokół przewodu po płaszczyźnie stołu przesuwamy busolę z tłumieniem olejowym (rys. 6).

Jak zależy natężenie pola od odległości od przewodnika, przez który płynie prąd



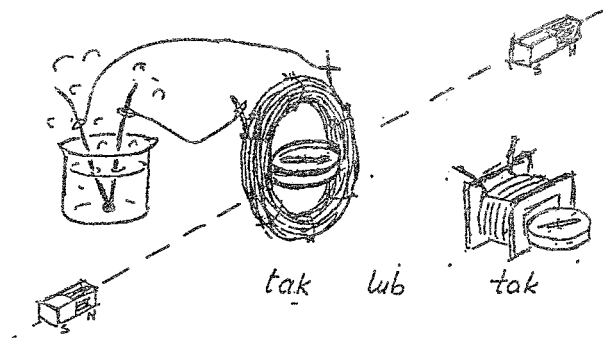
Rys. 7

Magnesy kompensujące pole ziemskie ustawiamy nieco dalej od siebie niż w doświadczeniu poprzednim, tak by pole ziemskie nieco działało i igła powracała do położenia równowagi. Sprawdzamy to igłą bez tłumienia obserwując jak powiększa się jej okres wahań. Igłę bez tłumienia zastępujemy busolą z tłumieniem, nad którą rozciągamy poziomo przewód. Prąd o natężeniu 8-10 A włączamy do przewodu na 7-10 s.. W tym czasie rozciągnięty przewód powoli podnosimy znad igły do wysokości około 1 m (rys. 7).

Czuły miernik

Magnesy kompensujące pole i busolę z tłumieniem ustawiamy jak poprzednio. Tuż obok busoli ustawiamy zwojnicę o 100-130 zwojach (druć Cu $\varnothing 1$, 5 mm) tak by zwoje były równoległe do igły.

Lepiej nawinać zwojnicę o nieco większej średnicy i około 80 zwojach, by busola zmieściła się w niej. Zwoje związujemy nicią lub drutem miedzianym (rys. 8).

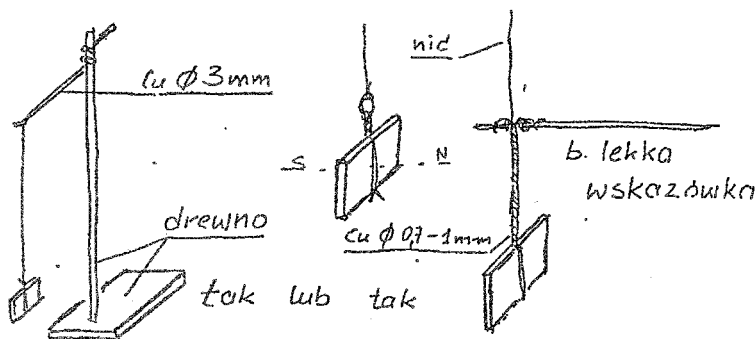


Rys. 8

Szkolną termoparę (z dwu różnych drutów) podłączamy do zwojnicy i umieszczamy w gorącej wodzie. Wychylenie igły busoli może być rzędu 50-70 (w zależności od precyzji ustawienia magnesów. Bez magnesów kompensujących pole, takie wychylenie igły uzyskamy ogrzewając złącze termopary w płomieniu świecy.

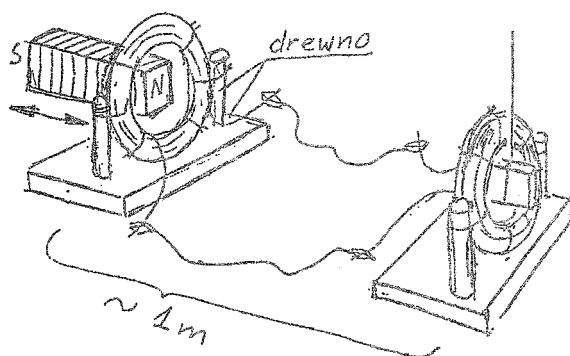
Indukcja elektromagnetyczna

Magnez ferrytowy z zamka magnetycznego szafki wieszamy na cienkiej nici, którą mocujemy na drewnianym statywie lub długim 0,4 m pręcie drewnianym zamocowanym w zwykłym statywie (rys. 9). Możemy do magnesu przymocować lekką wskazówkę.



Rys. 9

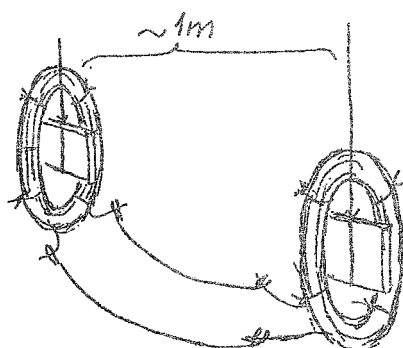
Tuż obok wiszącego magnesika ustawiamy zwojnicę o 40-50 zwojach tak by płaszczyzna zwojów była równoległa do kierunku N-S wskazywanego przez magnesik. Zwojnicę nawijamy samą drutem miedzianym $\varnothing 1,5$ mm w izolacji igielitowej. Jeżeli użyjemy drutu o średnicy większej np. 2,0 mm, wystarczy około 30 zwojów. Wewnętrzna średnica zwojnicy 5,5-6 cm. Zwoje zwijamy nitką, taśmą klejącą lub drutem miedzianym. W odległości około 1 m ustawiamy drugą taką samą zwojnicę, łączymy ją przewodem z pierwszą. Wsuwamy do niej silny magnes ferrytowy, obserwujemy wychylenia magnesu zawieszonoego na nici. Magnes ferrytowy możemy wykonać składając kilkanaście magnesów z zamków



Rys. 10

magnetycznych (rys. 10).

Zamiast wiszącego magnesu można wewnątrz zwojnicy umieścić małą igielkę bez

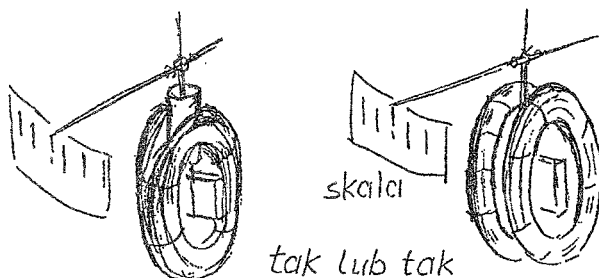


Rys. 11

tłumienia. Wyniki nie będą tak pewne i dobre ze względu na złą jakość tych igieł. Zawieszamy dwa magnesiki na niciach, mierzymy okres wahań jednego z nich, okres wahań drugiego korygujemy plasteliną tak by były zbliżone.

Dwie zwojnice ustawiamy i łączymy jak poprzednio. Magnesiki przybliżamy do zwojnic, jeden z nich wprawiamy w drgania, po pewnym czasie zaczyna silnie wahać się drugi magnes (rys. 11).

Lepsze wyniki uzyskamy używając czterech zwojnic połączonych szeregowo po dwie tak, by magnesy były wewnątrz nich, a na zewnątrz widoczna była wskazówka (rys. 12).

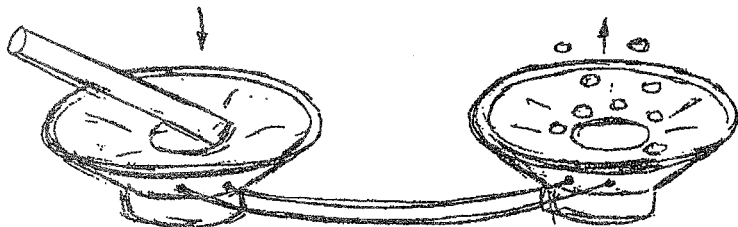


Rys. 12

Obok jednej ze zwojnic wieszamy magnesik, obok drugiej oddalonej o 1m od pierwszej ustawiamy trzecią zwojnicę z wiązką grubych śrub, gwoździ. Do zwojnic przyłączamy na 1-2 s. baterie. Dabrze by prąd był znaczny.

Do zwojnic, obok której wisi magnesik dołączamy głośnik. Dobrze aby był to głośnik niskotonowy o małej oporności cewki i o większej mocy. Poruszamy membraną- magnesik daje wprawić się w silne wahania.

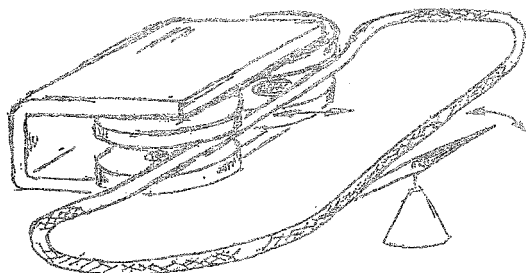
Dwa takie same głośniki łączymy przewodami tak, by przy naciskaniu jednej membrany, druga się unosiła. Na jedną sypiemy kilka ziaren grochu, w drugą lekko stukamy (np. ołówkiem). Groszki podskakują (rys. 13).



Rys. 13

Jeżeli dwa jednakowe głośniki połączymy przewodem o długości kilkunastu metrów, otrzymamy świetnie działający telefon między dwoma salami. Ważne jest by przewody były o dużym przekroju, a głośniki miały cewki o dużej oporności.

Łączymy przez lutowanie linkę miedzianą o średnicy 3-5 mm w pętlę o obwodzie około 70 cm. Podkawkę zbudowaną z silnych magnesów ferrytowych ustawiamy na drewnianym stole. Obok magnesów ustawiamy igłę magnetyczną bez tłumienia, tak obracamy stołem by zajęła położenie równoległe do magnesów (rys. 14). Gdyby igła nie ustawiła się równoległe, to w odległości około 0,5 m na linii przechodzącej przez magnesy i oś obrotu igły ustawiamy magnes sztabkowy i tak nim obracamy by igła zajęła położenie równoległe pod przewodem. Może się zdarzyć, że jeden koniec igły silnie nachyla się ku dołowi-wystarczy wtedy drugi jej koniec odpowiednio obciążyć plasteliną. Część pętli z linki miedzianej jedna osoba trzyma nieruchomo nad igłą na wysokości 1-2 cm (wzdłuż igły). Druga wygina część linki wsuwając ją między bieguny magnesu. Igła silnie się wychyla. Zatrzymujemy igłę, wysuwamy linkę z pola, igła wychyla się w drugą stronę.



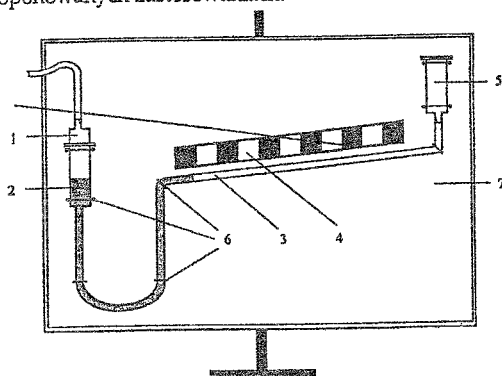
Rys. 14

Wszystkie opisane tu doświadczenia wykonane są przy użyciu pomocy wykonanych z łatwo dostępnych materiałów. Ich prostota jest oczywistą zaletą i, moim zdaniem, godna polecenia.

Zestaw do demonstracji prawa Pascala i innych zjawisk hydrostatycznych

Andrzej Trzebuniak

Mysłą przewodnią skonstruowania zestawu była prostota jego budowy i dostępność użytych elementów. Każdy nauczyciel może samodzielnie wykonać taki zestaw, jeśli nie dysponuje zestawem fabrycznym. Podstawowym elementem zestawu jest manometr wraz z sondą do pomiaru ciśnienia. Możliwości zastosowania manometru wykraczają znacznie poza zasygnalizowane w temacie (jak np. przemiany gazowe, promieniowanie cieplne, termoskopia, dynamika płynów i inne). Ponadto w skład zestawu wchodzi różnego typu nurki Kartezjusza oraz proste naczynia z butelek plastikowych, których przezroczystość, sprężystość i szczelność zakrętek to zalety w proponowanych zastosowaniach.

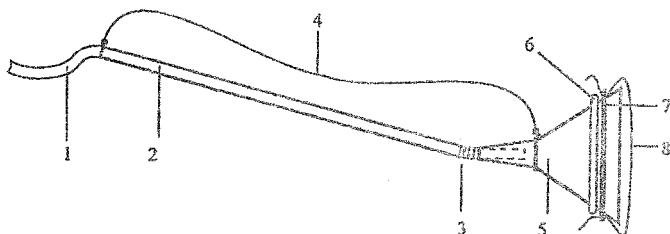


rys. 1 – manometr: 1 zbiornik manometru, 2 zabarwiona woda, 3 ramię manometru, 4 skala, 5 zbiornik zabezpieczający, miejsca mocowania, płyta styropianowa, 8 statyw.

Zestaw można skonstruować w oparciu o tanie i dostępne w sprzedaży elementy i materiały, jak strzykawki jednorazowe, lejki plastikowe czy przezroczysty wąż z tworzywa. Manometr składa się z dwu zbiorników zrobionych ze strzykawek, połączonych ze sobą odpowiednio uformowanym węzem, tworzącym prawie poziome ramię (rys. 1). Odpowiednim nachyleniem ramienia można uzyskać żadaną czułość przyrządu, bowiem niewielkie zmiany wysokości cieczy w naczyniu powodują znaczne przesunięcie słupa cieczy w ramieniu manometru. Wszystkie elementy przymocowano do prostokątnej płyty ze styropianu. Połączenia zbiorników z węzem winny zapewniać szczelność. Gdy przekrój węża jest nieco większy od końcówek zbiorników, to można pogrubić końcówki taśmą samoprzylepną lub kawałkiem innego węża. Zbiornik (1) powstał przez doklejenie klejem silikonowym do jednej strzykawki odciętego końca drugiej strzykawki o takim samym przekroju. Cieczą wypełniającą manometr jest woda zabarwiona atramentem. Urządzenie można

łatwo zamontowa na statywie lub, stawia bezpośrednie na stole demonstra-
cyjnym.

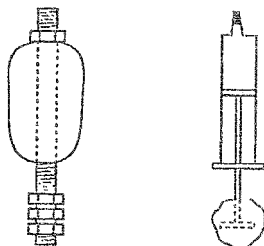
Drugim istotnym elementem zestawu jest sonda do pomiaru ciśnienia (rys. 2). Ma
małym plastikowym lejku rozpięta jest membrana z balonika. Odcięta szyjka ba-
lonika dobrze nadaje się na gumk mocującą i napinającą membran. Kształt lejka
utrudnia mocowanie membrany dlatego poniżej brzegu lejka przyklejono pierścień
z węza (6) zapobiegający zsuwaniu się gumki. Aby uzyska możliwość penetracji
naczyi o niewielkich przekrojach, jakie wchodz w skład zestawu, można przycięć
wlew lejka. Doświadczalnie można znaleźć odpowiednie wymiary sondy, mając na
uwadze fakt, ze zmniejszanie przekroju lejka pogarsza czułość sondy. W wylocie
(lub na wylocie) lejka osadzamy koniec węza łączącego sond z manometrem. Usz-
czelniamy go i mocujemy klejem silikonowym lub gumowym. Dobrze jest



rys. 2 – sonda do pomiaru ciśnienia: 1 węz łączący z manometrem, 2 plastikowa rurka z przegubem, 3 przegub, 4 pętla, 5 lejek, 6 pierścień z węza podtrzymujący mocowanie membrany, 7 gumka mocującą membran, 8 membrana.

przysondow część węza usztywni (w prezentowanym zestawie wykorzystano plastikową słomk do napojów (2), posiadającą przydatny przegub) dla lepszej możliwości poruszania sond. Zastosowany w sondzie przegub (3) oraz pętla (4) ułatwiają zginanie sondy, co umożliwia badanie ciśnienia w ronych kierunkach.

Istotnym uzupełnieniem zestawu s nurki Kartezjusza (rys. 3). Przy ich pomocy można w ciekawy sposób wprowadzi pojęcia zwiazane z siłą wyporu i pływaniem ciał.



rys. 3 – nurki Kartezjusza: 1 styropianowy obciążony śrub z nakretkami, 2 ze strzykawki, z możliwością regulacji wyporu wysunięciem tłoka.

Najprostszym materiałem do wykonania nurka jest miękki, gruboziarnisty styropian, który dzięki swojej konsystencji reaguje na niewielkie zmiany ciśnienia wyrażoną zmianą objętości. Odpowiednio przycięty kawałek styropianu obciążony śrubą można precyzyjnie wyważyć, nakręcając określoną ilość nakrętek (1) tak, aby pływał niemal całkowicie zanurzony przy powierzchni wody. Tak wykonany nurek reaguje na zmiany ciśnienia rozchodzące się w wodzie zanurzeniem odpowiednim do ciśnienia. Nurek Kartezjusza może być także wykonany z cienkiej strzykawki jednorazowej (2). Wylot strzykawki należy zakleić lub zatopić na gorąco, w tłoku natomiast należy wyciąć otwory umożliwiające dostęp wody do wnętrza nurka. Tak zmodyfikowana strzykawka, po odpowiednim obciążeniu końca tłoka (np. plasteliną) pływa zanurzona przy powierzchni wody i reaguje na zmiany ciśnienia odpowiednim zanurzeniem. Zmodyfikowany tłok pozostawiony w strzykawce pełni istotną funkcję. Przesuwanie tłoka zmienia ilość powietrza mogącego wypełnić zbiornik nurka, co wpływa bezpośrednio na zmianę siły wyporu jakiej podlega nurek. Zaletą takiej konstrukcji jest możliwość ostatecznego wyważenia nurka przesuwaniem tłoka. Pozostawiając w nurku tłok bez opisanych modyfikacji i obciążając go tak, by skala strzykawki częściowo wystawała ponad powierzchnię cieczy, uzyskuje się model areometru.

Uwagi końcowe:

Wspomniane we wstępie szerokie zastosowanie manometru można zilustrować kilkoma przykładami. Manometr może być wykorzystany jako termoskop, gdy zamiast sondy podłączy się do niego szklaną bańkę o niewielkiej objętości. Wskazania manometru proporcjonalne do zmian objętości powietrza w bańce mogą określać zmiany temperatury, jakim poddawana będzie bańka. Jednocześnie samo zjawisko jest przykładem przemiany izobarycznej. Badając promieniowanie cieplne można modyfikować szklaną bańkę, pokrywając jej powierzchnię substancjami o różnych współczynnikach pochłaniania promieniowania cieplnego, od odbijających, np. folia aluminiowa (folia kuchenna), do pochłaniających, np. sadza (poprzez okopcenie nad płomieniem świecy).

Omawiany zestaw, z uwagi na swoją prostotę, może być zaproponowany uczniom do samodzielnego wykonania. Za jego pomocą uczniowie będą mogli badać i poznawać prawa hydrostatyki. Konstruowanie zestawu i jego zastosowanie w realizacji powyższego zagadnienia może być elementem metody projektów w nauczaniu fizyki.

Dziękuję Panu Mgr Bronisławowi Tokarowi za wskazanie pomysłu i cenne uwagi podczas realizacji pracy.

Zjawiska cieplne i nie tylko w doświadczeniach

Janina Miłszkiewicz

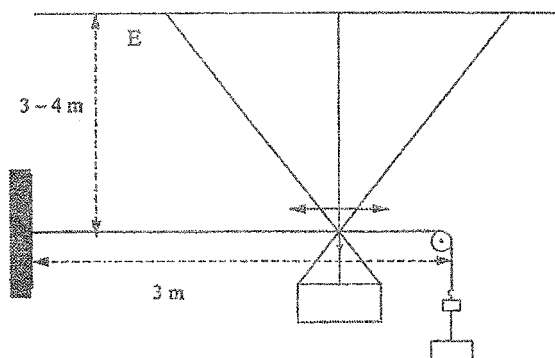
Poszukiwanie „rodków”, potrzebnych do wykonania doświadczeń fizycznych, pośród dostępnych na „miejscu” przedmiotów i materiałów, często uruchamia głębokie warstwy naszej wyobraźni. Pracownicy Zakładu Dydaktyki Fizyki opolskiej Uczelni wytworzyli tradycję zarówno w zakresie wykorzystania przedmiotów i materiałów „codziennego użytku” do doświadczeń fizycznych jak i poszerzenia możliwości wykorzystania już istniejących przyrządów fizycznych. Upowszechniają oni wyniki swoich osiągnięć zarówno w publikacjach np. [1], [2] jak i na zajęciach ze studentami przyszłymi nauczycielami np. [3], [4]. A oto kilka przykładów takich doświadczeń z zakresu:

1. Nietypowego wykorzystania rzutnika

Doświadczenie 1.1. Pokaz sprężystego i niesprężystego wydłużenia drutu.

Pomocze: rzutnik, imadło, drut (do odkształcenia), bloczek, obciążniki, wskaźnik papierowy (konik), ekran, plastelina.

Wykonanie: Układ doświadczalny należy zmontować wg. rys. 1.1.



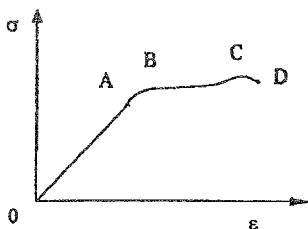
rys. 1.1.

Na jednym końcu stołu należy zamocować jeden koniec drutu (najlepiej miedzianego o długości około 3 m, ϕ 1-2 mm), a drugi koniec przerzucić przez bloczek zamocowany na drugim końcu stołu. Wolny koniec drutu obciążyć niewielkim ciężarkiem w celu jego wygładzenia. Rzutnik umieścić na stole, w pobliżu bloczka tak aby fragment drutu znajdował się pomiędzy źródłem światła rzutnika a obiektywem (w miejscu slajdu). Na drut nałożyć wskaźnik papierowy (konik). Ostry obraz fragmentu drutu odwzorować na ekranie E, zaznaczając początkowe położenie papierowego wskaźnika. Tak przygotowany układ nadaje się

do demonstracji zjawiska mechanicznego wydłużenia drutu. W tym celu należy do ciężarka, już wiszącego na drucie doczepić następne (dobrac doświadczalnie metodą prób), obserwując na ekranie zmiany położenia wskaźnika. Efektownie wygląda tzw. „płynięcie drutu” a następnie zerwanie. Na tym etapie, jako obciążenia najlepiej użyć plasteliny. Doświadczenie należy zawsze wypróbować przed pokazaniem, gdyż występujące tu efekty, są bardzo zależne od rodzaju i parametrów drutu.

Wyjaśnienie: Omówione doświadczenie umożliwia zademonstrowanie całego przebiegu zależności $\sigma = f(\epsilon)$ rys. 1. 2.

Nie udało się zaobserwować doświadczeniu przedziału CD



Nie udało się zaobserwować doświadczeniu przedziału CD

rys. 1. 2.

Doświadczenie 1. 2. Pokaz zjawiska formowania się kropli [2].

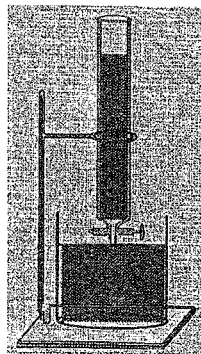
Pomoc: Rzutnik, szczelina, naczynie płasko równoległościennie, olej lub gliceryna, biureta z wodą, statyw, soczewka skupiająca, ekran.

Wykonanie: Koniec biurety umocowanej w statywie należy zanurzyć w oleju i ustalić taką prędkość wypływu wody z biurety, aby można było obserwować, gołym okiem zjawisko formowania się kropli rys. 2. 1.

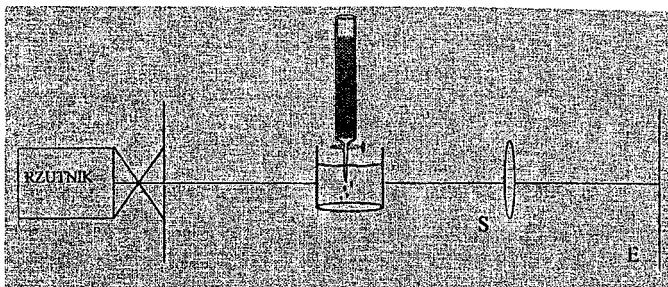
Układ doświadczalny umożliwiający pokazanie zjawiska formowania się kropli większemu audytorium pokazuje rys. 2. 2.

Na ekranie obserwuje się (obraz odwrócony) powolne tworzenie się niewielkiej „gruszki” z wody, która rośnie, następnie pojawia się przewężenie i wreszcie kropla odrywa się i opada „do góry”. Efektownie wygląda gromadzenie się tych kropli, które „wisząc” mogą drgać gdy potrząśnie się naczyniem.

Wyjaśnienie: Powstawanie kropli świadczy o istnieniu sił spójności między cząsteczkami cieczy.



rys. 2. 1.

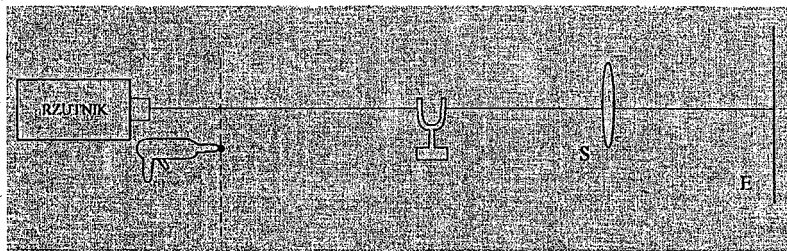


rys. 2. 2.

Doświadczenie 1. 3. „Spowolnienie” przebiegu zjawisk obserwowanych za pomocą stroboskopu [2].

Pomocze: rzutnik, tarcza z otworami, wiertarka, soczewka o ϕ 20 cm i ogniskowej 20 cm, ekran i drgające ciało, którego ruch chce się obserwować, np. kamerton, sprężyna, kapiąca kropla.

Wykonanie: Tarczę z otworami należy przymocować do wiertarki, którą łączy się ze źródłem napięcia sieciowego poprzez autotransformator, którym można regulować napięcie a przez to i częstotliwość obrotów tarczy. Układ doświadczalny przedstawia rys. 3. 1.



rys. 3. 1.

Zamiast wiertarki można wykorzystać ręczny mikser. Z brystolu należy wyciąć krążek (tarczę) z otworami i osadzić na mieszadle miksera. Częstotliwość obrotu tarczy można zmieniać skokowo przełącznikiem miksera lub płynnie za pomocą autotransformatora (jak opisano wyżej).

Wyjaśnienie: Gdy ciało drga bardzo szybko nie można zaobserwować poszczególnych faz tego ruchu. Stroboskop umożliwia pozorne spowolnienie ruchu a nawet pozorne zatrzymanie. Dzieje się tak dlatego, że poruszające się ciało oświetlone jest światłem impulsowym (przerywanym) wobec czego obserwuje się nieciągłe (skokowe) fazy ruchu. Aby jednak oko nie zarejestrowało oddzielnych obrazów częstotliwość impulsów

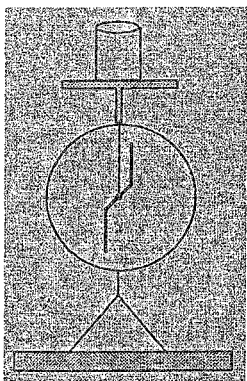
światła nie może być mniejsza niż 4 obroty na sekundę (tę zasadę wykorzystuje się w kinie).

2. Nietypowe wykorzystanie naczynia kalorymetrycznego.

Doświadczenie 2. 1. Zasada zachowania ładunku w zjawisku elektryzowania przez tarcie.

Pomoce: naczynie kalorymetryczne, elektroskop, krążek metalowy z tulejką, laska ebonitowa i laska ze szkła organicznego.

Wykonanie: Układ doświadczalny przedstawia rys. 2. 1. Podczas wykonywania czynności należy cały czas obserwować listki elektroskopu. Czynności najlepiej wykonywać w następującej kolejności:



rys. 2. 1.

1. Włożyć do naczynia niepotartą laskę ebonitową (listki nie wychylą się).
2. Wyjąć laskę ebonitową a włożyć szklaną (no i nic)
3. Włożyć obydwie laski (nie wychylają się).

Wniosek 1: laski są elektrycznie obojętne.

Następnie należy potrzebę jedną laskę o drugą i powtórzyć czynności jak wyżej.

Obserwacje powinny być następujące:

1. Gdy w naczyniu znajduje się laska ebonitowa listki wychylają się.
2. Gdy ją wyjmemy listki opadają, ale po włożeniu laski szklanej znowu wychylają się.
3. Po dołożeniu do laski szklanej ponownie laski ebonitowej listki opadają.rys. 2. 1.

Wniosek 2: podczas tarcia lasek o siebie obie naelektryzowały się ładunkami *różnoimiennymi*, ale równymi co do wartości bezwzględnej.

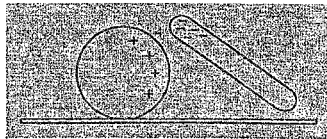
Powyższy wniosek może potwierdzić dalsze doświadczenie wykonane w odwrotnej kolejności (wyjmując z naczynia jedną z lasek powoduje się znowu wychylenie listków).

Wyjaśnienie: Ładunek z lasek nie jest przekazywany na elektroskop przez przewodzenie tylko indukcyjnie.

Doświadczenie 2. 2. Elektryzowanie przez indukcję [2].

Pomoce: naczynie kalorymetryczne, laska winidurowa, szmatka wełniana.

Wykonanie: Naczynie należy położyć boczna ścianką na wypoziomowanym stole rys. 2. 2. i zbliżyć do niego naelektryzowaną przez tarcie laskę. Wystąpi wówczas toczenie się naczynia w kierunku laski.



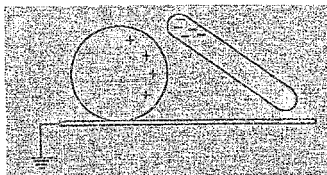
rys. 2. 2.

Wyjaśnienie: Ruch naczynia wywołany jest naelektryzowaniem się przez indukcję naczynia w polu elektrycznym wytworzonym przez ładunki na łasce.

Doświadczenie 2. 3. Zmodyfikowane elektryzowanie przez indukcję [2].

Pomoc: Naczynie kalorymetryczne, laska winiduruowa, pasek folii aluminiowej.

Wykonanie: Układ doświadczalny należy wykonać tak jak w doświadczeniu powyższym (Dośw. 2. 2.) z tą różnicą, że na stole należy położyć pasek uziemionej folii metalowej a na niej naczynie rys. 2. 3. Po zbliżeniu naelektryzowanej laski, naczynie także toczy się w stronę laski.

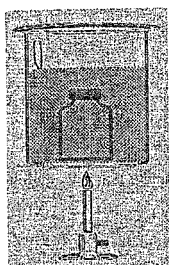


rys. 2. 3.

Wyjaśnienie: Podobnie jak wyżej.

3. Doświadczenia z zakresu zjawisk cieplnych.

Doświadczenie 3. 1. Wrzenie pod zmniejszonym ciśnieniem.



rys. 3. 1

Pomoc: słoiczek „twist” z wodą, zlewka z wodą, w której może się zmieścić „twist”, palnik gazowy, siatka (azbestowa).

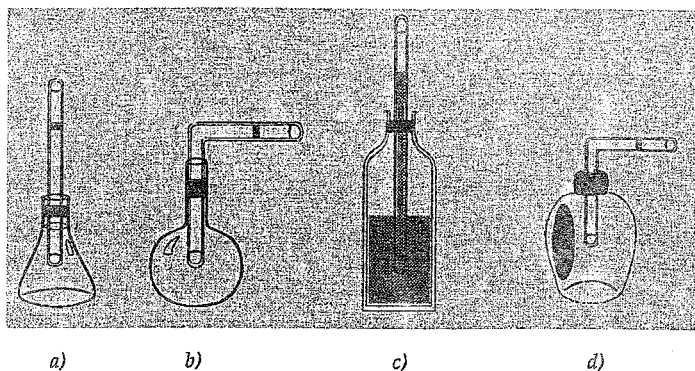
Wykonanie: Słoiczek z wodą należy włożyć do zlewki z wodą i doprowadzić do wrzenia rys. 3. 1. utrzymując ten stan przez kilka minut. Po wyjęciu słoiczka z tej gorącej kąpieli, przyłożyć do pokrywki metalowej mokrą zimną ściereczkę. Woda w słoiczku powinna zacząć wrzeć.

Wyjaśnienie: Pod wpływem przyłożenia zimnej ściereczki do pokrywki nastąpiło obniżenie się temperatury pary (i powietrza) nad cieczą w słoiku, wskutek czego obniżyło się ciśnienie. Mimo, że temperatura wody w słoiczku jest niższa niż 100 °C to przy tym obniżonym ciśnieniu zacznie wrzeć.

Uwaga: Doświadczenie to ma istotne znaczenie praktyczne (i po to zostało wymyślone). Pozwala bowiem na natychmiastowe wykrycie słoików, które „chwyciły” podczas domowej pasteryzacji przetworów na zimę.

Doświadczenie 3. 2. Budowa i zasada działania prostych termoskopów [2].

Pomoc: erlenmajerki, kolbki, korki z otworem, rurki szklane proste i zgięte.



rys. 3. 2.

Wykonanie: erlenmajerkę lub kolbkę zatkać należy szczelnie korkiem przez który przechodzi rurka szklana zamknięta kropłą cieczy rys. 3. 2. a, b, c, d.

Działanie oparte jest na zjawisku rozszerzalności cieplnej gazów lub cieczy rys. 3. 2. c.

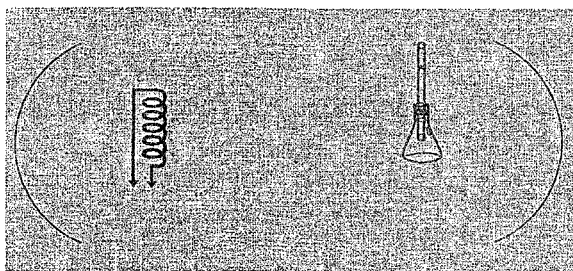
Zaletą termoskopu jest to, że:

- mogą mieć duże rozmiary,
- wskazywane przez nich różnice temperatur są widoczne z dużych odległości;
- są łatwe w wykonaniu,
- wielkość i czułość może nauczyciel sam regulować w zależności od potrzeby
- mogą być zastosowane, zamiast termometrów., do wielu doświadczeń z zakresu zjawisk cieplnych.

Doświadczenie: 3. 3. Pokaz zjawiska odbicia i ogniskowania promieni podczerwonych [2].

Pomoce: termoskop, dwa paraboliczne zwierciadła metalowe, grzałka grzejna zasilana z sieci przez autotransformator.

Wykonanie: Zwierciadła należy umieścić w znacznej od siebie odległości około 2,5 m. W ognisku jednego z nich umocować na statywie grzałkę (rys. 3. 3.)



rys. 3. 3.

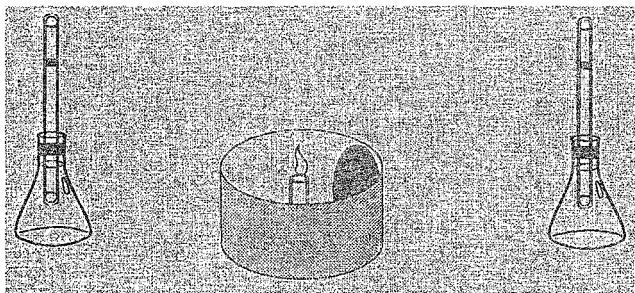
W ognisku drugiego zwierradła naleŹy umieścić termoskop. Po rozgrzaniu grzałki, niekoniciecznie do czerwoności, zauwaŹamy, Źe termoskop umieszczony w ognisku (warunek sine qua non) natychmiast zasygnaizuje wzrost temperatury.

Wyjaśnienie: Występujący efekt świadczy, Źe promienie cieplne odbijają się od zwierradła drugiego i skupiają się w jego ognisku.

Doświadczenie 3. 4. Pokaz absorpcji i emisji promieni podczerwonych [2].

Pomoce: dwa identyczne termoskopy, puszka po konserwie, której połowę ścianki wewnętrznej trzeba pomalować farbą czarną a drugą połowę pozostawić błyszczącą, świeczka.

Wykonanie: Jest zrozumiałe na podstawie rys. 3. 4.



rys. 3. 4.

AŹeby pokazać zależność emisji promieniowania cieplnego od rodzaju powierzchni naleŹy połowę zewnętrznej puszki okopcić a drugą pozostawić błyszczącą. Dalej postąpić jak wyŹej.

Bibliografia

1. Tokar, D., Tokar, B., Łabuz, P.: Zbiór zadań doświadczałnych z fizyki-kurs średni, WSiP, W-wa 1990r.
2. Tokar, D., Pędzisz, B., Tokar, B.: Doświadczenia z fizyki dla szkoły podstawowej, WSiP, W-wa 1990r.
3. Pędzisz, B., Tokar, D.: Przygotowanie i wykonywanie doświadczeń fizycznych, Pracownia dydaktyki fizyki 1, Wydawnictwo Skryptowe WSP, Opole 1988r.
4. Pędzisz, B.: Wykorzystanie doświadczeń fizycznych w procesie nauczania-uczenia się fizyki, Skrypt dla studentów, WSP wyd. 2, Opole 1990r.
5. Miliszkiewicz, J.: Elementy fizyki ciała stałego w szkole średniej w ujęciu semiprogramowanym, PWN, Warszawa-Wrocław 1983r.

Absorpcja promieniowania ultrafioletowego (UV) w różnych materiałach

Józefina Turło, Maria Wrzeszcz, Zygmunt Turło, Andrzej Karbowski

Wprowadzenie

W związku z ogromnym rozwojem dyscyplin szczegółowych, zaistniała potrzeba interdyscyplinarnego podejścia nie tylko do rozwiązywania tzw. problemów globalnych współczesnego świata, ale także do edukacji w tym zakresie. Jednym z takich problemów jest zagadnienie znane w literaturze pod nazwą „dziury ozonowej” [1]. Jego dogłębne rozumienie wymaga wiedzy z zakresu wielu dyscyplin naukowych: geografii, fizyki, chemii, biologii. Powinniśmy bowiem wiedzieć, gdzie interesująca nas warstwa, czyli tzw. ozonosfera się znajduje, co oznacza pojęcie dziury ozonowej i jakimi wynikami badań geofizycznych dotyczących charakteru i rozmiarów tej „dziury” obecnie dysponujemy. Ponieważ atmosfera ziemską, czyli gazową otoczką Ziemi, w której efekt dziury ozonowej występuje jest środowiskiem, w którym żyje człowiek, scharakteryzowanie jej fizycznych właściwości jest również bardzo ważne. Należy wiedzieć jaki wpływ na osłabienie natężenie promieniowania słonecznego docierającego do Ziemi ma atmosfera i na tym tle potrafić scharakteryzować rolę stratosferycznego ozonu w pochłanianiu krótkofalowego promieniowania ultrafioletowego Słońca, tzw. promieniowania UV-B (o długości fal (w zakresie 280-320 nm). Ważny jest też chemiczny aspekt dziury ozonowej: budowa, powstawanie i właściwości ozonu oraz mechanizmy, które prowadzą do zmniejszania jego ilości w ozonosferze, w tym mechanizm reakcji ozonu z freonami. Wreszcie, konieczna jest wiedza biologiczna, dotycząca wpływu promieniowania ultrafioletowego na procesy zachodzące w organizmach roślinnych, zwierzęcych i na człowieka, w tym znajomość konsekwencji wynikających z zaburzeń w funkcjonowaniu ozonosfery na zdrowie człowieka (szczególnie zdrowie jego skóry i oczu).

W tej pracy zwracamy uwagę jedynie na aspekty fizyczne w/w zagadnienia, proponując doświadczenia z wykorzystaniem promieniowania ultrafioletowego, w celu zbadania własności różnych materiałów podczas ich ekspozycji na to promieniowanie w zakresie długości fal mogących stanowić zagrożenie dla organizmów żywych.

Proponuje doświadczeń z absorpcją promieniowania ultrafioletowego (UV) w różnych materiałach

Sprzęt i pomoce:

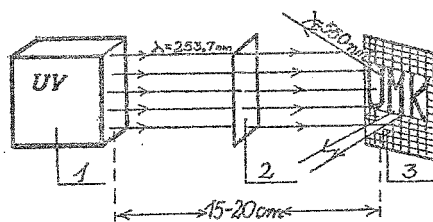
1. Źródło promieniowania UV np. lampa rtęciowa bez luminoforu, lampa antybakteryjna lub kosmetyczna.
2. Badane substancje i materiały np. folia polietylenowa, metalizowana cienka folia do kwiatów z napyłoną warstwą aluminium, szybka szklana i kwarcowa, naświetlone filmy czarno-białe i kolorowe, szkła optyczne, różnego typu kremy itp.

3. Ekran pokryty luminoforem jako detektor promieniowania UV np. powierzchnia pokryta Źółtym lub zielonym markerem, farbą Źwiecącą lub fluoresceiną.

Wykonanie:

Do wykonania doŹwiadczenia potrzebne są substancje (barwniki) posiadające wiaŹciwoŹć luminescencji, czyli Źwiecenia (o okreŹlonej barwie) pod wplywem krótkofalowego promieniowania UV. Dzięki tej wiaŹciwoŹci barwniki te moŹna łatwo rozpoznać w Źwietle dziennym po jaskrawym, rzucającym się w oczy kolorze. Stosuje się je często w markerach, nalepkach reklamowych, a takŹe na banknotach NBP o wyŹszych nominałach. W szczególnie dogodnej do eksperymentu postaci, barwniki te znajdujĄ się np. w długopisach, tzw. „Źelowych”.

Na sztywnej kartce wykonujemy dowolny napis markerami lub farbą luminescencyjnĄ. Lampę emitujĄcą promieniowanie UV stawiamy naprzeciw kartki, tak by oŹwieŹlić napis. Obserwujemy Źwiecenie napisu. Następnie na drodze wiązki promieni umieszczamy wybrane przez nas do badania substancje lub materiały i obserwujemy zmiany natęŹenia Źwiecenia napisu w zaleŹności od ich rodzaju (patrz poniŹszy rysunek).



Rys. 1. Schemat zestawu do badania absorpcji promieniowania ultrafioletowego:

1. Lampa UV. 2. Badana substancja lub materiał. 3. Ekran.

Niektóre z badanych materiałów absorbujĄ tylko część promieniowania UV, przepuszczajĄc je, jak np. kwarc, inne natomiast pochłaniajĄ je prawie całkowicie (szkło, plastik, metalizowana folia) lub całkowicie (film fotograficzny, okulary słoneczne lub kremy z filtrem UV-B).

Uwaga:

Aby efekt był widoczny, doŹwiadczenie naleŹy przeprowadzić w zaciemnionej sali.

Wniosek z doŹwiadczenia:

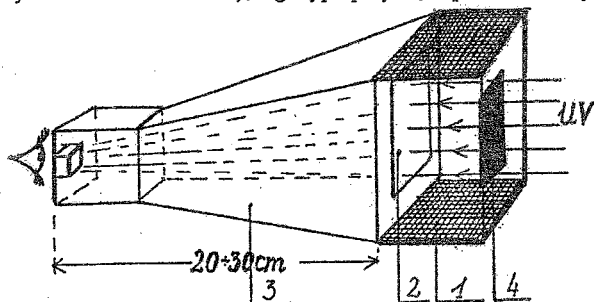
Okulary szklane dobrze chronią oczy przed naŹświetleniem promieniowaniem ultrafioletowym [2, 3].

Inna propozycja eksperymentu do badania absorpcji promieniowania UV

TrudnoŹciĄ, która występuje w trakcie doŹwiadczenia jest to, iŹ zewnętrznie oŹświetlenie z postronnych Źródeł (z reguły bardzo silne) maskuje stosunkowo słabe Źwiecenie luminescencyjne. A zatem, naleŹy używać bądź silnych Źródeł

promieniowania UV, które są niebezpieczne dla zdrowia, bądź też prowadzić doświadczenie w zaciemnionej sali.

Inne rozwiązanie, niestety nadające się tylko do indywidualnej obserwacji polega na umieszczeniu ekranu z farbą luminescencyjną wewnątrz nieprzezroczystej osłony w formie lunety lub tubusa. Konstrukcję tego typu przyrządu przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Schemat przyrządu do indywidualnych obserwacji absorpcji promieniowania UV:

1. Osłona. 2. Ekran szklany lub z folii z obszarem pokrytym stosownym barwnikiem luminescencyjnym od strony zewnętrznej. 3. Tubus z kartonu. 4. Badana substancja.

Jeszcze lepiej byłoby zastosować w charakterze okularu soczewkę zbierającą, przez którą jak przez lupę będziemy obserwować ekran z farbą luminescencyjną. Taki detektor UV będzie znacznie mniejszy i bardziej poręczny, jakkolwiek trudniejszy w wykonaniu [3].

Literatura

- [1] A. Dziewulska-Łosiowa, Ozon w atmosferze, PWN, Warszawa, 1991.
- [2] J. Turło, red.: O dziurze ozonowej, PSBS, Toruń 1995.
- [3] Z. Turło: Pomiar promieniowania nadfioletowego, wykład monograficzny, Podyplomowe Studium Badania Środowiska, UMK Toruń, 1995.

Dva pokusy

Antonín Caletka

Vodní kladivo

Potřeby: Láhev 0,7 l od vína, tzv. pistole, utěrka, gumová zátka a kožená rukavice na pravou ruku s vloženým „nárazníkem“. Jako nárazník může posloužit salátová lžice, nebo hlavička dřevěného hřebku na štepování ponožek či kroužek vyříznutý z gumového podpatku.

Příprava a provedení: Do láhve nalijeme přibližně 0,5 l vody a dobře ji zazátkujeme. Potom láhev uchopíme levou rukou za hrdlo omotané utěrkou a pravou rukou do zátky shora co nejsilněji udeříme. Levou rukou přitom ale držíme láhev v utěrce asi 2–3 cm pod okrajem hrdla tak, aby měla šanci po úderu proklouznout až k výstupku na kraji hrdla a teprve u něj se prudce zastavila. Při dostatečně silném úderu voda v láhvi vyrazí dno.

Vysvětlení: Při úderu zátka s láhví zrychleně proklouznou v utěrce směrem dolů, dostaly přece od nás pořádnou ránu. Voda v láhvi ovšem od naší dlaně úder nedostala a proto se dolů rozbíhá mnohem pomaleji, se zrychlením daným jen tíhovou silou a tlakovou silou vzduchu mezi hladinou a zátkou. V této fázi se ovšem díky rozdílnému zvyšování rychlosti těchto dvou těles rychle zvětšuje stlačení vzduchového sloupce mezi hladinou a zátkou, zatím co u dna vzniká „škorovakuum“.

Po doznění úderu se celá situace změní. Láhev v utěrce se u výstupku hrdla rychle zastaví, zatím co stlačený vzduch nad hladinou žene „vodní kladivo“ hydraulicky proti dnu tak, že ho dokáže čistě vyrazit.

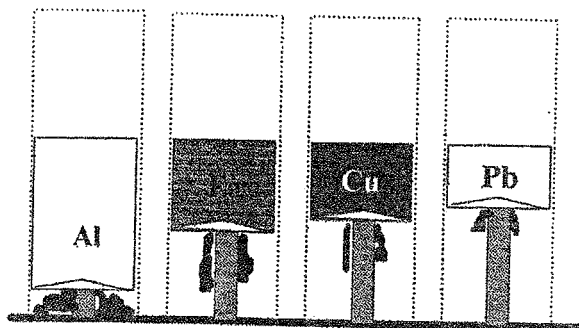
Měrná tepelná kapacita kovů

Pomůcky: 4 skleněné válce, 4 dortové svíčky, 4 válečky stejné hmotnosti (cca 300 g) a stejného průměru takové velikosti, aby se daly do válců zasouvat (je vhodné aby v podstavě válců byly kuželovité prohlubně), nádoba s vroucí vodou,

Příprava a provedení: Na dna jednotlivých válců postavíme do středu dortové svíčky a kovové válečky dáme temperovat do vroucí vody. Po ustálení teploty válečky z vody vyjmeme a postavíme do válců tak, aby vrch svíček byl uprostřed kuželovitého vybrání podstav válečků (viz obrázek). Svíčky postupně pod válečky tají, ale konečný výsledek, odtání částí svíček, je u jednotlivých kovů různé. Důležité je ovšem vyčkat, až teplota všech válečků klesne pod teplotu tání parafinu svíček, aby se vyloučil vliv různé tepelné vodivosti daných kovů.

Vysvětlení: Různá měrná tepelná kapacita kovů z nichž jsou válečky vyrobeny způsobuje, že je svíčkám předané teplo od válečků různého materiálu různé. Nejvíce tepla předá hliníkový váleček ($c_{Al} = 900 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$), druhý v pořadí je ocelový váleček ($c_{Fe} = 450 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$), třetí měděný ($c_{Cu} = 380 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) a nejkratší část svíčky utaje pod olověným válečkem ($c_{Pb} = 130 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$). Pořadí odtání svíček tedy

souhlasí s pořadím podle tepelné kapacity válečků, přestože ochlazování povrchem je u materiálů s menší hustotou větší (větší povrch).



Paramagnetika a diamagnetika ve školním pokusu

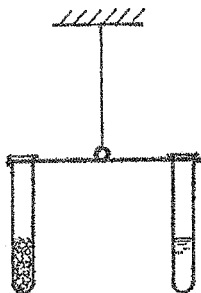
Václav Houdek

Úvodním pokusem při výkladu magnetických vlastností látek a jejich chování v magnetickém poli je jednoduchý pokus, při němž pozorujeme vzorky různých látek v blízkosti magnetu. Zjistíme, že některé se k magnetu silně přitahují (ocel, nikl aj.), zatímco jiné (měď, hliník, voda aj.) na přiblížení magnetu viditelně nereagují.

Na ZŠ se této druhé skupině látek již dále nevěnuje žádná pozornost. Na SŠ (G) je klasifikace látek z hlediska jejich magnetických vlastností provedena podrobněji [1, 2]. Vedle silně magnetických látek (feromagnetika) se stručně charakterizují i dva základní druhy látek slabě magnetických (paramagnetika a diamagnetika).

Pokusy, kterými demonstrujeme magnetické vlastnosti feromagnetických látek nečiní prakticky žádné problémy. Vzorky feromagnetických látek lze získat velmi snadno a potřebné pomůcky a přístroje pro obvyklé školní pokusy jsou též zpravidla běžně dostupné. Pro chování vzorků feromagnetických látek v magnetickém poli jsou charakteristické poměrně velké hodnoty sil a momentů sil, kterými působí vnější magnetické pole na experimentální vzorky. Jejich demonstrace nebo měření proto nečiní žádné zvláštní nároky na experimentální techniku.

Jinak je tomu v případě, chceme-li demonstrovat alespoň základní magnetické vlastnosti paramagnetických nebo diamagnetických látek. Síly, kterými působí nehomogenní magnetické pole (např. tyčového magnetu) na vzorky těchto látek jsou (ve srovnání s látkami feromagnetickými) o mnoho řádů menší a k jejich spolehlivému prokázání školním pokusem je třeba zvolit dostatečně citlivou metodu a vzorky s nepříliš malou hodnotou magnetické susceptibility. Těto podmínky dobře vyhovují některé soli (např. CuSO_4 , FeSO_4 , NiSO_4 , NiCl_2 , CoCl_2 , FeCl_2), které obsahují paramagnetické ionty prvků první přechodné skupiny. Z diamagnetických látek by pro tuto demonstraci nejlépe vyhovovala tyčinka z bismutu (Bi) nebo antimonu (Sb). Tyto materiály však ve školních kabinetech nebývají běžně k dispozici. V takovém případě použijeme nejdostupnější diamagnetickou látku – čistou vodu (H_2O).



obr. 1

Pokus provedeme jednoduchými prostředky. Na tenkou nit délky asi 0,3 m horním koncem připevněnou ke stativu zavěsíme vahadlo (obr. 1), které zformujeme z měděného nebo hliníkového drátu (o průměru asi 2 mm) tak, aby na jeho koncích ve vzájemné vzdálenosti asi 14 cm vznikla „oka“, do nichž svisle zasuneme zkumavky jako nosiče vzorků paramagnetických a diamagnetických látek. Jednu zkumavku zaplníme asi do jedné třetiny paramagnetickou látkou, do druhé nalijeme vodu o přibližně stejné hmotnosti.

Nejdříve ukážeme, že lze zavěšenou soustavu uvést do otáčivého pohybu velmi malými silami. Stačí k tomu slabé proudění vzduchu vyvolané v blízkosti např. pohybem ruky nebo slabým fouknutím. Po uvedení soustavy do klidu přiblížíme opatrně z boku ke zkumavce s paramagnetickým vzorkem co nejsilnější permanentní magnet ve směru jejího možného pohybu. Je-li magnet dostatečně silný, pozorujeme, že se zkumavka s paramagnetickým vzorkem dá do pohybu směrem k magnetu. Po opětovném zastavení soustavy postup opakujeme, ale tentokrát magnet přiblížíme na malou vzdálenost (1 mm až 2 mm) ke zkumavce s vodou. Nyní pozorujeme, že se zkumavka s vodou od magnetu vzdaluje. Abychom dosáhli dobře viditelné úhlové výchylky, posunujeme magnet ve směru pohybu zkumavky tak, aby její vzdálenost od magnetu byla stále malá a silové působení magnetu na vzorek bylo dostatečné. Po výměně vzorků za jiné (není obtížné získat několik paramagnetických solí) pokus opakujeme.

Z provedeného pokusu vyplývá, že i látky, které v úvodním pokusu na přiblížení magnetu viditelně nereagovaly nejsou nemagnetické, ale magnetují se ve vnějším magnetickém poli a chovají se určitým (pro ně charakteristickým) způsobem. Některé se slabě k magnetu přitahují (paramagnetické látky), jiné se od magnetu odpuzují (diamagnetické látky).

Překvapivým výsledkem tohoto pokusu bývá pro studenty skutečnost, že se vzorky některých látek od magnetu odpuzují. Pozorovaný jev svědčí o tom, že se vzorek diamagnetické látky ve vnějším magnetickém poli zmagnetuje v opačném směru než vzorek paramagnetické látky, tj. magnetická indukce B uvnitř vzorku diamagnetické látky má opačný směr než magnetická indukce B_0 vnějšího magnetického pole, jímž je vzorek magnetován.

S využitím znalostí studentů o vzájemném chování např. tyčových magnetů můžeme chování diamagnetického vzorku v blízkosti magnetu popsat též takto: přivíracené magnetické póly zmagnetovaného diamagnetického vzorku a magnetu jsou souhlasné a proto převládá odpuzování. Z toho pak vyplývá, že diamagnetický vzorek je zmagnetován opačně než vzorek paramagnetický, tj. je zmagnetován „proti“ magnetickému poli, které ho magnetuje.

Na závěr několik technických poznámek. Magnety ze standardní výbavy školních fyzikálních kabinetů lze uspokojivě ukázat chování vzorků (výše uvedených) paramagnetických látek. Jisté potíže mohou nastat v případě pokusu s vodou. Tento pokus vyžaduje větší trpělivost a může ho narušit proudění vzduchu v místnosti, pokud vyvolá otáčivý pohyb zavěšené soustavy. Tyto potíže nebudeme mít, opatříme-li si tzv. neodymový magnet (nebo jiný magnet na bázi vzácných zemin), který lze zakoupit (asi 1600 Kč) u některých u nás zastoupených firem prodávajících učební

pomůcky. U povrchu tohoto magnetu jsme naměřili magnetickou indukci 350 mT, zatímco u povrchu školního tyčového magnetu (ALNICO) jen 70 mT.

Další poznámka se týká zkumavek. Sklo zkumavek je slabě diamagnetické. Součástí pokusu proto může být ukázka, kterou předvedeme, že je prázdná zkumavka od (silného) magnetu velmi slabě odpuzována. To znamená, že demonstrováný efekt u paramagnetických vzorků mírně zmenšuje a u diamagnetických vzorků ho mírně zvětšuje.

Pokus lze různě modifikovat. Např. lze k vahadlu připevnit malé zrcátko a využít stopy od něho odraženého paprsku světla na stínítku nebo na stěně k prokázání i menších úhlových výchylek soustavy.

Poslední poznámka se týká závěsu. Po sestavení se zavěšená soustava zpravidla samovolně roztocí. Je to způsobeno nití. Po jejím „rozkroucení“ už tento jev nenastává.

Literatura:

1. Lepil, O., Houdek, V., Pecho, A.: Fyzika pro 3. ročník gymnázií, SPN, Praha 1986.
2. Lepil, O., Šedivý, P.: Fyzika pro gymnázia, Elektřina a magnetismus, Prometheus, Praha 1994.

Pokusy s plyny

Milan Rojko

Cílem všech zde uvedených experimentů je především naučit žáky „vidět“ neviditelné a ukázat jak lze i jednoduchými prostředky zkoumat vlastnosti „neviditelných plynných těles“.

Potřeby: Sifonová láhev s 20 cm dlouhou hadičkou na výpusti, bombičky s oxidem uhličitým, náhradní propanová náplň do zapalovačů s vypouštěcím kroužkem, 2 džbány na pivo, 2 sklenice od zavařenin, 3 dortové svíčky, špejle, zápalky, papírové „pokličky“ na džbány, špendlík, blána z poutového balónku, nit, malá maticka, kancelářské sponky, bublifuk, drátek asi 20 cm dlouhý, láhev od okurek nebo ještě větší skleněná nádoba, tři plastové dvoulitrové láhve od limonády z toho jedna s ventilkem do bezdušové pneumatiky navlečeným do otvoru v zátku, žákovské laboratorní váhy, sada závaží, měkká plastová hadička o průměru umožňujícím navlečení konce na ventilek, plechovka od piva nebo limonády, kožená rukavice, kahan, umyvadlo, kbelík, pryžová hadička délky cca 1,5 m, láhev o objemu 10 l s vypouštěcím otvorem u dna, poutový balónek o větším průměru, automobilová husťka nebo kompresorek.

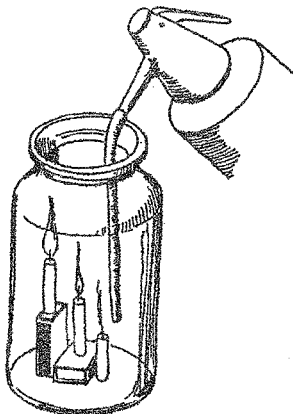
Přelévání plynů:

Příprava a provedení: Na vypouštěcí kohoutek sifonové láhve navlékneme konec asi 20 cm dlouhé hadičky. Láhev (bez vody) naplníme z bombičky oxidem uhličitým. Vypouštěcí kroužek k propanovému zásobníku zhotovíme např. z hliníkového plíšku, do kterého vyvrtáme otvor takové velikosti, aby jím prošel je užší konec plnicí trubičky.

Džbány naplníme pokud možno pomalu oxidem a propanem a zakryjeme je pokličkami. To můžeme udělat těsně před hodinou, bez přítomnosti žáků. Při hodině si připravíme zapálenou svíčku a špejli a potom ze džbánů opatrně plyny nalijeme do sklenic. Hořící špejli prokážeme, že v jedné sklenici je hořlavý, ve druhé hasivý plyn. Oba plyny lze přelít i vícekrát.

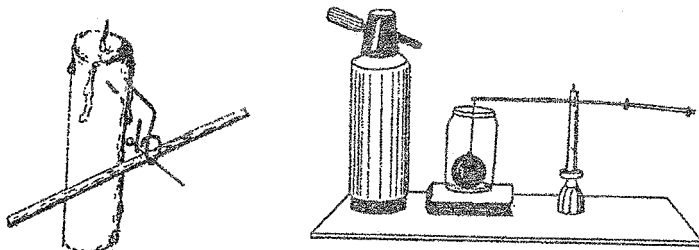
Zvyšování hladiny oxidu při napouštění ukážeme pomocí trojice svíček v různé výšce (viz obrázek), které při napouštění oxidu postupně odzdo-la uhasínají.

Vysvětlení: Hustota oxidu uhličitého i propanu je zhruba 1,5 krát větší než hustota vzduchu a proto zůstane u dna nádob. Po určité době se plyny z odkrytých nádob difuzí i prouděním smísí se vzduchem, což lze rovněž žákům ukázat.



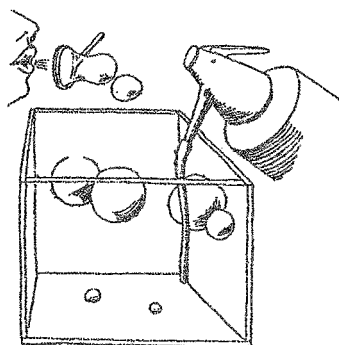
Archimédův zákon pro plyn

Příprava a provedení: Vahadlo ze špejle se špendlíkovou osičkou a lůžkem vytvarovaným z kancelářské sponky zhotovíme podle obrázků.



Lůžko upevníme např. do svíčky nebo na jiný stojánek a na jeden konec špejle zavěsíme na nit přiměřeně velkou bublinu z části blány poutového balónku. Na druhém konci páku vyvážíme hrubě třeba matickou a jemně doladíme do rovnováhy kancelářskou sponkou.

Napustíme-li nebo nalijeme do sklenice oxid uhličitý nebo propan, Archimedova síla bublinu vytlačí vzhůru.

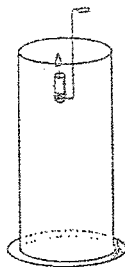


Můžeme také do větší nádoby napustit oxid (ze 2 bombiček) a vefouknout dovnitř mýdlové bubliny bublifukem. Větší bubliny budou na (neostrém) rozhraní vzduchu a oxidu plavat.

Bludička

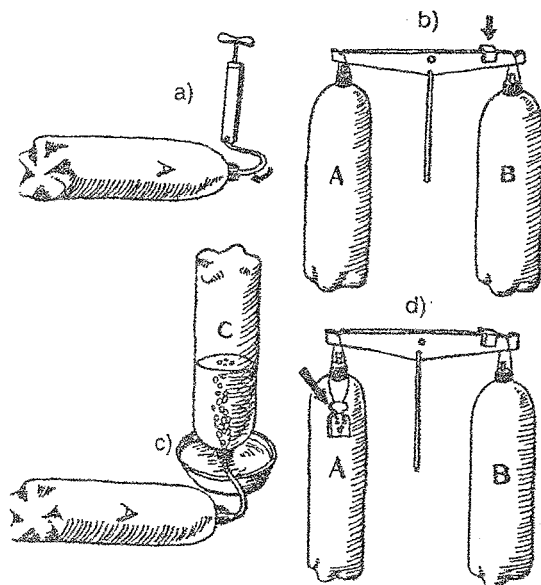
Příprava a provedení: Malý kousek dortové svíčky připevníme na drátěný držák, jak ukazuje obrázek. Jestliže hořící svíčku opatrně noříme do nádoby s oxidem uhličitým, podaří se nám na okamžik odtrhnout plamínek od knotu. Jestliže včas svíčku vynoříme, plamínek se opět přichytí u knotu (třeba natrénovat).

Vysvětlení: Pokus ukazuje, že při hoření svíčky nehoří knot, ale jen plyny parafinů. Knotem jen kapilární vztlakovostí proudí kapalná hořlavina do oblasti plamene, tam se vypaří a v plynném stavu se slučuje s kyslíkem. Vypařování plynné hořlaviny z knotu chvilku pokračuje i po potopení svíčky do oxidu uhličitého.



Měření hustoty vzduchu

Příprava a provedení: Do zátky od limonádové láhve vyvrtáme otvor o průměru 16 mm a do něj přiměřeným násilím navlékneme ventilek do bezdušové pneumatiky osobního auta. Do láhve nahustíme automobilovou hustilkou vzduch (stačí přetlak 200–300 kPa) a láhev vyvážíme na laboratorních váhách (stačí i listovní váhy).



Poté navlékneme na ústí ventilkou poddajnou plastovou hadičku, jejím promáčknutím stlačíme vypouštěcí piftlík ventilkou a 2–5 litrů vzduchu vypustíme. Měření objemu vypuštěného vzduchu provádíme běžným způsobem. Vzduchem unikajícím vol-

ným koncem hadičky necháme vytlačovat vodu z nádoby známého objemu, která je otočená dnem vzhůru a má ústí potopené pod hladinu vody, např. ve kbelíku.

Na váhách zjistíme na závěr úbytek hmotnosti láhve se vzduchem a jednoduše vypočítáme přibližnou hustotu vzduchu za podmínek ve třídě.

K změření hmotnosti lze použít místo vah jen vahadlo na ose a původní rovnováhu obnovit přidáním přivažku, který svou hmotností odpovídá hmotnosti vypuštěného vzduchu.

Překvapením pro žáky může být výpočet, který ukáže, jaká je hmotnost vzduchu v jejich třídě.

Vysvětlení: Protože je změna objemu plastové láhve při nafouknutí řádově jen několik procent, lze vzhledem k charakteru pokusu zanedbávat změny vztlačové síly. Rozdíl mezi tlakem vzduchu ve třídě a tlakem vzduchu ve třídě je ještě méně významný. Ústí jímáče nebývá pod hladinou hlouběji než několik centimetrů a každý centimetr hloubky odpovídá přibližně přírůstku tlaku o 1 promile.

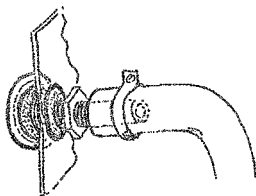
Tlak vzduchu I

Příprava a provedení: Do plechovky od piva nebo limonády nalijeme vodu asi do výšky 5 mm ode dna, otvácí plíšek zaklopíme a vodu nad kahanem uvedeme do bouřlivého varu. Poté plechovku rychle nad umyvadlem se studenou vodou obrátíme dnem vzhůru a posadíme do studené vody. Venkovní tlak vzduchu plechovku zbortí.

Vysvětlení: Vodní páry z vroucí vody částečně vytěsní vzduch z plechovky. Po ochlazení vodní pára zkapalní a protože k tlaku vnějšího vzduchu neexistuje protitlak vzduchu zevnitř, tlaková síla plechovku zdeformuje.

Tlak vzduchu II

Příprava a provedení: Do plastové láhve od limonády uděláme ve stěně, asi 15 mm ode dna, otvor o průměru 8 mm a do něj vzduchotěsně mezi dva těsnící kroužky upevníme pouzdro na bicyklový ventil (bez vnitřního ventilku). Na pouzdro navlékneme konec pryžové hadičky dlouhé 1,2 až 1,5 m a zajistíme sponou.



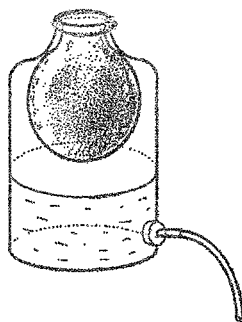
Láhev zcela naplníme vodou a uzavřeme závěrem a poté hadičku spustíme druhým koncem do nádoby s vodou, umístěné co nejnižší. S vytékáním vody se začne láhev bortit. Nakonec můžeme polohu láhve a nádoby zaměnit a přitékající voda láhev opět zaoblí.

Vysvětlení: Tlak v láhvi se vytékáním vody zmenšuje a vnější tlak vzduchu láhev bortí. Úbytek vnitřního tlaku je dán polohou vypouštěcího ústí trubice, proto je efekt tím průkaznější čím větší je rozdíl mezi polohou láhve a spodním koncem trubice.

Tlak vzduchu III

Příprava a provedení: Pokus je analogický k předcházejícímu s tím rozdílem, že láhev je velkoobjemová, skleněná a místo zátky je na hrdlo láhve navlečen poutový balóněk, který zpočátku splihle visí dovnitř kousek nad hladinu (láhev není zcela plná vody). Při vypouštění vody se balónek v láhvi nafukuje vnějším přetlakem vzduchu přestože (spíše protože) není zavázán. To můžeme podtrhnout tím že do něho např. strčíme prst.

Vysvětlení je obdobné jako u předcházejícího pokusu.



Tlak vzduchu IV

Příprava a provedení: Do láhve, ke které máme uzávěr s automobilovým ventilkem, zasuneme navlhčenou trubičku dosahující téměř ke dnu a vložíme poutový balónek, jehož ústí zůstane venku. Balónek co nejvíce nafoukneme a uzavřeme režnou nití. Trubička přitom slouží jako výfuk pro vzduch unikající z prostoru láhve pod balónkem. Potom palcem přidržíme zavázaný konec balónku v hrdle a opatrně, ale s přiměřeným násilím, vytáhneme hadičku z láhve. Nakonec láhev uzavřeme uzávěrem s ventilkem a nahustíme automobilovou hustilkou. Balónek se při huštění zdánlivě „vyfukuje“.

Pokus můžeme prezentovat i v opačném pořadí. Do třídy přineseme nahuštěnou láhev se „skoroprázdným“ balónkem a předvedeme, jak ho umíme (přestože je zavázaný a schovaný v láhvi) nafouknout. Nafouknutí jednoduše docílíme zmáčknutím ventilků a vypuštěním vzduchu zevnitř láhve.

Pokusy s jednoduchými prostředky

Emanuel Svoboda

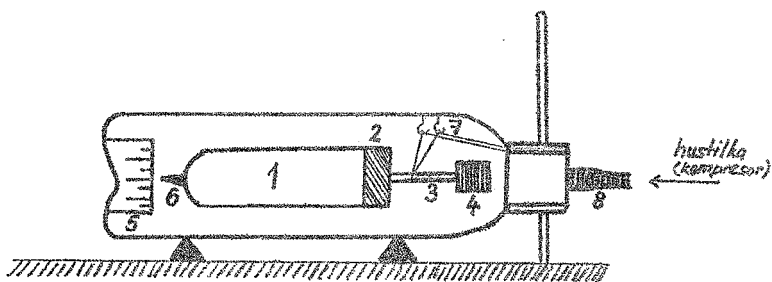
Přetlakový dasymetr

Potřeby: Velká plastová láhev s hladkou stěnou a uzávěrem, zkumavka (o průměru menším, než je průměr použité láhve), zátka, válcové závaží (o hmotnosti 50 g a s průměrem o něco menším, než je průměr láhve), pevná nit, dvě kancelářské sponky, špejle, špendlík, párátko, automobilový ventilík, hustilka (kompresor), tuhý papír, lepidlo, fix.

Příprava: Přetlakový dasymetr sestavíme podle obr. 1. Skleněnou zkumavku (1) důkladně zazátkujeme a do zátky (2) zapícháme část špendlíku. Na zbývající část špendlíku přilepíme špejli (3). Jako lepidlo je vhodný Chemoprén. Na od zkumavky vzdálenější konec špejle přilepíme válcové závaží (4). Špejli volíme tak dlouhou, aby sestava (1)–(2)–(3)–(4) měla délku asi $4/5$ vnitřní délky láhve. Na dno láhve zevnitřku přilepíme malou z papíru vytvořenou stupnici (5).

Na druhý konec zkumavky přilepíme asi 1 cm dlouhý kousek párátko (6), který obarvíme fixem, např. červeně. Na špejli nalezneme těžiště a do tohoto místa uvážeme nit tak, aby tvořila dvojitý závěs (nit musí vycházet po obou bocích špejle). Tím vytvoříme vahadlo, které zavěsíme na dva přilepené háčky (7) vyrobené z kancelářských sponek. Háčky jsou ve vzdálenosti asi 7 cm od hrdla láhve a od sebe jsou asi 3 cm.

Do uzávěru láhve uděláme otvor, do kterého našroubujeme autoventilík (8). Za pomoci jiné špejle nasadíme oba konce nití do háčků, aby nitě vycházely z hrdla ven. Vahadlo zasuneme hrdlem do láhve tak, aby blíž ke dnu láhve byla zkumavka. Současně táhneme za oba konce nití, pokud ukazovatel na konci vahadla nesměruje přibližně proti středu stupnice (viz obr. 1). Pak oba konce nití ohneme přes okraj hrdla a zašroubujeme zátku.



obr. 1

V místě zátky upevníme vytvořenou soustavu do stojanu a k ventilku připojíme hustilku (nebo kompresor). Necháme ustálit vahadlo.

Provedení: Hustilkou (kompresorem) zvyšujeme tlak v láhvi. Pozorujeme, že se se vzrůstajícím přetlakem porušuje rovnováha. Ukazovatel se pohybuje nahoru. Jestliže hustilku odpojíme a ventilkem vypouštíme vzduch, přetlak v láhvi se zmenšuje a vahadlo se ustálí v původní poloze.

Vysvětlení: Na počátku děje, kdy je v láhvi vzduch o atmosférickém tlaku, je vahadlo v rovnovážné (přibližně vodorovné) poloze. Tíhová síla zkumavky a vztlaková síla na ni působící jsou v rovnováze s tíhovou silou závaží a vztlakovou silou působící na závaží. Jestliže v láhvi vytvoříme přetlak, změní se velikosti vztlakových sil. Protože zkumavka má větší objem, než je objem kompenzujícího závaží, je v tomto případě vztlaková síla působící na zkumavku větší, než vztlaková síla působící na závaží. Nenulový rozdíl těchto vztlakových sil způsobuje porušení původní rovnováhy, vahadlo zaujme novou rovnovážnou polohu. Když se naopak přetlak v láhvi snižuje, postupně se obnoví původní rovnováha.

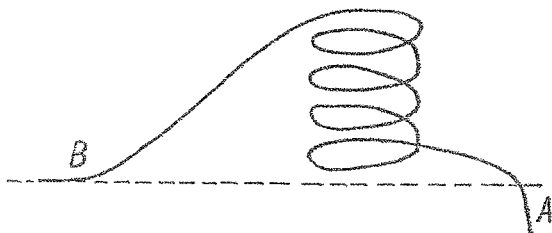
Poznámky:

1. Pokus je vhodný pro demonstraci platnosti Archimédova zákona pro plyny.
2. Zkumavku je třeba volit co nejdelší a většího průměru, aby pákové vážky byly co nejcitlivější na změnu vztlakové síly. Zkumavka musí být velmi dobře utěsněna.
3. Pokud pozorování narušuje proudící vzduch z hustilky nebo kompresoru, vždy na chvíli přerušíme „pumpování“ a pozorujeme váhy až po ukladnění.
4. Pokus je vhodný pro projekci.

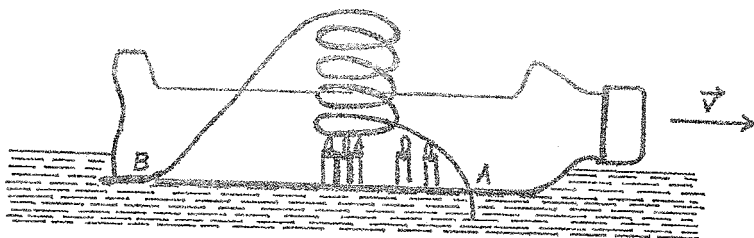
Tepelná loď

Potřeby: Tři stejné velké plastové láhve (1,5 l až 2 l), měděná tenkostěnná trubička délky asi 1 m a průměru 3 mm, pryžová hadička (např. od kapačky), 5 svíček, lepidlo (Chemoprén), velká fotomiska popř. vanička, hřebík, krátká trubka o vnějším průměru asi 3 cm, zápalky.

Příprava: Všechny tři plastové láhve k sobě podélně přilepíme. Vhodné je lepidlo Chemoprén. Pak u prostřední láhve odstříháme podélně část plastového obalu nad úrovní slepených částí. Tím vytvoříme úložný prostor lodi. Z měděné trubičky vytvoříme navinutím na trubku pružinu o vnitřním průměru asi 3 cm se stoupáním závitů kolem 5 mm. Konce pružiny necháme v délce 20 cm nenavinuté. Tyto konce upravíme do tvaru, který je na obr. 2a. Přední konec A je asi 4 cm pod úrovní zadního (vodorovného) konce B. Vzdálenost konců A a B volíme asi o 10 cm menší, než je délka láhve.



obr. 2a



obr. 2b

V úložném prostoru loď uděláme rozžhaveným hřebíkem dva otvory pro vstup a výstup trubičky. Jeden otvor uděláme v přední části lodi (blíže k hrdlu), druhý na opačné straně láhve. Do otvorů zapustíme pružinu a dokonale oblepíme lepidlem. Uspořádání je na obr. 2b.

Do úložného prostoru pod pružinu umístíme 5 svíček, aby ji dostatečně ohřivaly. Je ké možné umístit jednu nebo dvě svíčky pod přední konec měděné pružiny. Umístění svíček je také vidět z obr. 2b.

Takto vytvořenou loď položíme na velkou fotomisku (nebo vaničku) s čistou vodou. Z konstrukce lodi vyplývá, že vstup i výstup pružiny jsou pod hladinou vody. Na výstup pružiny (v místě B na obr. 2b) nasadíme hadičku a ústy nasajeme vodu do pružiny. Po nasátí vody hadičku opatrně odpojíme.

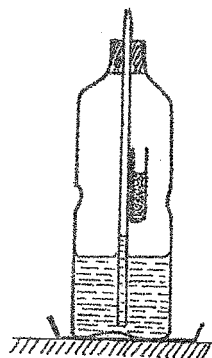
Provedení: Zapálíme všechny svíčky, loď přitáhneme k jednomu kraji nádoby a čekáme, až se loď rozjede.

Vysvětlení: Ohřátá voda v pružině má menší hustotu než chladná voda v nádobě, proto stoupá vzhůru. Protože je přední konec trubičky níž, je ohřátá voda vytlačována zadním koncem ven z pružiny za současného nasávání chladné vody předním koncem. Jedná se tedy o reaktivní pohon lodi.

Tlak syté páry etheru

Potřeba: Plastová láhev 1,5l, zátka s otvorem, trubice se zúženým koncem (délky větší, než je výška použité láhve), úzká krátká zkumavka, dvě gumičky, kádinka s teplou vodou, potravinářská barva, velká fotomiska.

Příprava: Láhev naplníme asi do 1/4 obarvenou vodou teploty kolem 35 °C a uzavřeme ji zátkou, jejímž otvorem prochází trubice nahore zúžená a dole sahající až téměř ke dnu. K trubici ještě před zasunutím do láhve připevníme gumičkami úzkou kratší zkumavku naplněnou etherem. Soustavu, jejíž uspořádání je na obr. 3, postavíme na velkou fotomisku.



obr. 3

Provedení: Nejprve demonstrujeme vytvoření rovnovážného stavu soustavy. Část etheru se vypaří z poměrně malé plošky, kterou zaujímá povrch etheru ve zkumavce. Proto plyn nad vodou v láhvi má určitý přetlak vzhledem k atmosférickému tlaku (tlaku vzduchu vně láhve). To se projeví zvýšením vodního sloupce v trubici nad hladinu vody v láhvi. Pokud nebude teplota vody v láhvi příliš vysoká, obarvená voda z trubice nevytéká.

Potom horní otvor trubice ucpeme prstem, láhev převrátíme, pak opět postavíme na fotomisku a otvor uvolníme. Voda vysoko vytryskne.

Vysvětlení: Na počátku pokusu se sice ether vypařuje, ale jen málo. Celkový tlak vzduchu, vodní a etherové páry v uzavřeném prostoru nad vodou je nepříliš větší než okolní atmosférický tlak. Proto tlaková síla působící na vodní hladinu vně trubice nevytlačí vodu z této trubice.

Převrácením láhve a vrácením do původní polohy se ether rozlije po povrchu vody, začne se intenzivně vypařovat a tlak plynů nad kapalinou výrazněji převyší atmosférický tlak. V láhvi vznikne přetlak, proto tlaková síla vytlačuje vodu z láhve. Vznikne fontána.

Poznámky:

1. Není vhodné naplňovat láhev příliš horkou vodou. Může se pak stát, že fontána je příliš vysoká, obarvená voda stříká mimo miskou, může dostříknout až na strop a zanechá stopy na omítce apod. Není také nutné použít příliš mnoho etheru.
2. Někdy se může stát, že na počátku pokusu, kdy se ether vypařuje jen ze zkumavky, vznikne v láhvi podtlak, protože vzduchu odejmuté skupenské teplo vypařování způsobí snížení teploty vzduchu a tím i zmenšení jeho tlaku. Je tedy nutné pokus jednak si předem vyzkoušet, jednak správně interpretovat vytvořené stavy.

Literatura:

1. Svoboda, E.: Pokusy z fyziky s jednoduchými pomůckami, Praha, Prometheus 1995.
2. Kubásek, Z.: Jednoduché pokusy s plastovými láhvemi, Diplomová práce (ved. práce prof. E. Svoboda), MFF UK Praha, 1996.
3. Svoboda, E. a kol.: Přehled středoškolské fyziky, Praha, Prometheus, 1996.

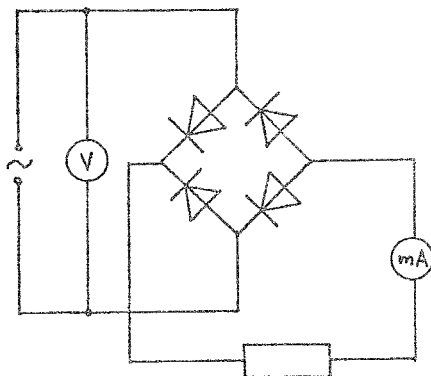
Několik netradičních pokusů s polovodičovými součástkami.

Miroslav Svoboda

Usměrňující vlastnosti polovodičové diody lze demonstrovat několika způsoby, např. pomocí žárovky nebo osciloskopu. Další je využití RC generátoru (signální generátor fy NTL), který dává možnost volby velmi nízkých frekvencí. Nejmenší frekvence má hodnotu 0,1 Hz. Připojíme-li takový generátor k demonstračnímu voltmetru s nastaveným ukazovatelem uprostřed stupnice, vychyluje se ukazovatel střídavě nalevo a napravo od rovnovážné polohy. Pokus provedeme ve třech krocích:

1. Budeme demonstrovat časový průběh střídavého proudu a napětí. Zapojíme jednoduchý sériový obvod s rezistorem (asi 500 Ω) a ampérmetrem, který má ukazovatel ve středu stupnice. Jako zdroj použijeme signální generátor, ke kterému připojíme paralelně voltmetr. Výstupní napětí i rozsahy na voltmetru i ampérmetru volíme takové, aby se ukazovatelé obou měřicích přístrojů vychylovaly téměř ke krajům stupnice. Zapojení měřicích přístrojů upravíme tak, aby se ukazovatelé vychylovaly vždy na stejnou stranu.

2. Zaměříme se na demonstraci jednocestného usměrnění. Do daného obvodu ještě zapojíme do série polovodičovou diodu. Při sledování ukazovatelů žáci vidí, že ukazovatel voltmetru se vychyluje střídavě na obě strany, kdežto ukazovatel ampérmetru pouze na jednu stranu. Je vhodné zapojit diodu tak, aby se ukazovatel ampérmetru vychyloval doprava od rovnovážné polohy. Žáci názorně vidí, že proud diodou prochází pouze v jedné půlperiodě. Můžeme je dále upozornit, že při bedlivém pozorování obou ukazovatelů proud nezačíná procházet hned při průchodu ukazovatele voltmetru rovnovážnou polohou, ale až při napětí přibližně 0,5 V.

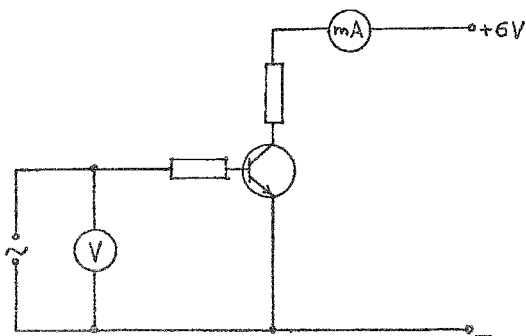


obr. 1

3. Dalším pokusem ukážeme žákům dvoucestné usměrnění. Obvod zapojíme podle schématu na obr. 1. Při sledování obou ukazovatelů žáci vidí, že ukazovatel

voltmetru se vychyluje opět střídavě na obě strany, kdežto ukazovatel ampérmetru se vychyluje jen na jednu stranu. Na rozdíl od předcházející demonstrace dochází k vychylování ukazovatele ampérmetru v obou půlperiodách střídavého napětí. Opět je vhodné zapojit ampérmetr tak, aby se jeho ukazovatel vychyloval doprava od rovnovážné polohy. I zde pozorujeme, že ukazovatel ampérmetru se nevychyluje, když se ukazovatel voltmetru pohybuje v okolí rovnovážné polohy (0 V).

S využitím signálního generátoru dále můžeme demonstrovat, že tranzistorem prochází kolektorový proud pouze tehdy, když napětí U_{BE} dosáhne hodnoty asi 0,6 V a má správnou polaritu. Obvod zapojíme podle schématu na obr. 2. Napětí na zdroji střídavého napětí nastavíme 1 V až 1,5 V. Do obvodu báze zapojíme rezistor o odporu asi 5 k Ω jako ochranu proti velkému proudu (zničení báze). Odpor rezistoru v kolektorovém obvodu volíme asi 500 Ω . Při bedlivém sledování ukazovatele ampérmetru žáci vidí, že ukazovatel ampérmetru se vychyluje (prochází kolektorový proud) pouze v jedné půlperiodě střídavého napětí. Vhodným zapojením voltmetru i ampérmetru dosáhneme toho, že ukazovatel ampérmetru se vychyluje doprava od rovnovážné polohy tehdy, když se ukazovatel voltmetru vychyluje také doprava. Při bedlivém sledování žáci zjistí, že tranzistorem začíná procházet proud, až když je napětí U_{BE} asi 0,5 V až 0,6 V.



obr. 2

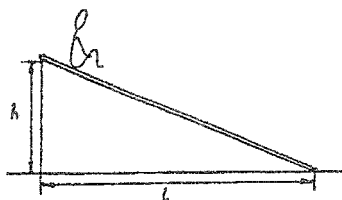
Dva pokusy

Dana Mandíková

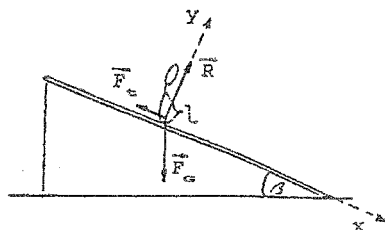
Měření koeficientu tření

Pomůcky: švédská lavička, metr (pásmo), 4 žáci (pojmenujme je Alena, Honza, Pavel, Jana)

Příprava a provedení: Alena se posadí asi půl metru od konce lavičky. Zvedne nohy tak, aby se lavičky nedotýkaly. Honza s Pavlem zvedají pomalu konec lavičky až do okamžiku, kdy Alena po jemném postrčení začne sjíždět rovnoměrně dolů po lavičce. Jana změří vzdálenosti h a l (obr. 1).



obr. 1



obr. 2

Určení „Alenina“ koeficientu tření:

Při rovnoměrném pohybu je výslednice sil působících na Alenu (obr. 2) rovna nule a tedy:

$$\vec{F}_G + \vec{R} + \vec{F}_T = 0, \quad (1)$$

kde \vec{F}_G tíhová síla

\vec{R} tlaková síla od lavičky

\vec{F}_T třecí síla

Rozepsáno do složek ve směru osy x a y :

$$x: \quad F_G \cdot \sin \beta = F_T, \quad (2)$$

$$y: \quad F_G \cdot \cos \beta = R. \quad (3)$$

Pro třecí sílu platí: $F_T = R \cdot f, \quad (4)$

kde f je koeficient tření.

$$Z(3, 4) \quad F_T = F_G \cdot f \cdot \cos \beta, \quad (5)$$

$$z(2, 5) \quad F_G \cdot \sin \beta = F_G \cdot f \cdot \cos \beta, \quad (6)$$

$$z(6) \quad f = \tan \beta = h / l.$$

Poznámky:

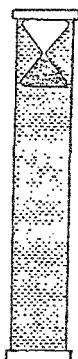
- Výhodné je dělat experiment v tělocvičně, lavičku můžete zavěšovat na ribstole a nemusíte ji stěhovat.
- Takto měříte koeficient dynamického tření mezi dřevem a příslušnou tkaninou. Zjišťujete koeficienty tření žáků v různých oděvech.
- Můžete po lavičce pouštět i jiné předměty a měřit koeficient tření např. pro dřevo-dřevo, dřevo-papír, dřevo-sklo, atd. Naměřené hodnoty pak porovnejte s tabulkami.
- Koeficient statického tření zjistíte obdobně, jen do Alenky na začátku nebudete strkat.

Budou plavat přesýpací hodiny?

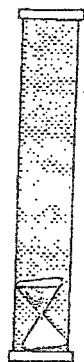
Pomůcky: přesýpací hodiny, skleněný válec široký tak, aby se do něj hodiny těsně vešly, uzavíratelný na obou stranách

Příprava a provedení: Válec naplníme vodou a umístíme do něj přesýpací hodiny tak, aby nahoře plavaly (obr. 3). K zatížení hodin lze použít např. modelínu a diabolky. Válec uzavřeme a převrátíme. Hmotnost i objem hodin zůstávají stejné, takže by měly vyplavat vzhůru. Přesto zůstanou u dna, dokud se písek nepřesype.

Vysvětlení: Hodiny se po překlopení válce trochu nahnou a tření o stěny jim brání vyplavat (obr. 4). Poté, co se písek přesype, hodiny se srovnají a vyplavou vzhůru.



obr. 3

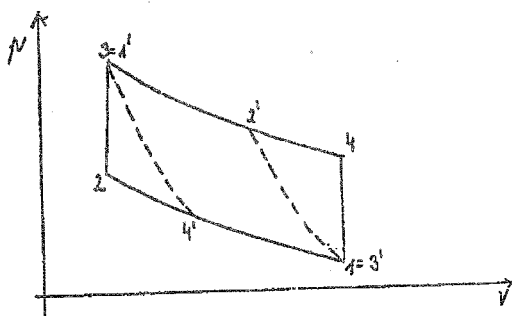


obr. 4

Stirlingův stroj

Lenka Eiseltová, Petr Zinburg.

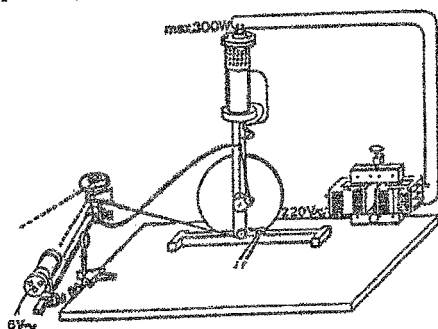
Firma Leybold nabízí názornou učební pomůcku pro demonstraci termodynamických dějů v uzavřených cyklech. Vlastní tepelný stroj sestavil kolem roku 1816 Robert Stirling. Základní rozdíl mezi známějším Carnotovým cyklem a tímto Stirlingovým cyklem je v záměně adiabatických dějů za děje izochorické. Porovnání obou cyklů je názorně ukázáno na obrázku 1:



obr. 1: Porovnání Carnotova a Stirlingova cyklu
1'2'3'4' Carnotův cyklus; 1234 Stirlingův cyklus

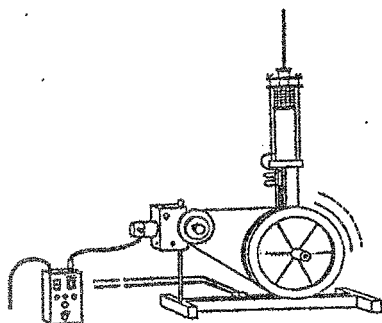
Celé zařízení, které je tvořeno vodou chlazeným válcem se dvěma písty je velmi názorné a podle uspořádání experimentu může pracovat ve třech režimech. Jedná se o tepelný stroj, chladicí stroj a tepelné čerpadlo.

Umístíme-li v hlavě válce elektricky žhavenou spirálu získáme funkci tepelného stroje, který přiváděné teplo převádí v mechanickou práci a setrvačnický stroj se po počátečním vnějším impulsu otáčí. Rychlost otáček závisí na množství přiváděného tepla. Uspořádání pokusu je na obrázku č. 2.

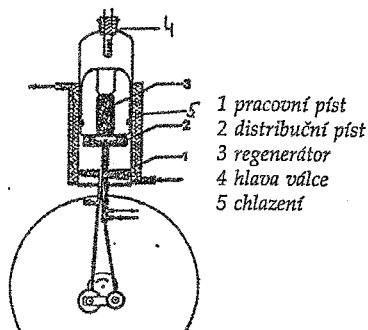


obr. 2

Jestliže vyměníme hlavu se žhavenou spirálou za hlavu s držákem teploměru a dodáváme stroji mechanickou energii otáčením setrvačníku spojeného excentry s písty lze podle směru otáčení (tj. směru ve vlastním Stirlingově cyklu) pozorovat buď zvyšování teploty nebo její pokles. Místo teploměru lze do stejného otvoru umístit zkumavku s vodou, kde při dostatečném počtu proběhlých cyklů dojde buď k varu vody nebo k jejímu zmražení. Toto je na obrázku č. 3 a 4.



obr. 3

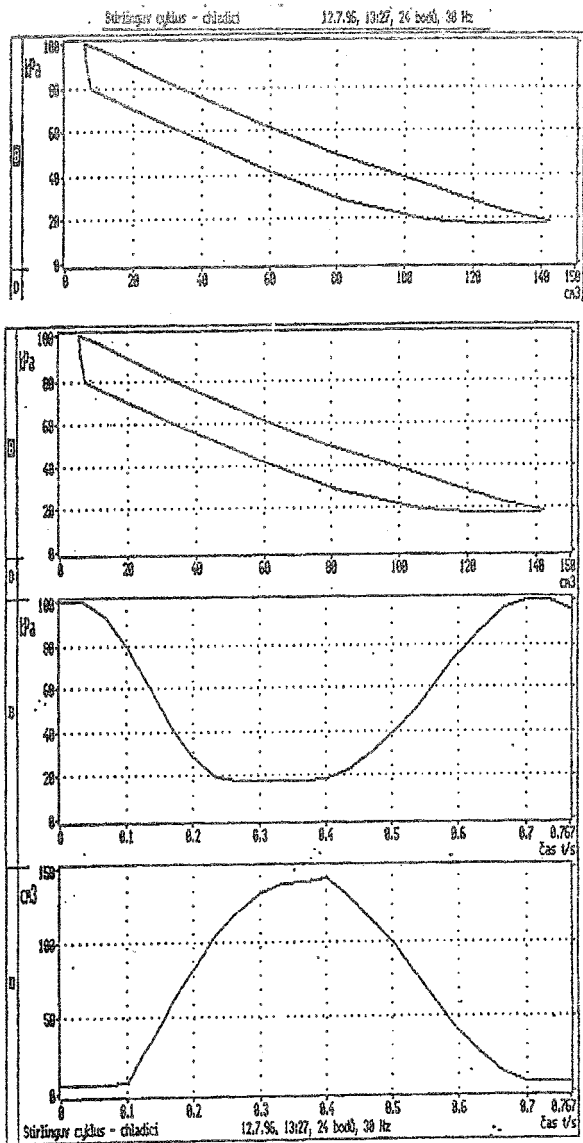


obr. 4

Děje probíhající při těchto experimentech lze popsat následovně. Cyklus začíná izotermickou kompresí tj. práce na stlačení pracovní látky, které je ekvivalentní množství tepla odváděného do okolí, přičemž se vnitřní energie pracovní látky nemění. Cyklus pokračuje izochorickým dějem – na úkor tepla regenerátoru (regenerátor si můžeme představit jako termodynamickou houbu, která má schopnost teplo postupně vstřebávat a opět odevzdávat) pracovní látka zvýší svoji teplotu a tím také vzroste tlak. Následuje izotermická expanze – teplo od vnějšího zdroje se předá pracovní látce a tedy práce získaná při expanzi je ekvivalentní množství přiváděného tepla. Cyklus ukončuje izochorický děj – pracovní látka odevzdá teplo regenerátoru a tím se sníží její teplota a tlak. Uspořádání je na obrázku č. 3.

Stirlingovy stroje pracují bez velkého hluku a vibrací a téměř neznečišťují ovzduší. Jejich nevýhodou je složitost a vysoká cena. V současné době se používají jako motory přístavních člnů, zkapalňovačů plynů a elektrogenerátory malých výkonů.

Průběh závislosti objemu a tlaku ve válci lze sledovat pomocí optického zařízení dodávaného k soupravě. V případě naší ukázky byly použity snímače tlaku objemu a teploty, jejich hodnoty byly digitalizovány pomocí soupravy ISSES. Takto získané experimentální hodnoty ukazuje obrázek č. 5.



obr. 5

Škola hrou a hra školou

Katarína Teplanová

V tomto príspevku sa pokúsim priblížiť niekoľko myšlienok k fyzikálnym demonštráciám z pohľadu, ktorý rozvíjame v rámci projektu SCHOLA LUDUS.

Čo je Projekt SCHOLA LUDUS?

SCHOLA LUDUS bolo známe divadlo J. A. Komenského. Slovné spojenie SCHOLA LUDUS sa stalo chýrnym v prenesenom význame škola hrou – vrátiť hru deťom, do škôl a pre každého. Cez hru k poznaniu. Komenského SCHOLA LUDUS, ŠKOLU HROU môžeme voľne interpretovať ako učenie, permanentný proces, ktorý vychádza zo skúsenosti, na základe reality. Poznávanie pre život a poznávanie s radosťou. Takto ponímané vzdelávanie predstavuje tiež základný prístup rovnomenného projektu SCHOLA LUDUS, ktorý vznikol v Bratislave v roku 1990.

Hlavným cieľom Projektu SCHOLA LUDUS je vybudovať Slovenské centrum vedy pre všetkých. Centrá vedy sú miesta s množstvom interaktívnych trojrozmerných exponátov, ktoré demonštrujú najmä fyzikálne javy a procesy a návštevník sa s nimi môže hrať. Demonštrácie hrou majú nesmierny význam pre rozvoj poznania a poznávania. Preto vznikla aj naša SCHOLA LUDUS. Pravdaže, rozhodujúcim je kontext, do ktorého sú exponáty vsadené, ako sú javy interpretované, ako je návštevník oslovený. (Či sa ide učiť, alebo hrať.) Dôležitou súčasťou centier vedy je práca s učiteľmi a školami. Pri komplexnom prístupe sa centrá vedy vo svete stávajú významnou zložkou vzdelávacieho systému.

Interaktívne výstavy, škola a učiteľ

Na podporu Projektu SCHOLA LUDUS vznikla v roku 1991 rovnomenná nadácia a táto usporiadala už štyri putovné výstavy – ENERGIA (1992/93), ENVIRONMENT – ENERGIA – EXPERIMENT – ETIKA – EDUKÁCIA (1993/94), VEDECKÁ HRAČKA 1995 a LABYRINT – hra, veda, umenie, technika – 1996. Výstavy predstavujú herňu – experimentárium, kde sa hrajú malí i veľkí návštevníci a bez rozdielu vzdelania.

Výstavy sú súčasne vynikajúcim laboratóriom pre pedagogický výskum a silnou podporou pre učiteľov. Učiteľ má možnosť vybrať si demonštrácie, ktoré neskôr využije na podporu učiva. Výstava môže inšpirovať aj k inej činnosti. Milým prekvapením bola napríklad tvorba jednoduchých učebných pomôcok – hračiek, ktoré začali robiť žiaci pod vedením pani učiteľky Viktórie Karászovej zo ZŠ Pankuchova 4 v Bratislave po opakovaných návštevách našej výstavy. Pomôcky pritom navonok nemali nič spoločné s našou výstavou...

Skúsenosti učiteľov po návštevách našich výstav ukazujú, že žiaci bez rozdielu veku lepšie chápú učivo a učiteľ môže lepšie napredovať so školskou látkou.

Známe veci, nový obsah

Už názvy výstav naznačujú, že ich obsah priamo nemapuje školské učivo. Exponáty nie sú rozškatulkované podľa predmetov ani učebných látok. Súčasťou filozofie

SCHOLA LUDUS je vidieť veď komplexne. Učiť rozoznávať jednotlivosti, dávať veci do súvislostí. Dôležitou stránkou každého exponátu je jeho širší význam. Texty a animátori (študenti), sa snažia vyprovokovať k činnosti a rozvíjať kritický názor – kritické myslenie, ktorého súčasťou je tiež etický rozmer a osobná zodpovednosť.

Výstavy podporujú nové pohľady na známe skutočnosti. Napríklad súčasná výstava VEDECKÁ HRAČKA je vlastne súborom veľmi jednoduchých drevených objektov s dobre známymi princípmi. Hodnota výstavy je v tom, že objekty – hračky sú prezentované spolu s kľúčovými slovami, ktoré sú uvedené v sprievodnej brožúrke. Pri tom medzi kľúčové slová patria nielen základné fyzikálne pojmy, ale aj vo fyzike menej zdôrazňované všeobecné pojmy ako sú pojem rovnováha, pojmy labilný a stabilný, pojmy riadený a náhodný pohyb, pojem zmena (podmienok, stavu), pojem prenos informácie a pod. a tiež pojmy zdôrazňujúce rozdiel medzi subjektívnym a objektívnym vnímaním, zdanlivý paradox, ai., ktoré všetky spolu podporujú tvorbu celistvého obrazu vecí a sveta.

Napríklad známa hračka „Akrobat na rebríčku“ (symetrická figúrka – kolík, ktorý sa otáča a prepadá na priečkach zvislého rebríčka). Prečo padá? Z fyzikálneho hľadiska sa samozrejme uplatňuje gravitácia, po zvislom postavení na hornú priečku, resp. po páde na nižšiu je vždy v labilnej polohe – ťažisko je nad pevným bodom otáčania. Len málokto však odpovie, že akrobat prejde (niekedy) celý rebrík vďaka tomu, že hračka je geniálnym vynálezom – technickým riešením. Tvar a symetria kolíka a tvar a vzdialenosti priečok rebríčka predstavujú silné know-how. Len vďaka nim, akrobat pohybujúci sa plynule po rebríčku, vykonáva periodický pohyb. Je to chyba, keď sa akrobatovi nepodarí prejsť celý rebrík naraz? Ani akrobat, ani rebrík, ani výroba, ani hráč nie sú ideálni. Nie je možné dosiahnuť absolútnu presnosť, nie je možné postaviť akrobata vždy do rovnakej štartovacej polohy a pusťiť ho rovnakým spôsobom.

Nové materiály, nová technika

Výstavy umožňujú prezentovať i technicky náročné moderné zariadenia. Na výstave Labyrint máme napríklad pomerne drahý videomikroskop. Pri rozhodovaní, ktoré funkcie zvýrazniť, sme sa rozhodli pre polarizátor. To znamená, že zaostrenie (zväčšenie) sme fixovali. Návštevník si môže vytiahnuť podstatnú časť informácie veľmi jednoduchým (opäť geniálnym) spôsobom. Natočením polarizačnej fólie sa odfiltrujú lúče, ktoré s pozorovaným preparátom neinteragovali. Zmena obrazu spôsobená natočením polarizátora i objasnenie jej príčiny sú pôsobivé.

Na výstavách je možné sprístupňovať aj veci, ktoré sú bežne ťažko dostupné. Príkladom z Veltrhu nápadov je demonštrácia pána docenta Rojku s balónikom vznášajúcim sa v parách oxidu uhličitého nad suchým ľadom. Suchý ľad nie je bežne dostupný. Na výstave si nad suchý ľad fúkajú návštevníci mydlové bubliny.

Jedna dobrá demonštrácia pre viac javov

Bubliny sa vznášajú, lebo oxid uhličitý je ťažší ako vzduch. Máme tu však aj povrchové napätie mydlového roztoku a o ňom rozhoduje jeho chemické zloženie. Aké zloženie má vzduch, že má väčšiu špecifickú hmotnosť? Máme tu suchý ľad (je skutočne studený) a netopí sa na vodu, ale sublimuje. Bublínky sa po dopade na „plynové vankúš“ mierne zväčšujú – oxid uhličitý difunduje cez mydlovú blanku do

prostředí s nižší koncentrací CO_2 . (Mýdlové bublinky působí podobně ako polopriepustné membrány, ktoré obalujú bunky a podľa koncentrácie prepúšťajú alebo neprepúšťajú vodu, amoniak a ďalšie látky.)

Bublinky pri zväčšovaní objemu najprv mierne stúpajú – podľa Archimedovho zákona teda ich objem narastá rýchlejšie ako hustota plynu; potom sa zastavia – gravitačná sila, vztlaková sila a sila odporu prostredia sa vyrovnajú; potom znovu mierne klesnú – chladnejšie molekuly CO_2 znižujú teplota plynu v bubline, zmenšenie objemu spôsobuje, že bublinka opäť mierne klesá. Proces sa opakuje až kým bublinka nepraskne (vo fáze zväčšovania, alebo pri dopade na dno). Vidíme aj nádherný tanec farieb – rozklad svetla na tenkej blane.

Na príťažlivú demonštráciu sa možno opakovane odvolávať v procese výuky, pri rôznom učive. Výhodou je nielen to, že sa využije ten istý experiment viackrát. Podstatne významnejšia je skutočnosť, že „demonštrácia sa preniesť do života“ – utvrdí, obohatí o nové aspekty a odtrhnúť časť učiva – jednotlivé javy sa stretnú, spoja na skutočnom príklade.

Reálny kontrolný ideálny

Viac rôznych experimentov k jednej látke

Temer každý „vie“, čo je to gravitačná sila a Archimedesov zákon. Každý im aj rozumie? Na našej výstave máme na jednom mieste valec s olejom, do ktorého možno pumpovať vzduchové bubliny, na inom mieste je v okienku s vodou piesok. Pretáčaním okienka možno piesok zložený z veľkých a malých zrníčok „presypať“. Prečo sú väčšie bublinky rýchlejšie ako menšie? Prečo väčšie zrnká piesku dopadajú na dno skôr?

Odpoveď detí i dospelých je štandardne nasledovná: Na väčšiu bublinu pôsobí väčšia vztlaková sila, na väčšie zrníčko piesku väčšia gravitačná sila. Rozdiel v zrýchlení je však spôsobený rozdielnou silou odporu prostredia, ktorá závisí od veľkosti povrchu. (Dve kocky priložené k sebe celou stranou majú menší povrch ako keď nie sú pri sebe.) Prečo je väčšina odpovedí nesprávna? V školskom učive sa pri preberaní gravitačnej sily aj vztlakovej sily zanedbáva sila odporu prostredia.

Doterajšie školské príklady a demonštrácie (všeobecne) sú postavené najmä pre ideálne prípady, aby dokázali existenciu preberaného „čistého“ javu. V rámci nášho prístupu SCHOLA LUDUS sa snažíme o vytváranie komplexného obrazu. Jednotlivé javy sa fixujú ako súčasť komplexného procesu, pričom jeden jednotlivý jav sa utvrdzuje na viacerých paralelných prípadoch. V našom prípade – pri stúpaní bublín a prepadaní pieskov – je to odpor prostredia, ktorý je nedeliteľnou súčasťou každého reálneho pohybu.

Pôsobivé podania

Zvláštnosťou LABYRINTU je jeho provokujúce spracovanie. Exponáty sú vyrobené zo šrotu, pripomínajú odchádzajúcu éru veľkých strojov. Demonštrované javy podporujú budovanie pojmov „zmena, chaos a poriadok“. Čo možno predvídať, čo možno riadiť? Umelecké spracovanie vyvoláva polemické diskusie k samotnej podstate všeobecného vzdelávania – k jeho poslaniu, k cieľom a ich napĺňaniu – vo vzťahu k súčasnej dobe a potrebám, k proporciám medzi teóriami a empiriou, medzi

racionálním a emocionálnym. Výstava provokuje k zamysleniu o medzipredmetovej komunikácii.

SCHOLA LUDUS a budúcnosť

Náročnejšie demonštrácie a experimenty sú a zostanú v škole luxusom. Pre náročnosť prípravy a nedostatok času, ktorý je potrebný na ich realizáciu. Preto si treba veľmi dobre premyslieť, čo v škole predviesť, kedy, prečo a ako, aby sa to podarilo a využilo. Väčším luxusom ako dobrá demonštrácia je stratiť záujem žiakov, potláčať hravosť, prípadne vstúpovať bludy a to dokážu spôsobiť „zlé“ a zle prezentované demonštrácie. Aj k tomu je naša SCHOLA LUDUS.

Súčasne, SCHOLA LUDUS herne a experimentári posúvajú poznanie do oblasti najnovších poznatkov, ktoré učelia, viazaní vyučovacími osnovami a pracovne zaťažení vyučovacím procesom nemôžu sami zabezpečovať.

SCHOLA LUDUS výstavy putujú a putujú tiež návštevníci za výstavami. Súčasťou výstav sú rôzne sprievodné aktivity. Prednášky, workshopy, súťaže. Výstavy však nie sú všetko. Rozhodujúce sú nové neformálne vzdelávacie prístupy, ktoré možno uplatňovať aj tam, kam sa výstavy nedostanú. Žiadna SCHOLA LUDUS nenahradí majstrovstvo učiteľa.

Na základe projektu SCHOLA LUDUS vzniklo v roku 1995 pri Ústave fyziky na Matematicko-fyzikálnej fakulte Univerzity Komenského nové Oddelenie neformálneho vzdelávania. Chceme sa systematicky zaoberať prenosom najnovších poznatkov vedy a techniky do vzdelania formami, ktoré sú blízke a zrozumiteľné a zároveň prinášajú poučenie a radosť.

Okrem putovných výstav sú pre tento školský rok pripravené vysokoškolské prednášky „Fyzika netradične“ a „Komunikatívna veda“. Rozbieha sa práca s učiteľmi a výskum zameraný na rozvoj komunikatívnej vedy a neformálne celoživotné vzdelávanie, na podporu škôl a rozvoj nových vzdelávacích koncepcií vo vzťahu k vedecko-technologickej gramotnosti obyvateľstva. Keď nám to prostriedky a kapacity dovoľia, budú aj materiály, knihy, pomôcky, hračky, videofilmy.

Projekt je otvorený na spolupráce. Naše výstavy boli a pôjdu do Maďarska. Radi by sme zavítali do Čiech, Poľska a ďalších krajín. SCHOLA LUDUS patrí k projektom 2000+ UNESCO pre rozvoj neformálnych aspektov celoživotného vzdelávania pre rast vedecko – technologickej gramotnosti, ktorá sa chápe ako prostriedok pre udržateľný rozvoj a zachovanie života na Zemi.

V oboch prípadoch, na pohyb bublín aj zmiekk, pôsobí gravitačná sila, sila vztlaková a sila od odporu prostredia. (Pri bublinách prevláda sila vztlaková, pri piesku gravitačná.) Keby nepôsobil odpor prostredia, malé a veľké bubliny by sa zrýchľovali rovnako. To isté a z rovnakej príčiny, by platilo pre zrníčka. Odpor prostredia však vždy pôsobí.

Pokusy s vejci

Jitka Brockmeyerová-Fenclová, Zdeněk Drozd

Pokusy s vejci budí většinou velkou pozornost. Každé dítě vejce už někdy vidělo, mělo je v ruce a rozbilo je. Každý ví, co je uvnitř vejce, ať už je syrové nebo vařené. Většina lidí má také nějakou představu o kvočně a kuřeti. Jeden důvod pozornosti je proto ten, že vejce je něco zcela známého, dostupného a přímo spojeného se životem. Každý však také ví, že se s vejcem musí opatrně zacházet. A to je druhý důvod zvýšené pozornosti a jistého napětí posluchačstva při pokusech.

Vejce je rotační těleso oválného tvaru, symetrické pouze podle podélné osy. Jeho zaoblení s nejmenším poloměrem křivosti se také říká špička vejce. Pod vápnitou skořápkou je blána, která drží pohromadě bílek, v němž je umístěn žloutek. Žloutek je připevněn k bláně spirálami ze zhuštěného bílku, v místech jejich průsečíku s osou. Poloha žloutku je vždy taková, aby zárodečný terčík vejce byl nahoře. Na širším konci vejce, kde blána nepřiléhá zcela ke skořápce, vzniká vzduchová bublina. Její kyslík je nutný pro vývoj kuřete v oplodněném vejci.

Uvedeme několik námětů na pokusy s vejci.

Nakřáplé vejce

Otázka: Jak poznáte, že je ve skořápce vejce trhлина, i když ji neobjevíme očima?

Pokus: Poklepávejte vejcem v různých místech jeho povrchu na hladkou desku. Nebo poklepávejte dvěma vejci vzájemně, když je držíte a otáčíte v rukou. I neviditelnou trhlinu poznáte bezpečně změnou zvuku.

Typ: Provádějte pokusy pouze s vejci, která mají skutečně neporušenou skořáčku.

Vejce na moři

Pro zajímavost jedna otázka a úvaha doslovně převzatá z díla, které již před více než třemi sty lety, chtělo dělat přírodovědu zajímavou: *M. Gottfried Voigt: Physikalischer Zeit-Vertreiber. Nakl. Ch. Scheppeln, Gustrów 1670.*

Překlad:

Otázka: Proč klesají vejce ve studniční vodě nebo v jiné sladké vodě dolů, na mořské vodě však plavou?

Úvaha: Vždycky je jedna voda čistější a průhlednější než druhá. Nečistota však pochází od atomů různých těles, která se v ní nalézají. A když se ty shromáždí ve velkém množství a spojí se s vodou, dělají vodu stále hustší a těžší. Proto je mořská voda nejhustší a nejtěžší, vzhledem k hrubé, slané materii, která v ní je. A právě proto na ní vejce plavou, i když naopak ve sladké vodě klesají. Konec překladu.

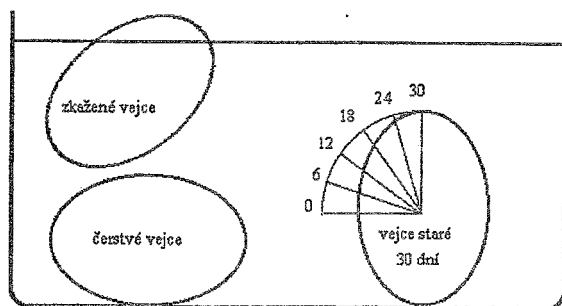
Pokus ve škole: Snadno předvedeme příslušný pokus pro vejce padající, vznášející se a plovoucí při vhodných koncentracích slané roztoku. Při příslušné úvaze používáme Archimédův zákon.

Dodatečná otázka: Můžeme padající vejce zastavit kdekoliv mezi hladinou vody a dnem nádoby?

Pokus: Nádobu naplníme roztokem soli a na něj opatrně nalijeme vodu. Vejce se na rozhraní zastaví.

Čerstvé vejce

Otázka: Můžeme poznat, zda je vejce zcela čerstvé?



obr. 1: Stáří vejce poznáme podle jeho polohy ve vodě.

Pokus: Položte vajíčko do vody v širší sklenici. Čerstvé vejce leží vodorovně, 30 dnů staré vejce stojí svisle. Stáří vejce do třiceti dnů lze odhadnout z úhlu, který podélná osa svírá se dnem nádoby.

Úvaha: Čím je vejce starší, tím je větší vzduchová bublina na jeho širším konci. Z vejce se vypařuje voda, obsažená v jeho bílku. Při zvětšování vzduchové bubliny se mění poloha těžiště vejce.

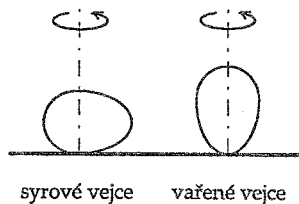
Syrové a vařené vejce

Otázka: Jak poznáme, které vejce je vařené a které syrové?

Pokus: Vejce položte na hladkou desku a prsty je roztočte. Vařené vejce se roztočí značně rychleji než syrové. Při rychlém roztočení se vařené vejce vzpřímí na špičku.

Jiná možnost: Roztočených vajec se lehce dotkněte. Vařené vejce se zastaví, syrové bude pokračovat v pohybu.

Úvaha: Žloutek syrového vejce, těžší než bílek, se při roztočení vychyluje působením odstředivé síly ze své normální polohy. Proto je vejce nesymetrické a nestabilní a nemůže se vzpřímít. Na pohyb bílku a žloutku se spotřebuje část dodané energie a rotace je pomalá. Při krátkém zabrzdění se kapalina uvnitř syrového vejce otáčí dále a přivede vejce opět do rotace. Vařené vejce má částice spleené dohromady a je to stabilní setrvačnick. Při



obr. 2

jeho roztočení způsobí tření v bodě dotyku s podložkou otáčivý moment, který setrvačnick vzpřímí.

Koulejší se vejce

Otázka: Na nakloněné rovině spustíme ze stejné výšky jedno syrové a jedno stejné velké vařené vejce. Které bude rychlejší?

Pokus: Syrové vejce je dole dřívě.

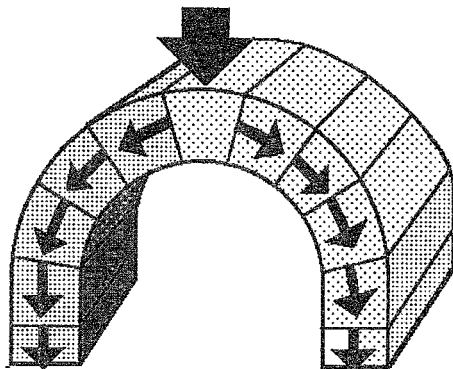
Poznámky: Vejce musí být stejně velká a přibližně stejného tvaru. Před pokusem je vhodné se syrovým vejcem zatřepat, aby se bílek uvolnil od skořápky. Syrové vejce by mělo být čerstvé, aby již nepřecházelo do rosolovitého stavu. Nejlépe je připevnit na nakloněnou rovinu pro obě vejce kolejničky. Pokus však je možno provádět s každým vejcem zvlášť a měřit příslušný čas,

Úvaha: Při roztočení obou vajec na stole, je vařené vejce rychlejší. Proč je to teď obráceně? Tento překvapivý výsledek při koulení vajec je podmíněn jejich stavbou. Obě mají na počátku stejnou startovní energii. Ve vařeném vejci se část této energie spotřebuje na rotační pohyb, který konají všechny jeho části. V syrovém vejci rotuje při koulení pouze vnější vrstva bílku, vnitřek vejce je téměř bez rotace a většina částic koná pouze posuvný pohyb vpřed.

Pevné vejce

Otázka: Kdo rozmáčkne syrové vejce v hrsti?

Pokus: Vezměte nepoškozené syrové vejce do dlaně a ruku vložte do igelitového sáčku. Zkuste vejce rozmáchnout. Je to velmi obtížné, většinou se to nepodaří.



obr. 3

Úvaha: Při tvaru vejce se působící síla rozkládá rovnoměrně na celý jeho povrch. Situaci lze srovnat s rozložením síly na nosném oblouku budov (viz obr. 3). Vejce je chráněno před vnějšími vlivy a před tlakem kvočny.

Otázka: Jak se však může slabé kuřátko po 21 dnech vývoje samo vyklubat?

Pokus: Klepejte prázdnou vaječnou skořápkou na hlavičku hřebíku, nejdříve zvenčí. Skořápka je překvapivě pevná, přesto, že je tak tenká. Když však ji klepneme stejným způsobem zevnitř, rychle se rozbije. Stačí k tomu i malý kuřecí zobáček. Vejce je malý div přírody.

Náraz dvou vajec

Otázka: Rozbijí se obě syrová vejce při vzájemném nárazu?

Pokus: Vejce, zavěšená v jednom bodě na stejné dlouhých vláknech vzdálíme a pustíme. Rozbije se vždy pouze jedno vejce.

Úvaha: Skořápka vejce není ve všech místech stejně silná. Proto povolí to vejce, které bylo v místě nárazu slabší.

Bílek není voda

Otázka: Jak se při roztocení změní povrch vody ve sklenici a jak se změní povrch bílku?

Pokus: Postavíme-li sklenici vody doprostřed rotující desky, zvedá se vlivem odstředivé síly povrch vody u vnitřní stěny sklenice. Téhož dosáhneme, zůstane-li sklenice v klidu a v její ose držíme ve vodě rotující tyč. Bílek zaujme obdobný tvar na rotující desce, ne však při roztocení tyči. Bílek bude stoupat podél tyče vzhůru.

Úvaha: Na bílek také jistě působí odstředivá síla rotující tyče. Někaká větší síla však jej vtáhne na tyč. Bílek je viskózně elastická kapalina, jejíž vrstvy se při pohybu vzájemně posouvají. Při rotaci vznikají v různých vrstvách napětí na obvodu kruhové dráhy. Jímí je kapalina přitahována do středu. Tyto síly nevznikají v normálních tzv. Newtonových kapalinách. Bílek není voda.

Létající vejce

Otázka: Umíte přenést vejce z jedné skleničky do druhé, aniž byste se jej dotkli?

Pokus: Vedle sebe postavíme dvě stejné štíhlé skleničky na sekt a do jedné z nich položíme špičkou dolů vejce. Foukáme-li přímo shora na vejce, zvedne se a překloupí se do prázdné skleničky.

Poznámky: Je třeba foukat silně a krátce. Pro zacvičení je možno malou dírkou vysát asi třetinu vejce. Pro překlopení vejce změňte trochu směr foukání.

Úvaha: Vzduch vniká kolem vejce do skleničky, kde vznikne přetlak. Vzduchový polštář zvedne vejce. Pro pokus je důležitý právě tvar vejce, po jehož povrchu vzduch proudí.

Vejce v láhvi

Otázka: Jak dostaneme oloupané vařené vejce do láhve od mléka, aniž bychom je poškodili?

Pokus: Když budeme vejce do hrdla láhve zatlačovat, roztrhne se. Pomohou zápalky nebo proužek papíru. Zapálenou zápalku (zapálený proužek papíru) hodíme do

láhve. Vejce položíme špiškou do jejího otvoru a počkáme, až zápalka (papír) dohoří. Vejce se pak vtáhne do láhve *samo*.

Poznámky: Efekt je lepší a rychlejší, když láhev vypláchneme alkoholem, který pak z ní musí být zcela vyliť. Je dobře mít vejce tzv. *na hniličku*, vařené asi 5 minut, které je ještě dost elastické. Vejce vařené méně než 5 minut by naopak bylo příliš měkké a pravděpodobně by se roztrhlo. Hrdlo láhve má mít průměr asi $\frac{2}{3}$ průměru vejce.

Úvaha: Hořící zápalka ohřívá vzduch v láhvi, který se rozpíná a uniká mezi stěnou láhve a lehce položeným vejcem ven. Když zápalka dohoří, ochladí se zbylý vzduch v láhvi, vznikne podtlak a vejce je vtáheno dovnitř.

Vejce do skla

Otázka: Na sklenici leží hladká destička a na ní vejce. Jak je dostaneme do sklenice, aniž bychom se jej dotkli?

Pokus: Destičkou rychle trhneme a vejce spadne do sklenice.

Poznámky: Totéž můžeme udělat i s více vejci (např. šesti). Musíme je však na destičku položit v ochranných papírových manžetách.

Úvaha: Setrvačnost.

Sázené vejce na létající pánvi

Otázka: Můžeme usmažit sázené vejce na pánvi, kterou nedáme na plotnu?

Pokus: Na měděné cívky položíme aluminiovou desku nebo pánev bez držadla. Protéká-li cívkami proud (dost velký), začne se pánev vznášet. Je-li v ní syrové vejce bez skořápky, usmaží se.

Úvaha: Vířivé proudy.

Výstřel na vejce

(ve třídě nutno zajistit bezpečnost žáků i učitele)

Otázka: Vystřelíme vzduchovkou na vařené a na syrové vejce a trefíme je. Jak budou po střelbě vypadat?

Pokus: Vařené vejce bude nábojem vzduchovky provrtáno. Syrové vejce se rozletí na všechny strany.

Úvaha: Stlačitelnost a šíření tlaku v kapalinách a pevných látkách.

Vybuchlé vejce

Otázka: Může se vejce zvětšovat nebo zmenšovat?

Pokus: Pomocí kyseliny octové sloupneme opatrně ze syrového vejce vápnitou skořápku. Vejce pak drží pohromadě pouze tenká blána. Když takové vejce vložíme do vody, bude se zvětšovat a během několika hodin praskne. Vložíme-li podobně připravené vejce do roztoku soli, bude se smrskávat.

Úvaha: Ve vejci je voda, soli a další látky. Blána vejce je propustná jen pro molekuly vody, ne pro částice soli. Z okolí vody pronikají molekuly do vejce, které bobtná.

Při vložení vejce do slané vody, je koncentrace soli vně větší a molekuly vody cestují opačným směrem. Vejce se smrskává. Jde o snahu vyrovnat koncentraci, osmozu.

Vejce jako nosníky

Otázka: Unesou tři syrová vejce člověka?

Pokus: Při šikovném uložení vajec mezi vrcholy dvou trojúhelníkových desek a při opatrném vstupu na horní desku, může na vejcích stát dospělý muž. Pod člověkem vážícím 90 kg se vejce po určité době přece jenom rozbijí..

Úvaha: Využívá se rozložení váhy na větší plochu, čímž se tlak na jedno vejce podstatně sníží.

Literatura:

- [1] Fenclová, J.: Didaktické myšlení a jednání učitele fyziky. SPN, Praha 1984.
- [2] Voigt, M. G.: Physikalisher Zeit-Vertreiber. Přetisk 1. vydání Rostock, Wilden, 1670. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg, 1980.
- [3] Bublath, J.: Das grose knoff-hoff Buch. W. Heyne Verlag, Munchen, 1993.

Ohlasy na Veletrh nápadů učitelů fyziky

Doc. RNDr. Milan Rojko, CSc., KDF MFF UK

V Litovli 9. září 1996

Vážený pane doktore,

chtěla bych Vám i Vaším spolupracovníkům tímto poděkovat za přípravu a organizaci Vaší velice vydařené akce Veletrh nápadů učitelů fyziky. Odvezla jsem si domů spoustu nových námětů do další práce s dětmi a také zážitků z velice příjemné atmosféry mezi učiteli, která panovala po oba dny celé akce. Byla bych velice ráda, kdyby se podobné akce mohly uskutečnit i v následujících letech.

Děkuji.

RNDr. Miroslava Černá
učitelka

Doc. RNDr. Milan Rojko, CSc., KDF MFF UK

V Českých Budějovicích 9. 9. 1996

Vážený pane Rojko,

těší nás, že jsme se na konci letošního srpna mohli zúčastnit semináře „Veletrh nápadů“, který pořádala Vaše katedra.

Byli jsme překvapení, že i v současné době existuje tolik pedagogů ze základních, středních a vysokých škol, kteří jsou schopni po dva dny předvádět krásné a jednoduché pokusy. Ceríme si toho, že věnovali čas jejich přípravě, ale i toho, že byli vděčným publikem pro nás, kteří jsme vystupovali před takovou odbornou veřejností poprvé. Rovněž účast zahraničních pedagogů nám přinesla nové náměty a možnost porovnání.

Takový seminář je pro učitele určitě velkým přínosem, protože vidí spoustu nových pokusů, různá provedení pokusů, různé pomůcky, naváže nové kontakty a hlavně získá optimismus do další práce, který je velice důležitý.

Seminář byl báječný a rádi se zúčastníme i dalších takových akcí.

Lenka Slabá, Milan Slabý
České Budějovice

V Mlýnci dne 1. září 1996

Vážení kolegové

Jako jeden z účastníků *Veletrhu nápadů učitelů fyziky*, pořádaného pracovníky Vaší katedry, na čele s doc. M. Rojko, Vám chci vyjádřit upřímný dík a pochvalu za

zorganizování celé akce. Přiznám se, že jsem se na její průběh velice těšil a byl jsem zvědavý, jak se Vám podaří zvládnout nelehký úkol, který jste si předurčili. Jako učitel základní školy s téměř 30-letou praxí, jsem věděl, jak náročné bude sladit zájmy učitelů různých škol nastejného zaměření i odborné úrovně. Po skončení akce musím napsat, že výsledek předčil všechna má očekávání. Stalo se tak díky Vaší geniální myšlence, postavit seminář na jednoduchém názorném experimentu. Ten je přece srozumitelný a zajímavý pro všechny. Při jeho předvádění a pozorování není nutný hluboký teoretický základ, dokonce ani jazyk tu není podmínkou (což dokázala vystoupení polských přátel) a obsah je všem srozumitelný. Štěstím Vaší krásné akce bylo, jak konečně doc. Rojko v závěru nezapomněl zdůraznit, že se na semináři sešli nadšení, chápaví, tolerantní, učenliví učitelé. Že většina aktivně vystupujících pochopila, že seminář není příležitostí k vlastnímu zvýraznění a oslavě, ale příležitostí vzájemně si pomoci a informovat se. Posluchači zase s notnou dávkou tolerance dokázali přehlédnout drobné nedostatky, někdy i zcela nulový efekt pokusu a naopak aplaudovali každému nápadu, každé zdařilé reakci. Byla radost a na začátek nového roku motivující skutečnost, pohybovat se mezi účastníky, kde nebyla hranice mezi těmi co poslouchali a těmi, co předváděli své nápady. Neformální rozhovory, výměny názorů, daly zapomenout na očekávané strasti po nástupu do svých škol a na svá pracoviště a naplnily srdce a hlavy účastníků optimismem a radostným očekáváním svých žáků, kterým bude co předvést nového, právě ze zhlédnutých vystoupení.

Dovolte mi proto ještě jednou vyjádřit obdiv a poděkování za vynikající nápad, vzorné zorganizování celé akce, za pěknou atmosféru, kterou se díky Vám, ale i přítomným účastníkům podařilo na setkání v Praze vytvořit. Podařilo se Vám připravit formu vzdělávání učitelů fyziky, která je přesně tím, co učitelé očekávají. Mohu to s klidným svědomím prohlásit, protože jsem mnohaletým pilným účastníkem nejruznějších školení a akcí, které se snaží učitelům něco dát, ale většinou je efekt takových akcí velmi malý.

Abych ale jen nepochválil, jistě mi dovolíte na závěr pár připomínek, které by snad mohly přispět k příznivému vývoji podobných akcí, které po úspěchu té letošní jistě hodláte připravovat. Myslím si, že byste měli zůstat u částečně výběrové akce, než z ní v budoucnu dělat akci „masovou“. Ideální počet účastníků bych považoval do stovek. Účast podmínit aktivním vystoupením přihlášených, třeba jen formou prezentace svého nápadu na výstavce či posterem. Pro pestrost celého „představení“ rozšířit veletrh na prezentaci metod a prostředků výuky fyziky, formou ukázek písemných zkoušek, testů, laboratorních prací, případně diplomových prací spod. Rušivě působilo časové omezení vystoupení, i když jednotliví moderátoři to pojali různě citlivě (výborní byli kolegové Svoboda a Kolářová). Snad by byla lepší světelná signalizace a vždy nechat přednášející dokončit vystoupení s tím, že dodržení časového limitu s určitou časovou tolerancí je podmínkou zařazení učitele do programu. Zajistit program ještě na večer - třeba videofilmy s ukázkami dalších pokusů, vyučovacích hodin, pro dobrovolné zájemce. A nebál bych se ještě větší komerce do celé akce. Učitelé mají řadu pomůcek, nápadů, textů, které nemají kde předvést. Chtějí je prezentovat, někteří i finančně zhodnotit. Ne náhodou měla největší ohlas vystoupení, kde přednášející nabídl svoji práci k odkoupení. Na chodbách by mohly být stolky s takovou nabídkou, za každým autor, který by své

nápady nabízel, kontaktoval zájemce. Je to znak doby a nemusí být chápán jen jako komerční záležitost, ale také jako příležitost pro obě strany.

Srdečný dík za nás za všechny a těším se za rok do Plzně.

S pozdravem

Oldřich Suchoradský

V Praze, dne 2. 9. 1996

Vážený kolegové,

děkuji všem pořadatelům semináře „Veletrh nápadů učitelů fyziky“ za zajímavé, příjemné a užitečně prožité dva dny. Získala jsem během nich mnoho užitečných nápadů pro mou další práci učitelky fyziky na ZŠ, seznámila se a vyměnila si zkušenosti s jinými učiteli.

Velmi zajímavé bylo vystoupení našich kolegů ze Slovenska a z Polska. (Polštinu podle mě opravdu není nutné překládat).

Prodej učebnic a výstava učebních pomůcek byl také dobrý nápad.

Ještě jednou děkuji a těším se na podobné akce v budoucnu.

S pozdravem

Jiřina Cvachová

V Praze dne 3. 9. 1996

Vážení organizátoři semináře „Veletrh nápadů učitelů fyziky“,

ráda bych vám všem poděkovala za vynikající nápad uskutečnit tuto akci.

V současné době, kdy finanční dotace pro školy mnohdy neodpovídají cenám školních pomůcek, jsou v oblíbenosti učitelů pomůcky, které si mohou vyrobit sami z dostupných prostředků. Nemusím myslím zdůrazňovat, jaký význam má proto možnost předávání si zkušeností a nápadů. Takováto akce, jako byl „Veletrh nápadů“, jsou proto všemi, kdo mají zájem o výuku s experimenty, velmi vítané.

Nasvědčovala tomu i atmosféra setkání. Každý se s nadšením snažil načerpat co nejvíce informací a zkušeností, velmi se oceňovala jednoduchost a vtipnost experimentů. Velkou výhodou byla možnost přímého kontaktu s experimentátory, kteří upozornili na technické obtíže a záludnosti a vysvětlili případné nejasnosti.

Mnohé z prezentovaných pokusů byly dostatečně jednoduché, takže je mohou provádět i sami žáci. A právě takovéto experimenty přispívají k většímu zájmu žáků o fyziku.

Domnívám se, že nebudu mluvit jen za sebe, když zkonstatuji, že podobná setkání učitelů jsou neocenitelným přínosem. Letošní první „Veletrh nápadů“ by proto rozhodně neměl být posledním.

Děkuji.

Zdeňka Pinkavová

V Jablonci n. N. 4. 9. 1996

Seminář „Veletrh nápadů učitelů fyziky“ byl velmi dobře organizovaný a po všech stránkách úspěšný. Kladně jsme hodnotili bohatý program, zdařilá a podnětná vystoupení účastníků semináře, předvedení experimentů s jednoduchými pomůckami. Některé experimenty byly zcela nové, některé prováděné s jinými pomůckami a v jiných souvislostech. Časové vystoupení jednotlivých účastníků vzhledem k jejich počtu bylo nutné, u některých to byla škoda (např. u zástupců KDF MFF UK Praha).

Z okresu Jablonec nad Nisou se zúčastnilo celkem 7 účastníků s jednoznačným kladným hodnocením tohoto semináře a s názorem, že v takovýchto podnětných setkáních by se mělo pokračovat i v příštích letech.

Možná, že by bylo vhodné uvážit změnu termínu konání semináře.

Srdečně zdraví a na další spolupráci a setkání se těší

Jan Weiss

Raspenava 3. 9. 1996

Vážení pořadatelé Veletrhu nápadů učitelů fyziky,

jsem učitelka z venkova, podobné akce jsem se zúčastnila poprvé, takže by se mohlo zdát, že nemám možnost objektivního srovnání. Myslím ale, že jsem nebyla nováčkem sama, a to nadšeným nováčkem.

Spousta zajímavých pokusů, perfektní atmosféra i ukočťování „aktérů“ a „diváků“ učinily ze všedních dnů svátek. Bylo to motivující zakončení prázdnin.

V mnohých Veletrh vzbudil chuť co nejdříve si mnohé pokusy vyzkoušet a těšit se, jak budou reagovat žáci.

Všem organizátorům proto patří velké poděkování za týdný příprav a vězte, že můžete být nadmíru spokojeni.

Držím palce, přeju hodně sil při přípravě „Plzně“ a volám: „Ať žije Veletrh nápadů 1997.“

Vondráčková

Doc. RNDr. Milan Rojko, CSc., KDF MFF UK

V Praze 2. 9. 1996

Vážený pane docente,

vždy a po každém předvedení pokusu jste nám poděkovali s tím, že jsme byli výborným obecnstvem a báječnými posluchači. Rozhodně je nyní řada na nás, pozorovatelích, abychom kromě potlesku vyjádřili i touto formou nadšení a poděkování Vám organizátorům „Veletrhu nápadů“ za jeho uskutečnění. Zdařilá akce provedení bezvadných pokusů byla právě tím, co my kantoři nejvíce potřebujeme. Za lavinu zajímavostí a inspiraci Vám moc děkuji.

Přes to, že jsem si převážnou většinu pokusů zachytil a doma ještě včas rozepsal a doplnil, věřím, že se Sborník na každého z nás dostane. Jistě v něm budou perfektní doplňky a bude proto námi obdarovanými vysoce oceněn.

S pozdravem a přáním stálého nadšení a zdraví

mgr. Alex Bozděk

P.S. Shodou okolností a náhod bylo právě dnes, 2. září, na našem gymnáziu v Říčanech odzkoušeno Foucaultovo kyvadlo. Jeho hmotnost je 20 kg a délka 13 m. K veliké radosti jsme se opět přesvědčili, že žijeme na obrovském přírodním kolotoči a že se Země i s námi opravdu otáčí.

Seznam účastníků

- Václav Bajer, ZŠ polná, Poděbradova 79, 588 13 Polná
Doc. Dr. Ivan Baňík, CSc., stavební fakulta STU, Zálužická 3, 821 01, Bratislava, SR,
e-mail: SFCULI@arix.svf.stuba.sk
Miluše Baráková, Gymnázium, Křenová 36, 602 00 Brno
Irena Bařková, ZŠ Úvaly, Nám. A. z Pardubic 8, 341 01 Úvaly
RNDr. Věra Bědinková, ZŠ Vinařská 29, 691 72 Klobouky u Brna
RNDr. Milan Bednařík, CSc., Krapkova 26, 779 00 Olomouc
Martin Belluš, MFF UK, Mlynská dolina F1, 842 15 Bratislava, SR, e-mail:
bellus@fmph.uniba.sk
Stanislava Beránková, Střední prům. škola sdělovací techniky, Panská 3, 110 00
Praha 1
mgr. Alex Bezděk, Gymnázium, Komenského nám., 251 01 Říčany u Prahy
Zdeňka Bezoušková, ZŠ, 277 42 Obříství 1
Josef Bolek, ZŠ, ul. Komenského 420, 252 40 Mnúšek p/B.
prof. RNDr. Jitka Brockmeyerová, CSc.
Václav Brůžek, Gymnázium, Studentská 896, 295 01 M. Hradiště
Bronislav Budík, ZŠ 711, 685 01 Bučovice
Mirjam Cívínová, Gymnázium, Mostecká 3000, 430 01 Chomutov
Jiřina Cvachová, ZŠ Rakovského 3136/I, 143 00 Praha 4 - Modřany
Bohuslava Čapková, ZŠ U školské zahrady 4, 184 00 Praha 8
Eliška Čapková, Arcibiskupské gymnázium, Korunní 2, 120 00 Praha 2
Ing. Eva Černá, ZŠ Slivenec, Ke Smíchovu 16, 154 00 Praha 5
Miroslava Černá, ZŠ Jungmannova, 784 01 Litovel
RNDr. Veronika Černá, Gymnázium Vazovova 6, 811 03 Bratislava SR
Mgr. Markéta Dobisová, Gymnázium Bystrc, Vejrostova 2, 635 00 Brno
Zdeněk Doležel, ZŠ ul. Salmova 17, 678 01 Blansko
Josef Drábek, ČŠI, Palackého 48, 466 04 Jablonec n. Nisou
Josef Duhajský, Gymnázium Královická 668, 250 50 Brandýs nad Labem
Zdeněk Dvořák, ZŠ Poděbradova 79, 588 13 Polná
Stefania Elbanowska, Instytut Fizyki Doswiadczalnej, ul. Hoie 69, Warszawa, Polska,
e-mail: staszal@fuw.edu.pl
Stanislav Gottwald, Gymnázium Špitálská 2, 190 00 Praha 9 - Vysočany
Miloš Harsa, ZŠ Bellova 351, 109 00 Praha 10 - Petrovice
Doc. PaedDr. Václav Havel, CSc., PEF ZČU, Sedláčkova 38, 306 19 Plzeň, e-mail:
havel@katy.pef.zcu.cz
Jaroslav Hejný, ZŠ Tasova 272, 683 32 Brankovice
Pavel Hercog, Gymnázium Komenského 779, 288 40 Nymburk
Tomáš Hofrichter, Gymnázium a sportovní gymnázium, ul. Dr. Randy 13, 466 01
Jablonec nad N.
Vlasta Hovorková, Gymnázium Komenského 779, 288 40 Nymburk
RNDr. Jan Hrdý, Přírodovědecká fakulta UP, třída Svobody 26, 771 46 Olomouc, e-
mail: hrady@prfnw.upol.cz
Martin Charvát, ZŠ Pražská 28, 281 04 Plaňany
Zdeněk Jemelík, Gymnázium Zborovská 6, 753 01 Hranice
Hana Johánková, ZŠ U stadionu 4, 412 01 Litoměřice

- Miluše Kadlecová, 2. ZŠ Kmochova 943, 280 02 Kolín
Alena Kalousová, ŠÚ - 4. ZŠ Norská 2633, 272 01 Kladno
Mgr. Věra Kamenická, ZŠ Uhelny trh 4, 110 00 Praha 1
Vlasta Karásková, ZŠ Komenského 1534, 289 22 Lysá nad Labem
Andrzej Karbowski, The Institute of Physics, Nicholas Copernicus University, 87-100
Toruń, Poland, e-mail: akarb@phys.uni.torun.pl
RNDr. Dagmar Kaštilová, Gymnázium Jakuba Škody, Komenského 29, 751 52
Přerov
Marek Kaufmann, Gymnázium Sladkovského 8, 130 00 Praha 3
Jana Kekulová, ZŠ Mozartova 24, 466 04 Jablonec nad Nisou
RNDr. Zdeněk Klüber, CSc., Gymnázium Zborovská 45, 150 00 Praha 5, e-mail:
gyzb1-ab@hiedu.cz
Zdeňka Kokešová, ZŠ Školská 121, 411 19 Mšené lázně
Julius Kolín, Gymnázium Ústavní 400, 181 00 Praha 8 - Bohnice
Bohumil Kotlík, AG, Korunní 2, 120 00 Praha 2
Luboš Kovář, Gymnázium Studentská 191, 290 01 Poděbrady
Hana Kovaříková, ISŠ Purkyňova 97, 612 00 Brno
Václav Krejčík, ZŠ Karla Jeřábka 941, 413 01 Roudnice n. L.
Mgr. Jana Khánková, Střední zdravotnická škola, Hybešova 5, 678 01 Blansko
Josef Krob, ZŠ J. E. Purkyně, Husova, 411 17 Libochovice
Mgr. Miloslava Kuncová, Gymnázium T. G. M. Dukelské nám., 693 31 Hustopeče
Ing. Gunnar Künzel, AMAVET, VT centrum, Velké Hamry 393, 562 01 Ústí nad
Orlicí
Ingrid Kupská, ZŠ Hrubínova ul., 736 01 Havířov - Podleší
RNDr. Milena Kušnerová, Přírodovědecká fakulta OU, katedra fyziky, Bráfova 7,
701 03 Ostrava 1, e-mail: Kusner@osu.cz
Libor Kvapil, ZŠ Lískovec, 739 30 Lískovec
Petr Kvoch, Gymnázium K balvanu 16, 466 34 Jablonec n. Nisou, e-mail: guba1-
jn@jonas.hiedu.cz
Piotr - Jakub Łabuz, ul. A. Mickiewicza 20/9, 56-300 Milicz, Polska
Mgr. Stanislav Lánský, ZŠ Tasova 272, 683 32 Brankovice
Karel Lejska, ISŠ Purkyňova 97, 612 00 Brno
Doc. RNDr. Oldřich Lepil, CSc., PFF UP, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc, e-mail:
LEPIL@risc.upol.cz
RNDr. Tomáš Lešner, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8
RNDr. Milan Macek, CSc., ZŠ Na Smetance 1, 120 00 Praha 2
Božena Madro, Szkoła podstawowa NRG, 87-100 Toruń, Polska
Jitka Mařálková, ZŠ Habrmanova 1500, 560 02 Česká Třebová
Petra Marýzková, 1. ZŠ Komenského 414, 250 88 Čelákovice
Václav Mařík, ŠÚ Praha-východ, Biskupská 7, 111 21 Praha 1
Ivana Matějčková, AG Štěpánská 22, 111 00 Praha 1
Mgr. Jana Medalová, ZŠ Libčická 399, 181 00 Praha 8 - Čimice
Zdeňka Meixnerová, G F. X. Šaldy Partyzánská 530, 460 11 Liberec
Ladislava Mikšová, ZŠ T. G. M. Školní 556/II, 290 38 Poděbrady
Janina Miliszkiewicz, Institute of Physics, Opole University, Oleska 48, 45-052
Opole, Poland, e-mail: jkuszu@uni.opole.pl
Alena Miosgová, 4. ZŠ J. Roháče 1381, 432 01 Kadaň

- Ladislava Molinariová, Gymnázium Jiřího z Poděbrad, Studentská 669, 290 01 Poděbrady
- RNDr. Eva Müllerová, Gymnázium Dr. J. Pekaře, Palackého 211, 293 80 Mladá Boleslav
- Jitka Myslíková, Střední průmyslová škola strojírná, Betlémská 4, 110 00 Praha 1
- Radomír Nahodil, Fakultní ZŠ, Havlíčkovo nám. 300, 130 00 Praha 3
- RNDr. Eva Nečasová, Gymnázium Jana Nerudy, Hellichova 3, 110 00 Praha 1
- Jitka Nováková, ZŠ Nebušická 369, 164 00 Praha 6 - Nebušice
- Věra Novobilská, PF UJEP, České mládeže 8, 400 96 Ústí nad Labem
- Tomáš Novotný, katedra fyziky, Pedagogická fakulta JU, Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice, e-mail: novtom@pf.jcu.cz
- Vojtěch Ondrušek, ZŠ Staré Město, ŠÚ Uherské Hradiště, 686 03 Uherské Hradiště
- Lenka Otápková, Gymnázium Mostecká 3000, 430 01 Chomutov
- Petr Paseka, ŠÚ Novoborská 372, 190 00 Praha 9
- Břetislav Patč, 3. ZŠ Palachova, 250 01 Brandýs n. Labem
- Jiří Pavlík, ŠÚ Špindlerova ul. 562 01 Ústí nad Orlicí
- Igor Pecen, MFF UK, pavilon 1, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, SR, e-mail: Pecen@fmph.uniba.sk
- Jitka Pelcová, ŠÚ Břeclav, ul. 17. listopadu 1a, 690 86 Břeclav
- RNDr. Pavel Pešat, Technická univerzita Liberec, Hájkova 6, 461 17 Liberec, e-mail: pavel.pesat@vslib.cz
- Zdeňka Pinkavová, ZŠ Ústavní, Hlívická 400, 181 00 Praha 8 - Bohnice
- Vendulka Pinková, Gymnázium Fr. Hajdy 34, 700 30 Ostrava - Hrabůvka
- Roman Plaček, Gymnázium Fr. Hajdy 34, 700 30 Ostrava - Hrabůvka
- Vlasta Podlahová, ISŠE Na Průhoně 480 00 Chomutov
- Zdeněk Polák, Jiráskovo gymnázium, Řezníčkova 451, 547 01 Náchod
- Karel Procházka, Gymnázium U balvanu 16, 466 34 Jablonec n. Nisou, e-mail: guba1-jn@jonas.hiedu.cz
- Marcela Procházková, 1. ZŠ Martinovského 153, 269 01 Rakovník
- Jindřich Pulíček, Gymnázium a sprotovní gymnázium, Dr. Randy 13, 466 09 Jablonec nad Nisou
- Tomáš Raja, AG, Štěpánská 22, 110 00 Praha 1, e-mail: raja@msdec.ms.mff.cuni.cz
- Mária Rakovská, Vysoká škola pedagogická, tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra, SR, e-mail: rakovska@unitra.sk
- Dr. Ing. Karel Rauner, PEF ZČU, Klatovská 51, 306 19 Plzeň, e-mail: rauner@katy.pef.zcu.cz
- Alena Rybičková, ZŠ Dr. Malíka, 537 01 Chrudim
- Renáta Římnáčková, ZŠ Vlastina 500, 161 00 Praha 6
- Pavla Sádecká, ZŠ Sladkovského 28, 537 01 Chrudim
- Ing. Blážen Sedlářová, 1. ZŠ J. A. Komenského 414, 250 88 Čelákovice
- Lenka Slabá, SPŠ stavební, Resslova 2, 372 11 České Budějovice
- Milan Slabý, ZŠ Dukelská 11, 370 01 České Budějovice
- Mgr. Eva Sloupová, ZŠ U soudu 8, 460 01 Liberec
- Božena Šniadek, Institut Fyzyki, Uniwersytet im. A. Mickiewicza, 60-780 Poznań
- Edmund Šniadek, Os. orla białego 34/6, 61-251 Poznań, Polen
- Doc. RNDr. Vojtěch Stach, CSc., Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity, Jeronýmova 16, 371 15 České Budějovice, e-mail: VOSTA@KII.pf.jcu.cz

- Magdalena Staszel, Instytut Fizyki Doswiadcz., UW, Hoża 69, 00-681 Warszawa, Polska, e-mail: staszel@fuw.edu.pl
- Marcela Stašková, Arcibiskupské gymnázium, Korunní 2, 120 00 Praha 2
- Jaroslava Stonovská, ŠÚ Rokycany, Čechova 582/II, 337 01 Rokycany
- Petr Stříbrný, Gymnázium Ústavní 400, 181 00 Praha 8
- Jaroslava Suchohradská, ZŠ, 507 32 Kopidlno
- Oldřich Suchoradský, ZŠ Křinec, Školní 301, 289 33 Křinec
- Danuše Svidová, ZŠ Sadová 371, 551 02 Jaroměř - Josefov
- Josef Svoboda, Gymnázium, nám. T. G. M. 1260, 739 11 Frýdlant n. Ostravicí
- Miroslav Škrdl, 1. ZŠ Zámecká ul. 496, 570 01 Litomyšl
- Miroslav Škvrna, ZŠ R. Primla 816, 541 01 Trutnov
- Vlastimil Šmíd, Gymnázium, Fr. Hajdy 34, 700 30 Ostrava - Hrabůvka
- ing. Pavel Šobra, CSC., Modis s.r.o. Černokostecká 4, 100 00 Praha 10
- RNDr. František Špulák, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity, Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice, e-mail: spul@pf.jcu.cz
- Miroslav Štros, 2. ZŠ Jungmannova 660, 413 01 Roudnice n. L.
- Krzysztof Tabaszewski, Instytut Fizyki Doswiadcz., UW, Hoża 69, 00-681 Warszawa, Polska, e-mail: staszel@fuw.edu.pl
- RNDr. Katarina Teplanová, CSC., MFF UK, 842 15 Bratislava, SR, e-mail: teplanova@fmph.uniba.sk
- Ludmila Tkáčiková, ZŠ Sladkovského 28, 537 01 Chrudim
- RNDr. Josef Trna, CSC., Pedagogická fakulta MU v Brně, Poříčí 7, 603 00 Brno, e-mail: trna@ped.muni.cz
- Adrzej Trzebuniak, Institute of Physics, Opole University, ul. Oleska 48, 45-052 Opole, Poland, e-mail: jkusz@uni.opole.pl
- Jozefina Turlo, The Institute of Physics, Nicolas Copernicus University, Grudziadska St. 5, 87-100 Toruń, Poland, , e-mail: jturlo@phys.uni.torun.pl
- PaedDr. Jiří Týř, DTS, Žitavská 673, 46334 Hrádek nad Nisou
- Mgr. Albert Vacek, 16. ZŠ, Okružní 4635, 760 05 Zlín
- Mgr. Marie Vačkářová, ZŠ T. G. M., Modřanská 1375/10a, 148 00 Praha - Modřany
- Věra Valdová, ZŠ, 411 19 Mšené - lázně
- Pavel Veverka, ŠÚ Rokycany, Čechova 582/II, 337 01 Rokycany
- Iva Vojtkůvková, Biskupské gymnázium B. Balbína, Orlické nábřeží 1, 500 02 Hradec Králové
- Jaroslava Vondráčková, ZŠ Fučíkova 430, 463 61 Raspenava
- Václav Votruba, ZŠ Palmovka 468, 180 00 Praha 8
- Vlasta Vovsová, ZŠ B. Němcové 2, 412 01 Litoměřice
- Jiří Vrzal, SPgŘS, Lidická 40, 360 20 Karlovy Vary
- Karel Vtípil, ZŠ Španielova 1111/B, 163 00 Praha 6 - Řepy
- Anna Vylamová, ZŠ Školní 711, 685 01 Bučovice
- Jan Weiss, ŠÚ - SŠS Máchova 2, 466 01 Jablonec n. Nisou, e-mail: su3504jn@alfa.uiv.cz
- Jana Wolkerová, ZŠ Tř. družby 1383, 735 06 Karviná - Nové Město
- Josef Zahradka, SPI, Komenského nám. 94, 293 01 Mladá Boleslav
- Božena Znojenská, ZŠ nám. Curieových 2, 110 00 Praha 1 - Staré Město
- Mgr. Jitka Zörnigová, Gymnázium J. Nerudy, Hellichova 3, 118 00 Praha 1



PROGRAM
semináře s mezinárodní účastí
VELETRH NÁPADŮ UČITELŮ FYZIKY

**čtvrtek 29.8.1996 MFF UK Ke Karlovu 3**

- 8.⁰⁰ - 9.³⁰ prezentace účastníků na MFF UK Ke Karlovu 3 - mezipatro
prohlídka expozic vystavovatelů učebních pomůcek - 2. patro
- 9.³⁰ - 9.⁴⁵ zahájení semináře - posluchárna M1 - 2. patro
- 9.⁴⁵ - 10.⁴⁵ vystoupení zástupců firem Leybold a Phywe
- 10.⁴⁵ - 11.⁴⁵ vystoupení mimopražských vysokoškolských učitelů
(Lepil O., Novobilská V., Kušnerová M., Hrdý J.)
- 11.⁴⁵ - 13.⁰⁰ oběd
- 13.⁰⁰ - 13.⁴⁵ vystoupení mimopražských vysokoškolských učitelů
(Rauner K., Bednařík M., Špulák F.)
- 13.⁴⁵ - 15.⁰⁰ vystoupení učitelů základních a středních škol
(Šedivý J., Bďínková V., Nováková J., Patě B., Pelcová J., Ondroušek V.,
Duhajský J.,)
- 15.⁰⁰ - 15.³⁰ přestávka
- 15.³⁰ - 17.⁴⁰ vystoupení učitelů základních a středních škol
(Lánský S. & Hejný J., Votruba V., Macek M., Miosgová A., Kluiber Z.,
Slabá L., Cvachová J., Macková G., Hofrichter T., Slabý M., Šmid V.,
Mařík V., Černá E., Vojkůvková I.)

pátek 30.8.1996 MFF UK V Holešovičkách 2

- 8.³⁰ - 12.⁰⁰ Vystoupení zahraničních účastníků v posluchárně T2
(Slovensko - Baník I., Rakovská M., Koubek V. et al., Beluš M.)
(Polsko - Elbanowska S., Tabaszewski K., Trzebuniak A., Miliskiewicz J.
Labuz P.)
(Německo - Brockmeyer J., Brockmeyer H. - workshop posl. T1)
- 12.⁰⁰ - 13.⁰⁰ oběd
- 13.⁰⁰ - 14.³⁰ vystoupení učitelů KDF MFF UK a KVOF
(Alexa R., Caletka A., Drozd Z., Houdek V., Mandíková D., Rojko M.,
Svoboda E., Svoboda M.)
- 14.³⁰ závěr semináře

Do programu osobních vystoupení byli zařazeni účastníci podle pořadí, ve kterém zaslali své příspěvky, včetně disket. Ostatní dodané příspěvky budou zařazeny na postery a zahrnuty do sborníku semináře.

Pozn.:

Ubytování mimopražských účastníků z 29.8. na 30.8.1996 kolej Budeč, Wenzigova 20 Praha 2

V nutných případech mohou účastníci požádat o ubytování již z 28.8. na 29.8.1996.

Zájemci to však musí sdělit obratem na adresu Dr. H. Švecové KDF MFF Ke Karlovu 3 121 16 Pha 2, nebo email.: SVECOVA@PLK.MFF.CUNI.CZ, nebo telefonicky 02/ 21 91 12 04 (po 6. zvonění záznamník).