

FYZIKA, VEDA EXPERIMENTÁLNA A EXAKTNÁ V KONTEXTE PRÍRODOVEDNEJ A TECHNOLOGICKEJ GRAMOTNOSTI

Rastislav Baník

FPV UMB Tajovského 40, Banská Bystrica

Abstrakt: *Aká je úloha vyučovania fyziky v živote súčasnej, vysoko technicky vyspelej spoločnosti? Prečo je fyzika potrebná pre všetkých a nielen pre budúcich prírodovedných a technických expertov? V čom spočíva dôležitosť obidvoch aspektov fyziky, experimentálneho i exaktného na všetkých druhoch a stupňoch škôl? Prečo sa na školách pomerne málo uplatňujú fyzikálne experimenty? Ako posilniť experimentálnu stránku vyučovania fyziky? Prečo je exaktnosť fyziky najčastejším kameňom úrazu? Prečo je fyzika u väčšiny žiakov považovaná za málo obľúbený učebný predmet? Čo by sa mohlo a malo urobiť pre zvýšenie efektívnosti vyučovania fyziky?*

Kľúčové slová: didaktika fyziky, názornosť vo vyučovaní, motivačné experimenty, problémové úlohy, power-point vo vyučovaní

1 Úvod

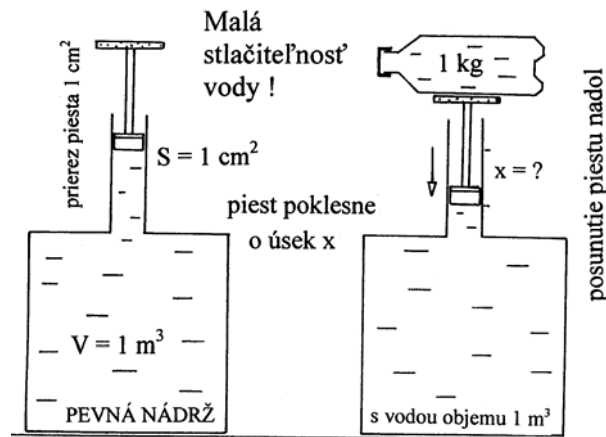
Je všeobecne známe, že dnešní žiaci nemajú príliš veľké nadšenie do hlbšieho štúdia fyziky. Je tu nevyhnutné urobiť určité korekčné ťahy, ktoré by zmenili neželateľný vzťah mládeže k tomuto predmetu. Pri školskej príprave žiakov najmä pre stredné školy technického zamerania, resp. neskôr i univerzity prírodovedného či technického smeru, je fyzika veľmi dôležitá. Fyzika je totiž nepostrádateľnou bázou celej techniky a všetkých technológií. Výsledky, ktoré sa dosahujú pri vyučovaní fyziky, nie sú potešujúce a nie sú adekvátne nášmu úsiliu a investovanému času. Zlý vzťah žiakov ku predmetu fyzika úzko korešponduje s jej obtiažnosťou a hĺbkou jej myšlienok. V dnešnej škole sa uplatňuje predovšetkým slovný a matematický štýl práce (chalk and talk physics – kriedová a slovná fyzika) a experimentálna stránka je dosť zanedbávaná. Vo vyučovaní fyziky musíme rozširovať praktické skúsenosti žiakov, najmä uplatňovaním mnohých zaujímavých, účelne realizovaných experimentov a meraní.

2 Dôležitá úloha názornosti vo vyučovaní fyziky

Riešením problémových úloh majú žiaci získavať schopnosti bojovať, sústrediť intenzívne úsilie a vedieť sledovať problém až do jeho optimálneho riešenia a nájdania uspokojujúcich výsledkov. Hlboké porozumenie určitej konkrétnej fyzikálnej situácie, diskutovanie o problémoch, uvažovanie, odôvodňovanie a argumentovanie, toto všetko je veľmi užitočné. Niekoľkými obrázkami (návrhmi posterov) si tu pripomenieme a priblížime príklady jednoduchých experimentov, ktoré by mali viesť žiakov k hlbšiemu záujmu o fyziku. (Príloha – power-pointová prezentácia). Podrobný rozbor experimentov by tu presahoval dovolený rozsah nášho príspevku.

Fyzika nie je len opisom prírody a správania sa prírodných objektov prostredníctvom slov bežnej reči a prostredníctvom špeciálnych fyzikálnych pojmov. Fyzika, to je aj matematické spracovanie veličín, ktoré sa získavajú pozorovaniami a experimentálnymi laboratórnymi meraniami. Pri riešení problémov, pri hlbšom chápaní mnohých fyzikálnych problémov musia byť používané aj matematické metódy, tieto umožňujú aj predikciu nových prírodných javov.

Napriek všeobecne uznávanej dôslednosti a presnosti matematiky, musí byť výsledok riešenia vždy podrobený starostlivému fyzikálnemu vyhodnoteniu, vyhodnoteniu očami fyzika. Fyzika nijako nemôže byť zredukovaná len na akúsi jednu z disciplín matematiky. Pri bežnom zmiešavaní kuchynskej soli a snehu nemôžeme použiť kalorimetrickú rovnicu. Je to mraziaca zmes, pri vhodnom pomere týchto látok (1 : 3) docielime teplotu až -21 stupňov Celzia, hoci jednotlivé zložky zmesi majú vyššiu teplotu, napr. $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

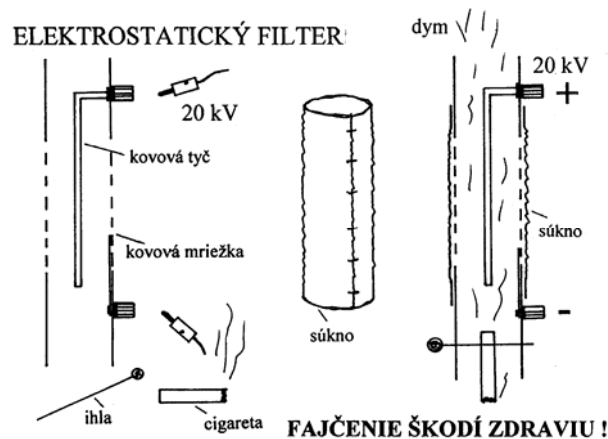


Obr. 1 Experiment poukazujúci na malú stlačiteľnosť vody ... ($x = 50\text{ cm}$).

Veľkú cenu majú pre žiakov najmä poučné experimentálne úlohy s motivačným, podnecujúcim nábojom. Ich riešenie im dáva schopnosť hlbšieho pohľadu (vhľadu) do útrov fyziky. Pomáha im to k schopnosti prekonávať prekážky aj pri presnom, matematickom rozbere fyzikálnych a technologických problémov. Samotné realizovanie uvádzaných experimentálnych úloh môže byť veľmi užitočné, no viac úžitku prináša príslušné fyzikálne uvažovanie a hľadanie riešenia. Úplné riešenie vedie žiakov k hlbšiemu porozumeniu zákonov fyziky. Realizovaním zaujímavých experimentov a meraní môžu byť fyzikálne zákony (vyjadrované väčšinou v matematickej podobe) lepšie pochopené a internalizované – môžu teda hlbšie vnikať do pamäti žiakov.

Fyziku musíme urobiť zaujímavejšou pomocou viacerých podnetných a motivačných experimentov. Je mnoho jednoduchých experimentov, ktoré si môže dovoliť každá škola i bez drahého materiálneho vybavenia. Dnešná školská fyzika musí byť schopná pripraviť žiakov pre budúci život, ktorý bude viac a viac technicky rozvinutý. Budúce technologické postupy uplatnia mnohé fyzikálne javy, ktoré dnes ešte ani nie sú známe. Nie suma faktografických poznatkov ale spôsob fyzikálneho myslenia je tu najdôležitejší. Pre blízku budúcnosť môžeme počítať s hojnosťou kvalitných, dômyselných počítačov, ale spôsoby pružného fyzikálneho myslenia budúcich technikov, inžinierov a výskumníkov, tie musíme v nich vytvárať a pestovať už teraz. Títo musia byť schopní pochopiť činnosť a pracovať s prístrojmi budúcich výrobných liniek a výskumných ústavov. Rýchly pokrok prírodovedy a rýchle uplatňovanie nových technológií vyžadujú ustavičné zmeny v predmete fyzika. Učitelia fyziky teda nikdy nesmú ustrnúť, musia ustavične modifikovať svoje vedomosti, svoje prístupy a spôsoby učenia.

Nemali by sme uvažovať len o požadovaní ďalších vyučovacích hodín, o zriaďovaní ďalších učebných kurzov a o zavádzaní ďalších skúšok. Musíme skôr hľadať lepšie a efektívnejší spôsob výučby. Ďalej musíme vybaviť školy spoľahlivými učebnými pomôckami určenými k optimálnemu experimentovaniu, ďalej školy potrebujú dômyselné didaktické príručky.



Obr. 2 Zaujímavý, poučný a výchovný experiment - protifajčiarska kampaň.

3 Môžu nám tu pomôcť zmyslu-plné postery a power-pointové prezentácie?

Hoci je samotné realizovanie experimentov to najdôležitejšie, zamyslime sa aj nad spôsobom predkladania problémových experimentálnych úloh žiakom. Ďalej uvažujme tiež nad rozborom danej fyzikálnej problematiky. Pôsobivé experimentálne úlohy môžu byť prezentované uplatňovaním posterov, videoklipov, power-pointových resp. i iných počítačových programov. Postery určené pre priame použitie, to je ten najjednoduchší spôsob. Experimenty oživujú vyučovací proces, realizujú nepostrádateľnú tesnú väzbu medzi teóriou a praxou. Experimenty v škole pripomínajú a zdôrazňujú experimentálne črty základnej fyziky a jej výskumov. Experimenty spojené s meraním nám zdôrazňujú kvantitatívny a exaktný charakter tejto prírodovednej disciplíny. Dobre pripravené prezentačné materiály značne uľahčia náš zámer.

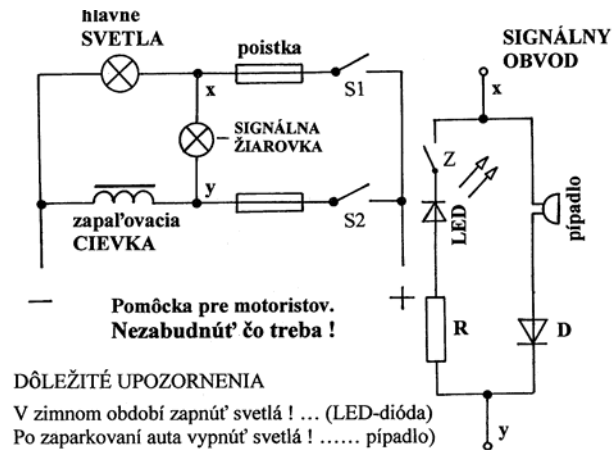
Hlavné ťažisko nášho pôsobenia na žiakov a zároveň i na učiteľov, by malo byť založené najmä na ustavičnom (a v pravý čas zaistovanom) zásobovaní škôl vhodnými didaktickými materiálmi, doplnkovými učebnými textami pripravovanými pre priame použitie na vyučovacích hodinách (resp. pre mimovyučovacie pôsobenie). Najmä postery sú tu cenovo dostupné, no veľmi dôležité.

Postery môžu prinášať návrhy experimentálnych úloh, inštrukcie k experimentovaniu, stručné vysvetľovania a vodítka – metodické rady realizovaniu experimentov.

Pripomenú im zostavenie a priebeh určitých fyzikálnych experimentov. Zmysluplné fyzikálne postery a nástenky by mohli hrať efektívnu úlohu v rámci prírodovedného a technologického vzdelávania. Tieto by mohli byť významným príspevkom k zlepšeniu fyzikálneho myslenia žiakov. Mnohí učelia uznávajú túto prednosť posterov a pravidelne pripravujú pôsobivé materiály. Vzdelávacie postery, pravidelne obnovujú a aktualizujú takéto nástenné materiály. Iná a početnejšia je skupina učiteľov, ktorí by ocenili občasné obdržanie zásielky hotových nástenkových materiálov. Nemôžeme očakávať, že každý učiteľ bude so zápalom vytvárať a zháňať nástenkové materiály, hoci pritom verí v ich prospešnosť.

Takéto postery, námety fyzikálnych experimentov, môžu byť užitočné nielen pre žiakov ale aj pre učiteľov. Učelia môžu byť takto v krátkosti, stručne upozornení a podnietení k realizovaniu niektorých nových alebo i klasických experimentov. Môžu tam byť určité symbolické poznámky a drobné impulzy, ktoré sú mnohokrát postačujúce pre žiakov i učiteľov.

Školy by mali byť zámerne vybavované dobrými dômyselnými posterami. Bola by tu užitočná centralizovaná distribúcia takýchto učebných materiálov celoštátne alebo podľa určitých regiónov.



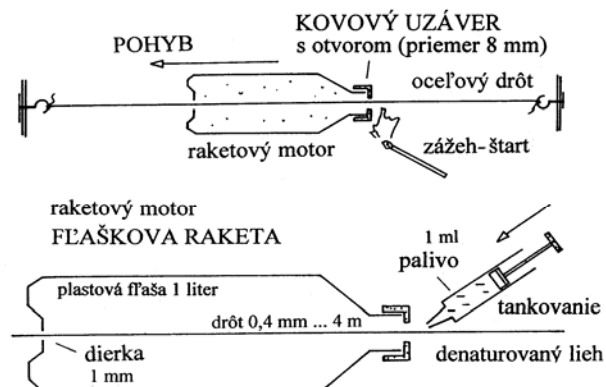
Obr. 3 Zaujímavá a užitočná aplikácia základných poznatkov elektriny a magnetizmu.

Postery vynikajúcej kvality by mali byť pripravované a koordinované skúsenými učiteľmi a expertami v oblasti didaktiky, ide tu o nástroje efektívneho fyzikálneho vzdelávania. Postery by mali byť svojím obsahom a štýlom adresované priamo žiakom. Je samozrejmé, že každý učiteľ si ich pred vystavením, pred vyvesením na chodbu najprv sám dobre prezrie. Učiteľ musí byť pripravený na všetky návazné otázky žiakov. Takéto otázky majú byť očakávané a vítané, toto je jeden zo zmyslov uplatňovania fyzikálnych posterov. Veľká pozornosť tu musí byť venovaná obrazovému vyjadreniu fyzikálnych myšlienok. Fyzikálnym obsahom posterov môžu byť rôzne fyzikálne úkazy a bližšie vysvetľovanie ich zmyslu. Musí to byť niečo principiálne významné a užitočné pre prírodovedné vzdelávanie a lepší rozhľad žiakov. Obrazy na posteroch majú byť priliehavo a správne titulkované, prirodzene triezvym spôsobom (veľkosťou písma, farbou i hustotou), obrazy by nemali byť "pretitulované". Kresby fyzikálnych experimentov, problémových experimentálnych úloh, ilustrácií experimentov, domácich fyzikálnych experimentov (ktoré musia byť obzvlášť bezpečné), myslených experimentov, atď.

Postery by mali približovať optimálne tvary fyzikálnych vzorcov a ich ľahšie prijateľné vysvetľovanie. Vysvetľovanie zákonov a ich matematických formulácií môže pritom prebiehať v niekoľkých úrovniach hĺbky a obtiažnosti. Postery sa majú venovať najmä fyzikálnym úlohám rozvíjajúcim hlbšie fyzikálne myslenie, mnohé sú pritom spojené aj s matematickými výpočtami. Postery majú približovať nové partie fyziky, nové fyzikálne úkazy a nové technologické uplatňovanie fyzikálnych javov.

4 Niekoľko ukázkových experimentov

Experiment 1 ... Zaujímavý raketový motor - Fľašková raketa

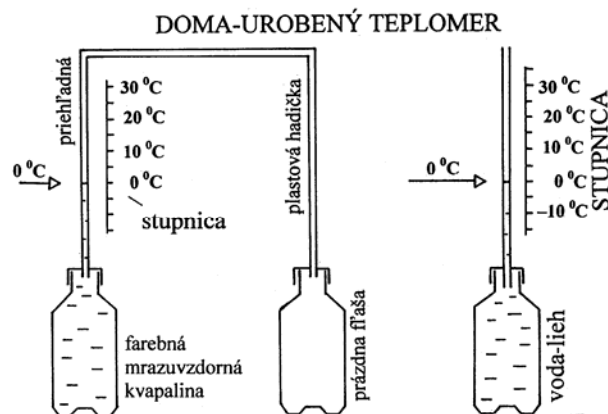


Obr. 4 Názorná ukážka reaktívneho pohonu ... rakiet a lietadiel.

Vo vodorovnom smere je napnutý oceľový drôt, tento prechádza cez plastovú fľašu. Fľaša má na dne maličký otvor a druhý - väčší otvor je v uzávere fľaše, je vhodné, keď je tento uzáver kovový, pretože pri experimente sa tam vytvára vyššia teplota, ktorá spôsobuje mäknutie uzáveru a zarezávanie drôtu do uzáveru.

Injekčnou striekačkou naberieme asi 1 ml denaturovaného liehu a vstrikneme ho do fľaše cez otvor v jej uzávere. Potom priložíme k tomuto otvoru horiacu zápalku. Po vznietení zmesi vzduchu a liehu sa odohrá vzrušujúca časť zaujímavého experimentu, fľašková raketa prudko vyrazí po napnutom drôte. Z otvoru v uzávere unikajú horúce plyny, produkty horenia a reaktívnym pôsobením žnú fľašu opačným smerom. Pred novým opakovaním experimentu je treba počkať aspoň 10 minút na ochladenie a fľaša musí byť dostatočne vyvetraná, pred opakovaním experimentu musí byť v nej opäť čerstvý vzduch bez zvyškov predchádzajúceho horenia.

Experiment vyžaduje zvýšenú opatrnosť vzhľadom na manipulovanie s horľavinou, s denaturovaným liehom a so zápalkami. Používať len malé množstvo denaturovaného liehu - 1 ml. Uzatvorenú nádobu so zásobou liehu vždy spoľahlivo odkladať na bezpečné miesto. Aj pri dodržaní uvedených pokynov môže takýto experiment predvádzať demonštračným spôsobom len učiteľ. Žiaci by pritom nemali byť v bezprostrednej blízkosti. Experiment je veľmi pôsobivý a citelným spôsobom prispieje k uvedomeniu si princípov reaktívneho pohonu rakiet a prúdových lietadiel [1].



Obr. 5 Najjednoduchší teplomer - Made in Doma !

Experiment 2 ... Teplomer Made in Doma

Jednoduchý a pomerne dobrý teplomer si môže žiak zhotoviť i sám doma. Stačí, keď mu celý postup zreteľne naznačíme. Pritom si lepšie uvedomí a osvojí mnohé dôležité fyzikálne pojmy a zákony. Jeho teplomer môže byť i z praktického hľadiska veľmi užitočný. Podľa neho si bude môcť zvoliť vhodné oblečenie pred cestou do školy, či do obchodu.

K zhotoveniu teplomera nám stačí plastická alebo sklenená fľaša, uzáver s priechodkou na pripojenie priehľadnej plastickej hadičky a nejaká platnička na upevnenie stupnice. Pôsobiacou kvapalinou môže byť voda s primiešaným liehom, rastlinný olej, a pod. Ciachovanie stupnice je vhodné začať referenčným bodom 0 stupňov Celzia. Referenčný bod môžeme realizovať zmesou vody a ľadu. Takýto teplomer má rovnomerné delenie stupnice. Teplomer vďaka pomerne hrubej trubičke a veľkému objemu fľaše, napr. 1 liter potom poskytuje zreteľne viditeľné údaje pozorovateľné i z pomerne veľkej vzdialenosti. Veľký objem účinnej kvapaliny nám umožňuje výrazné - veľmi veľké zmeny výšky farebne pôsobivého kvapalinového stĺpca v priehľadnej plastickej trubičke. Plastová fľaša je menej nebezpečná a menej zraniteľná, sklenená zase poskytuje zodpovednejšie merania.

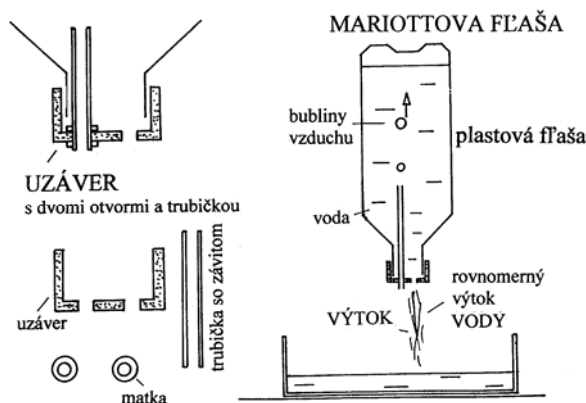
Sklená fľaša má stabilnejší tvar a objem. Experiment objasňuje tepelnú rozťažnosť kvapalín a poukazuje na jeden z najčastejších konštrukčných princípov dnešných teplomerov.

V dokonalejšej verzii nášho teplomera je horná časť plastovej trubičky spojená s prázdnu plastovou fľašou. Takto nám nehrozí odparovanie teplomernej kvapaliny, napr. potravinárskou farbou prifarbeného vodného roztoku liehu.

V bežnom teplomeri je spravidla len malý objem pôsobiacej kvapaliny a tak jeho trubička (kapilára) musí mať len veľmi malý prierez. Aby sa potom dala výška stĺpca pohodlnejšie odčítavať je treba špeciálne tvarovanie trubičky. Hrana, ktorá je na trubičke zámerné vytvorená, optickým spôsobom zdanlivo rozširuje stĺpec prifarbenej teplomernej kvapaliny.

Experiment 3 ... Mariottova fľaša

Existuje veľa rozmanitých verzii Mariottovej fľaše, ktorej účelom je zaisťovať rovnomerný výtok vody (resp. inej kvapaliny), a to bez ohľadu na to koľko vody je ešte v nádobe. Akým mechanizmom je to zaistené v našom prípade? Tam, kde je vyústenie trubičky uzáveru, v tomto mieste je tlak vody rovný atmosférickému tlaku. Výtoková rýchlosť vody je teda určená v zhode s Torricelliho vzorcom len tým stĺpcom vody, ktorý je medzi otvorom v zátku a horným ústím trubičky ... $v = \sqrt{2gh}$



Obr. 6 Mariottova fľaša - zaistenie rovnomerného výtoku vody.

Meraním možno určiť prietok vody a tak overovať rovnomernosť výtoku. Potrebujeme k tomu stopky a malý odmerný valec. Odmerným valcom zachytíme a teda i meriame napr. objem vody vytečenej za dobu 5 s.

Tlak vzduchu v hornej časti prevrátenej fľaše je daný rozdielom atmosférického tlaku okolitého vzduchu a hydrostatického tlaku vodného stĺpca medzi horným otvorom trubičky a hladinou vody vo vnútri fľaše.

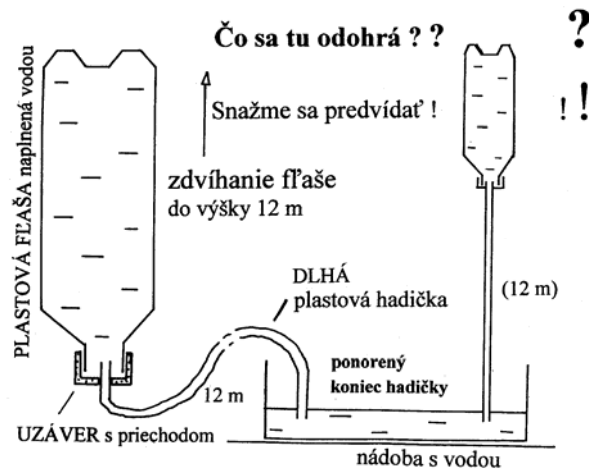
Experiment 4 ... Problémová úloha s fľašou

Plastová fľaša má uzáver s priechodkou pripojenou na 12 m dlhú ohybnú plastovú hadičku. Fľaša i hadička sú naplnené vodou. Druhý koniec hadičky je trvale ponorený do nádoby s vodou. Na začiatku je fľaša položená povedľa nádoby. Potom zdvíhame fľašu vyššie a vyššie až do výšky 12 m. (Experiment je vhodné realizovať niekde pri schodišti.)

Ide tu o problémovú úlohu, máme sa zamyslieť nad tým, čo sa tu odohrá pri dvíhaní fľaše ?

Podľa vzorca pre hydrostatický tlak by sme mohli vypočítať tlak vo fľaši $p = p_a - h g \rho$... pre výškový rozdiel 12 m by sme dostali záporný tlak, čo tu nie je možné. Keď si

pripomenieme Torricelliho experiment pochopíme, že atmosférický tlak vzduchu môže udržať v maximálnom prípade 10 m vysoký vodný stĺpec.



Obr. 7 Torricelliho experiment - voda namiesto ortuti.

Nad touto výškou by už mal byť tlak 0 Pa. ... teda ideálne vákuum. V skutočnosti je nad 10 m vysokým vodným stĺpcom v trubičke nasýtená vodná para a jej tlak je pomerne malý a závisí od teploty. Pri bežnej izbovej teplote 20 °C je to približne 2300 Pa. (Čo je veľmi malá hodnota v porovnaní s atmosférickým tlakom 101 325 Pa.) Ak tu používame tenkostennú plastovú fľašu zistíme, že bude veľmi stlačená tlakom atmosférického vzduchu. V jej vnútri bude veľmi nízky tlak zhruba 2300 Pa a zvonku pôsobí atmosférický tlak. Na kompenzácii síl sa potom prejaví aj vlastnosť pokrčeného materiálu fľaše.

Experiment 5 ... Kartézsky potápač – skúmavka s nitkou

Experiment s kartézskym potápačom je klasicky známy a bol už doporučovaný v najrozmanitejších verziách. Mnohé varianty experimentu poskytuje najmä uplatňovanie plastových fliaš. Pri stláčaní plastovej fľaše vidíme vnikanie ďalšej vody do vnútra skúmavky tým sa zvýši priemerná hustota skúmavky a táto klesá nadol. Po uvoľnení fľaše sa v dôsledku pružnosti vzduchu vytlačí časť vody zo skúmavky a táto opäť vystúpi nahor.

Mnohokrát bývajú problémy s počiatočným nastavovaním optimálneho množstva vody v skúmavke a s obnovovaním funkcie – po nežiaducom, či zámernom prevrátení fľaše.

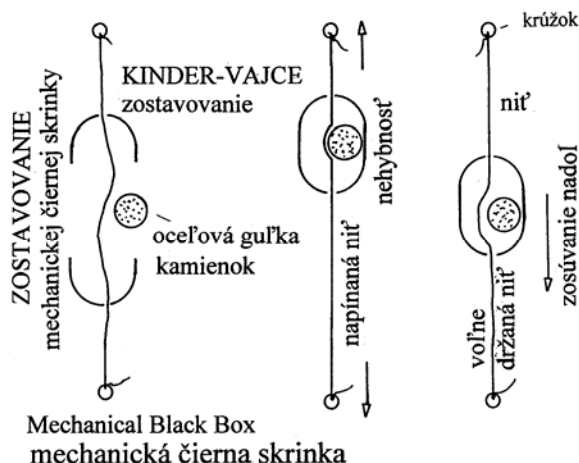


Obr. 8 Kartézsky potápač s hrubostennou skúmavkou na nitke.

Ak tu používame hrubostennú skúmavku odpadá pritom problém počiatočného nastavovania, prevrátenu skúmavku stačí jednoducho len spustiť do vody. Vďaka nitke, ktorá voľne spája uzáver plastovej fľaše so skúmavkou je veľmi zjednodušené obnovovanie funkcie kartézskeho potápača. Po zaplnení skúmavky vodou – pri nakláňaní fľaše – môže sa to stať pri zvedavom skúmaní žiakov alebo pri zlomyseľnom zásahu žiaka. Obnova funkcie je jednoduchá. Po uvoľnení uzáveru zdvíhame skúmavku prostredníctvom nitky a uvoľníme z nej vodu. potom spúšťame skúmavku späť do vody a (mokrú) niť povkladáme do hrdla fľaše a uzatvoríme, funkcia potápača sa tým obnoví. Nie je pritom potrebné vylievanie vody z fľaše.

Experiment 6 ... Mechanická čierna skrinka

Kinder-vajce s dvomi malými otvormi cez ktoré prechádza silónová niť. Niť má na koncoch krúžky – držadlá. Do dutiny kinder-vajca je vložená oceľová (sklenená, ...) guľka alebo oblý kameňok. Pri silnejšie napnutej nitke je kinder-vajce v nehybnej polohe, je fixované na nitke. Pri voľnejšom držaní nitky sa kinder-vajce zosúva po nitke nadol. Pri napätej nitke je trenie medzi nitkou a časťami kinder-vajca veľké. Pri uvoľnenej nitke je trenie malé, nitka prechádza do dolnej polohy. Je vhodné predvádzať tento formou čiernej skrinky.



Obr. 9 Mechanická čierna skrinka – kinder-vajce, nitka a kameňok.

Experiment 7 ... Presýpacie hodiny - voda namiesto piesku

Na tomto mieste si uvedieme experiment poukazujúci na základné vlastnosti kvapalín a plynov. Priblížime tu niektoré problémy historického vývoja merania dôležitej fyzikálnej veličiny, času. Máme pritom príležitosť doplniť vyučovanie i niekoľkými zaujímavými historkami spojenými s problematikou merania času.

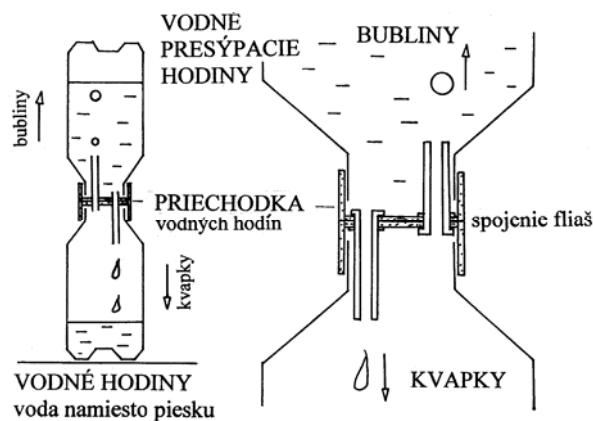
Predkladaný návrh sa týka zostrojenia jednoduchých a svojráznych presýpacích hodín, tieto používajú namiesto piesku vodu. Priechodka, spájajúca dvojicu plastových fliaš, musí byť dômyselne riešená tak, aby sa zohľadňovali vlastnosti kvapalín a plynov. V porovnaní s pieskovými môžu mať dlhodobý chod, interval jedného "presýpania" môže byť i viac než jedna hodina.

Presýpacie hodiny - je v tom trochu histórie a fyziky. Ľudia sa v dnešnej dobe obyčajne radi zabávajú s presýpacími hodinami. Je to dnes už nevšedná vec a tak trochu to dýcha i históriou, históriou merania času. Pred objavom kyvadlových hodín (Galileo Galilei 1610) sa na presnejšie meranie času s úspechom používali pieskové presýpacie hodiny. Aj Krištof Kolumbus meral pri svojej objaviteľskej plavbe 1492 čas presýpacími hodinami. Boli na to poverení dvaja najmladší členovia posádky jeho admirálskej lode Santa Maria, ustavične prevracali presýpacie hodiny a za každým prevrátaním urobili jednu čiarku na časomernej tabuľke. Je samozrejmé,

že samotné hodiny s pieskom nemohli byť veľmi presné. Najväčšia chyba merania spočívala v tom, že ich dlhodobjší chod bol založený na nespoľahlivom článku - na človeku. Niektorý z časomeračov sa mohol občas pozabudnúť, možno si i zdriemnuť a čiaračky potom "náležite dopĺňoval". Podľa časomernej tabuľky s čiaračkami usúdil Kolumbus, že sa dostali niekde k východnej časti Indie, čo by bolo uhlove zhruba 250 stupňov, no v skutočnosti sa smerom na Západ presunuli len o 70 stupňov a 40 minút.

Kvapaliny sa svojim správaním silne podobajú piesku, sú dokonale presýpacie. No urobiť presýpacie hodiny s vodou, nie je tak jednoduché, ako by sa na prvý pohľad mohlo zdať. Problém nám pritom robí vzduch ... ten sa totiž pri presúvaní vody nadol musí dostať (mať možnosť sa dostať) nahor, do nádoby hornej.

Pri pieskových hodinách to spravidla nie je problém, zvolí sa vhodný piesok v ktorom si vzduch pomedzi zrnká ľahko nájde výstupnú cestičku. No nie je piesok ako piesok. Najjemnejší piesok Sahary, akého je tam dosť a dosť, sa na výrobu presýpacích hodín absolútne nehodí. Má veľmi malé, až prachové zrnká a (snáď to ani netreba spomenúť) je ich veľmi veľa, takže vzduch, ktorý by mal vystupovať nahor si len horko ťažko preráža cestu, takéto hodiny občas drhnú a často sa i úplne zablokujú. (Dnes asi nikoho netrápi, že saharský piesok sa nehodí na výrobu presýpacích hodín, bohužiaľ sa nehodí ani na stavebné účely.)

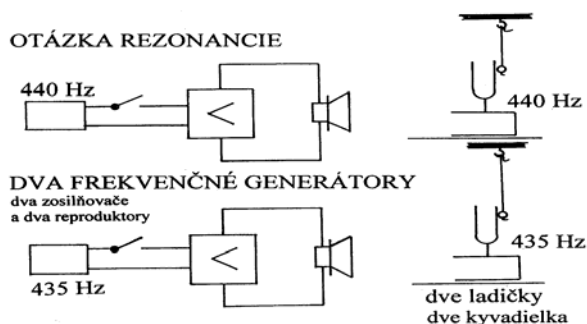


Obr. 10 Presýpacie hodiny s vodou namiesto piesku - dve plastové fľaše a priechodka (priechodka - spojovací článok dvoch fliaš – dva uzávery, dve trubičky a matky).

Urobme si presýpacie hodiny, ktoré by používali namiesto piesku vodu ! Vezme dve vhodné uzávery bežných plastových fliaš. V každom vyvrtáme dva vhodné veľké otvory priemeru napr. 4 mm tak, aby sa polohami vzájomne zhodovali pri priložení ich horných častí. Uzávery priložíme k sebe hornými plochami a spolu ich vodotesne spojíme mosadznými skrutkami priemeru 4 mm a dĺžky 1,5 cm cez ktoré sú prevŕtané dierky priemeru napr. 2 mm.

Skrutky orientujeme opačnými smermi, hlavička jednej mieri nahor a druhej nadol. (Na vyčnievajúce konce skrutiek môžeme nastrčiť plastové hadičky – pri ich použití však nevidieť kvapkanie vody ani vystupujúce bubliny vzduchu.) Dvojicu spojených uzáverov s prevŕtanými skrutkami (resp. s nastoknutými hadičkami), naskrutkujeme na plastovú fľašu s pevnejšími stenami a so širšou základňou, naplnenú neškodnou kvapalinou (vodou, prifarbenou vodou, jedlým olejom, glycerínom, a i.). Potom do horného uzáveru naskrutkujeme takú istú, lenže prázdnu plastovú fľašu. Po prevrátení takejto zostavy dvoch fliaš sa voda z hornej fľaše presúva do dolnej fľaše a po preliatí všetkej vody môžeme proces znova a znova opakovať. Zostavu uzáverov môžeme použiť pre rôzne tvary a objemy fliaš. Je tu potrebné používať fľaše s tvrdšími stenami, pri použití mäkkých fliaš je nežiaducim javom ich

deformovanie spôsobené účinkom atmosférického tlaku (vo vnútri hornej fľaše sa vytvára podtlak.). Najlepšie sú tu pevnostenné tzv. vratné fľaše. Je zaujímavé pozorovať pritom vplyv voľby prelievanej kvapaliny. Pôsobivé je použitie glycerínu alebo rastlinného oleja, preliatie fliaš objemu 0,3 l môže trvať i viac ako jednu hodinu. Doplňujúca poznámka: Najobtiažnejšou časťou realizácie vodných hodín je prevrtanie uzáverov a najmä mosadzných skrutiek. Provizorné riešenie by mohlo byť založené na použití dvoch kovových alebo plastových trubičiek. Uplatnilo by sa pritom lepenie (alebo spojenie uzáverov tenkými – 3 mm skrutkami) a vytmelenie priechodov, ktoré majú byť vodotesné. Dbáme o to, aby pritom nedošlo ku zraneniu, požiadame radšej o pomoc niekoho, kto je technicky lepšie vybavený a technicky zdatnejší a zručnejší. (žiaci nech sa obrátia o pomoc na učiteľa alebo na rodičov). Trubičky musia cez uzávery prechádzať tak, aby tieto uzávery po naskrutkovaní fliaš dobre tesnili, skrutky s otvormi nesmú pritom nijako prekážať dobrému utesneniu.



Obr. 11 Zaujímavosti rezonančných javov - dve ladičky a dva oscilátory.

Záver

Tento príspevok je snahou o konkretizovanie návrhov na zlepšenie vyučovania fyziky:

- ... plnším uplatňovaním obrazových materiálov s menej obsiahlymi (len doplnkovými) textami, ide o postery, edukatívne plagáty, power-pointy a pod.
- ... jednoduchými (ale podnetnými) fyzikálnymi experimentami a interaktívnymi výstavkami experimentov
- ... didaktickou modifikáciou fyzikálnych vzorcov, zdôrazňovaním porozumenia vzorcom a schopnostiam ich praktického uplatnenia
- ... namiesto ich učenia-sa naspamäť !
- ... príloha k príspevku: Power-pointová prezentácia – Jednoduché motivačné experimenty

Literatúra

- [1] POLÁK, Z.: Jednoduchý pokus jako aktivizující prvek ve vyučovací hodině fyziky, In.: Zborník DIDFYZ 16. - 19. OKTÓBRA 2002 Račková dolina Inovácia obsahu fyzikálneho vzdelávania.
- [2] BANIK,R.-BANIK,I.: Problémové fyzikálne experimenty a ich motivačné pôsobenie, Acta Universitas MB, Fyzika, Banská Bystrica 1999.

Adresa autora

Doc. RNDr. Rastislav Baník, PhD.
Fakulta prírodných vied UMB
Tajovského 40
974 01 Banská Bystrica
Email: banik@fpv.umb.sk