

EXPERIMENTÁLNE SKÚMANIE FYZIKÁLNYCH PROBLÉMOV V RÁMCI VOĽNOČASOVÝCH AKTIVÍT

Kireš Marián, SR

UPJŠ v Košiciach, Prírodovedecká fakulta, SR
Ústav fyzikálnych vied, Oddelenie didaktiky fyziky.

Resumé

V príspevku je na báze postavenia školských fyzikálnych experimentov v rámci fyzikálneho vzdelávania je zhodnotený význam voľnočasových aktivít zameraných na tvorivé riešenie netradičných experimentálnych problémov. Autori predstavujú systém práce s talentovanou mládežou pri zapojení sa do Turnaja mladých fyzikov. Stručne sú predstavené kľúčové myšlienky vzorového riešenia vybranej úlohy.

Abstract

Based on key role of the school physical experiments within the frame of physical education the importance of free time activities oriented on creative approach in problem solving is evaluated. Author introduces the working system for gifted children during Young Physicist Tournament participation. In brief, the main ideas of selected problem solving are presented.

1 Experimentálne skúmanie fyzikálnych javov

Obrovskou devízou fyzikálneho vzdelávania je prirodzená túžba študentov po experimentálnom poznávaní. Hravosť, snaha o ovládnutie, pochopenie, vlastný vplyv na pozorovaný jav, sú črtami prístupu študentov k riešeniu problémov, s ktorými sa majú možnosť stretnúť. Z pohľadu didaktiky fyziky je možné drvivú väčšinu poznatkov zaradených do obsahu fyzikálneho vzdelávania na gymnáziu, spoznať cez praktické aktivity s využitím školských experimentov.

Pri aktívnom poznávaní riešením experimentálnych úloh má študent získať zručnosti ako napr.: porozumieť zadaniu problému, vytýčiť známe informácie, redefinovať problém, formulovať pracovné hypotézy, vyhľadať súvisiace informácie, navrhnúť metódu merania, zostaviť meraciu aparatúru, spracovať a vyhodnotiť namerané údaje, formulovať závery, navrhnúť spresnenie merania, prezentovať získané výsledky.

2 Realita školského experimentovania

Experimentálny prístup k riešeniu problémov ako vo vede tak aj v podmienkach školského vzdelávania kladie nároky na technické vybavenie. V podmienkach škôl je realita školského vybavenia častokrát veľmi vzdialená od požadovanej úrovne, ktorá by umožňovala aktívny prístup k vzdelávaniu založenému na experimentálnom riešení problémov. Vybavenie kabinetov fyziky je v prevažnej miere orientované skôr na školské demonštračné experimenty slúžiace pri výklade učiva učiteľom. Z pohľadu študenta ide o síce názorný a atraktívny avšak pasívny prístup k poznávaniu. S postupne dosluhujúcim technickým vybavením je okrem záberu experimentov znižovaná aj presnosť a jednoznačnosť ich prevedenia.

Vzhľadom na neustále rastúcu dostupnosť informácií a spôsoby ich medializácie sa najmä u talentovanej mládeže stretávame s klesajúcim záujmom o školské experimenty, ktoré sú súčasťou štandardného vzdelávacieho obsahu. Zvýšené nároky na originalnosť, prekvapivý priebeh alebo výsledok experimentu, previazanosť s praktickou aplikáciou sú kritériami selektívnosti. Študenti preferujú experimenty typu vedecká show, ktorých následným skúmaním a vlastnou realizáciou môžu hlbšie pochopiť častokrát aj náročnejší fyzikálny jav.

3 Riešenie fyzikálnych problémov v rámci voľnočasových aktivít

Riešenie originálnych problémov, bez predom zadaných postupov, známych výsledkov, či metodických návodov je činnosť časovo a odborne veľmi náročná. Jej kladné stránky sú však silným argumentom pre zaradenie riešenia spomínaných problémov v rámci voľnočasových aktivít pri práci s talentovanou mládežou. Práca s menšou skupinou, vnútorne motivovaných a zanietených študentov, prinášajúcich vlastné nápady a originálne postupy je naplno realizovateľná pri riešení úloh Turnaja mladých fyzikov (ďalej TMF).

4 Turnaj mladých fyzikov - vedecké skúmanie netradičných problémov

TMF je súťažou družstiev stredoškolských žiakov v riešení 17 experimentálnych fyzikálnych úloh [1]. Do súťaže sa prihlasujú spravidla päťčlenné družstvá študentov stredných škôl, ktorých prípravu vedie vedúci družstva, spravidla učiteľ fyziky. Súťaž prebieha formou vedeckej diskusie vo fyzikálnych súbojoch tzv. fyzbojoch. Fyzboje prebiehajú medzi družstvami v etapách tak, že každé družstvo zaujme v každej etape jedno z postavení: referent, oponent, recenzent, pozorovateľ. Každé družstvo sa cyklicky vystrieda vo všetkých pozíciách. Úlohy súťažiacich sú v jednotlivých pozíciách nasledovné [2]:

- a) Referent predkladá podstatné fakty k riešeniu úlohy, zameriava sa na základné fyzikálne údaje. Svoje vystúpenie dopĺňa vopred pripravenými materiálmi. Jeho úlohou je podať vyčerpávajúce riešenie určeného problému.
- b) Oponent vyjadruje svoj názor na prezentované riešenie, na základné myšlienky, použité metódy a výsledky získané referentom. Vo svojom hodnotení oponent nielen kriticky poukáže na chyby, nejasnosti a nedostatky v riešení, ale pozornosť venuje aj kladom riešenia referenta.
- c) Recenzent zhodnotí, akým spôsobom zvládli svoje úlohy referent a oponent. Nepredkladá nové fakty k riešeniu, ale sústreďí sa na už prezentované.

Dôraz je potrebné venovať vystihnutiu podstaty javu, komplexnosti jeho skúmania v duchu zadania, jednoznačnosti výsledkov, teoretickému modelu skúmaného deja, súladu teórie a praxe, kvalitnej dokumentácii riešenia, presvedčivej prezentácii a správnym reakciám na pripomienky a komentáre ako členov súťažných družstiev tak aj členov poroty.

5 Príprava študentov v rámci TMF

Školské vzdelávanie zatiaľ nedokáže pripraviť študentov na komplexné zvládnutie riešenia a prezentovania úloh, podľa požiadaviek TMF. Nevyhnutná je preto systematická, celoročná, cieľavedomá práca podľa logicky usporiadaných krokov a v duchu odporúčaných zásad [3]. Na základe našich niekoľkoročných skúseností s prípravou a účasťou družstiev na celoštátnych kolách TMF môžeme klasifikovať základné oblasti zručností, na ktoré sa v rámci prípravy u študentov zameriavame:

- komplexné chápanie zadania úlohy – čítanie s porozumením, objasnenie významu pojmov, definovanie stanoveného prístupu,
- prepojenie na súvisiace fyzikálne problémy – vytýčenie a teoretické štúdium súvisiacich fyzikálnych pojmov a javov, ich pochopenie a väzbu na riešený problém,
- navrhnutie prvotnej aparatury – konštrukciu jednoduchej aparatury na demonštráciu javu, oboznámenie sa s jeho priebehom, návrh meracej aparatury,
- prvotnú demonštráciu javu – sledovanie javu pri rôznych podmienkach, hľadanie príčinných súvislostí, tvorbu hypotéz,
- zaznamenanie výsledkov meraní – spracovanie nameraných údajov, ich analýzu, konfrontáciu so zadaním úlohy,
- ozrejmenie fyzikálnej podstaty javu – špecifikáciu fyzikálneho odôvodnenie, prípravu argumentov k obhajobe, štúdium teoretických poznatkov,

- tvorbu teoretického modelu – návrh a tvorbu teoretického opisu experimentálneho javu, modelovanie priebehu, počítačové modelovanie, porovnanie s reálnym dejom,
- vylepšenie meracej aparatury – spresnenie meraní, zväčšenie rozsahu meraných veličín, realizáciu nových meraní pri zmenených podmienkach,
- spresnenie výsledkov meraní – kompletizáciu všetkých nameraných údajov, tvorbu prehľadových grafov, sumárnych tabuliek,
- video a foto dokumentácia k meraniu – pracovnú a finálnu dokumentáciu realizovaných meraní, počítačových animácií, simulácií,
- tvorbu prezentácie k obhajobe, oponentúre, recenzii – spracovanie multimediálnej nelineárnej prezentácie, kontrolu funkčnosti, graficky jednotné prostredie,
- nácvik prezentovania a diskusie s oponentom – dodržanie časového priestoru, vystihnutie podstaty, presvedčivosť podania, príprava na vedeckú diskusiu.

Skupinu zapojenú do riešenia úloh TMF tvoria 8-10 študenti, z ktorých sa v poslednej fáze prípravy zostaví reprezentačné družstvo. Systematická práca žiakov vyžaduje pravidelné stretnutia členov družstva minimálne raz v týždni aspoň na dve hodiny. Stretnutia sú realizované na pôde Prírodovedeckej fakulty, kde majú študenti k dispozícii laboratórium školských pokusov a počítačom podporované laboratórium ako aj prístup k internetu a k elektronickým databázam odborných časopisov.

6 Ukážka osnovy vzorového riešenia vybranej úlohy TMF

Zadanie úlohy

Keď zaschne kvapka kávy na hladkom povrchu, škvrna je zvyčajne výraznejšia na okrajoch kvapky. Vyšetrite príčiny tohto javu a preskúmajte parametre, ktoré ovplyvňujú charakteristiky škvرنy.

Ako sme pochopili úlohu

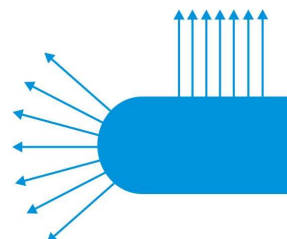
Môžeme skúmať rôzne drobné častice kávy (instantná, turecká, capuchino a pod.), rozpustené vo vode. Za hladný budeme považovať povrch, ktorého nerovnosti budú zanedbateľné vzhľadom na rozmery kvapiek (nebudú postrehnuteľné dotykom) a ktorý je buď vodou odpudivý (vosk) alebo zmáčavý (sklo). Skúmať budeme rôzne veľké kvapky, rôznu koncentráciu prímiesí, druh prímiesí, vplyv vonkajšej teploty na tvorbu okraja, typ povrchu ako i hrúbku okraja, rovnorodosť okraja, dobu odparenia, zmenu priemeru škvرنy voči priemeru kvapky, vplyv nerovnomernosti odparovania na typ okraja.

Fyzikálny princíp

Kvapka kávy predstavuje koloidný roztok kávy vo vode. Ak kvapneme kvapku kávy na hladký (vodou zmáčavý) povrch, v dôsledku pôsobenia povrchových síl a vo zvislom smere v dôsledku pôsobenia gravitácie, kvapka zaujme guľovitý, sploštený tvar, ktorý má väčšie zakrivenie pri okrajoch kvapky ako na jej vrchlíku.



Obr.1: a) Škvrna po odparení kávy,

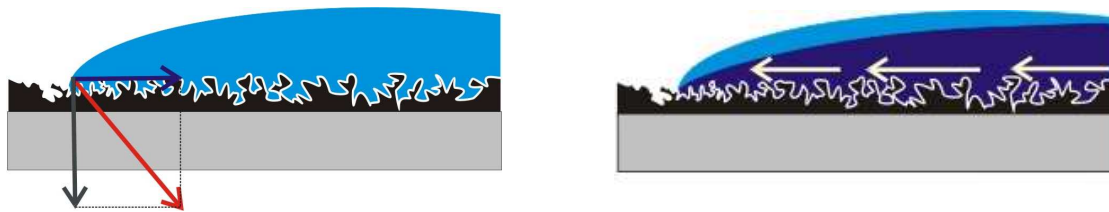


b) Vplyv zakrivenia na rýchlosť odparovania

Celý povrch kvapky predstavuje rozhranie medzi vodou a vzduchom. Na tomto rozhraní, pri danej teplote dochádza k odparovaniu vody. Pri odparovaní, molekuly vody opúšťajú kvapku a drobné zrnká kávy v nej ostávajú. Vzhľadom na rôzne zakrivenie povrchu kvapky, odparovanie nie je rovnomerné (Obr.1b). Voda sa rýchlejšie odparuje z povrchu

s väčším zakrivením (smerom k okraju kvapky), pretože v tejto časti sa nad povrchom dosahuje menší tlak vodných pár.

Odparovanie (aj keď nerovnomerné v závislosti na polomere zakrivenia) z celého povrchu kvapky by malo mať za následok, že vzniknutá škvrna bude menšia v porovnaní s pôvodnou kvapkou. Avšak sledovaním polohy okraja na mikroskope s videosnímaním, ako aj analýzou foto záberov z priebehu odparovania kvapiek, môžeme potvrdiť, že priemer škvorny sa nelíši od priemeru kvapky. Okraj kvapky zvierá s povrchom kontaktný uhol. Jeho veľkosť je určená veľkosťami povrchových síl na rozhraniach: voda - vzduch, voda - povrch, povrch - vzduch. Povrch kvapky na jej okraji je kolmý na výslednú silu. A z toho nám vyplýva, že ak sú v povrchu hoci len mikroskopické nerovnosti, okraj kvapky sa v nich zachytí (Obr.2a).



Obr.2 a) Prichytenie okraja kvapky k nerovnostiam povrchu v dôsledku pôsobenia medzimolekulových príťažlivých síl, b) Pohyb vody vnútri kvapky spôsobený nerovnomerným odparovaním.

Ak by sme v kvapke nastával iba efekt odparovania, po odparení vody by mala byť škvrna v strede najtmavšia, pretože kvapka má najväčšiu výšku vo svojom strede, a teda je v strede aj najväčšie množstvo zrní. Tento jav sme nepozorovali u žiadnej z kvapiek, t.j. po odparení má škvrna výrazný okraj, ale v strede je takmer čistá. Zhodný priemer škvorny a kvapky, ako aj ostrý okraj s prímiesami nás utvrdzujú v tom, že v kvapke musí prebiehať prúdenie kvapaliny počas odparovania (Obr. 2b). Prúdením sa k okraju kvapky donášajú zrnká kávy, tie sa usádzajú v jemných nerovnostiach povrchu, čím sa efekt uchytania okraja kvapky o podložku zosilňuje.

Predvedenie pokusu a opis aparatury

V laboratórnych kadičkách sme pripravili kvapaliny s rozpustenými pevnými časticami, (káva, čaj, kovové piliny, hlinené nečistoty) a do Petriho misiek sme kvapadlom uložili kvapky z týchto roztokov. Vytvárali sme kvapky rôznych veľkostí, s rôznym zakrivením okrajov a sledovali sme ich odparovanie pri izbovej teplote 21⁰C. Priebežný tvar škvorny ako aj jej výslednú podoby sme fotili digitálnym fotoaparátom, ale pozorovali sme ho aj optickým mikroskopom a zábery z priebehu odparovania sme snímali cez video objektív a nahrávali do počítača.

7 Záver

Riešenie netradičných, avšak v praxi vysoko využiteľných úloh prispieva k prehĺbovaniu pochopenia základných fyzikálnych princípov a k rozvíjaniu širokého spektra zručností študentov, ktoré budú schopní aplikovať do rôznorodých oblastí činností.

Pod'akovanie

Uvedený príspevok vznikol v rámci riešenia a s podporou projektov APVV LPP-0192-06 a APVV LPP-0131-06.

Literatúra

- [1] Kluiber, Z.: Turnaj mladých fyziků. MAFY, Hradec Králové 1996, 43 str.
- [2] Turnaj mladých fyziků Internet:<<http://www.tmfstr.sk>>
- [3] Kluiber, Z.: Tvůrčí náboj úloh Turnaje mladých fyziků. MAFY, Hradec Králové 2005, 149 str.