

## ROZVÍJANIE FYZIKÁLNEHO MYSLENIA ŠTUDENTOV EXPERIMENTÁLNYM RIEŠENÍM ÚLOH

Marián Kireš

**Abstrakt:** V príspevku sú analyzované základné možnosti využívania školských fyzikálnych experimentov pri rozvíjaní fyzikálneho myslenia študentov. Na konkrétnych ukážkach vybraných netradičných fyzikálnych experimentov sú prezentované metodické postupy zamerané na rozvíjanie kľúčových kompetencií nevyhnutných pre experimentálne skúmanie a pochopenie javov.

### Úvod

Pri praktickom zavádzaní kurikulárnej reformy do reálneho vzdelávacieho procesu medzi jednu z najzávažnejších zmien môžeme považovať potrebu orientovať prácu študentov na získavanie a rozvíjanie kompetencií. Nakoľko každú z kompetencií je možné rozvíjať na širokej škále vzdelávacieho obsahu, ten by už nemal zohrávať tak významnú úlohu, ako tomu bolo doteraz. Naskytá sa tak obrovská šanca, po ktorej všetci zainteresovaní už roky vzhľadom na preplnenosť učebných osnov volali. Dokážeme prispôbiť obsah vzdelávania tak, aby sme nepreťažovali študentov množstvom pojmov a faktov, ale naopak u nich upevnili základné vedomosti a vypestovali potrebné zručnosti potrebné pre aktívne vzdelávanie a každodennú prax? Iste je to úloha náročná a jej naplnenie nie je otázkou roka či dvoch, avšak pri kritickom obzretí sa musíme priznať, že súčasná a najmä nadchádzajúca epocha si vyžaduje kvalitatívne odlišné vedomosti a zručnosti, k akým sme viedli žiakov pred rokmi. V našej pedagogickej činnosti by sme sa mali zameriavať na:

- **aktívny prístup žiaka** k vzdelávaniu, kde žiak cíti vlastnú zodpovednosť za dosiahnuté vzdelávacie výsledky a je k ich dosiahovaniu patrične motivovaný,
- **okamžitú spätnú väzbu**, bezprostredne poukazujúcu na stav žiakovho porozumenia a podmieňujúcu následné vzdelávacie postupy,
- **konceptuálne chápanie problémov**, vytvárajúce reálne predpoklady pre budovanie systému navzájom prepojených poznatkov, ktoré žiak bude schopný aplikovať,
- **schopnosť využiť vedomosti v praxi**, pri riešení nových problémov, hľadaní alternatívnych postupov a riešení.

### Realita školského vzdelávania verzus akademický ideál

Náročnosť vytýčených úloh kurikulárnej reformy školského vzdelávania by bola iste ľahšie zvládnuteľná v prípade, ak by jej zavedeniu predchádzalo stotožnenie sa učiteľov s novými učebnými plánmi, tvorba nových učebníc, metodických materiálov a zaškolenie učiteľov na využívanie moderných vyučovacích metód a orientáciu vzdelávania na získavanie a rozvíjanie kľúčových kompetencií žiakov.

Učítelia, častokrát len s orientačnou predstavou ako pristupovať k napĺňaniu nových myšlienok a cieľov, sú bez učebníc a vzorových metodík ponechaní na vlastnú cestu objavovania a skúmania, vo svete už dávno objaveného. Rokmi používané postupy práce so žiakmi, prístup k vedeniu vzdelávacích aktivít, kde sú prevažne využívané ilustratívno-výkladová a heuristická metóda, vytvorili u učiteľov presvedčenie, že oni sú ústredným prvkom vzdelávacieho procesu. Bez intenzívneho a adresného vzdelávania širokej skupiny učiteľov zameraného na modernizáciu vzdelávacieho procesu a bez aktívneho nácviku moderných vyučovacích metód, dokážeme len veľmi ťažko zmeniť rokmi overené postupy a celkové chápanie vzdelávacieho procesu učiteľmi.

Jednou z priorít kurikulárnej transformácie je aj orientácia na aktívnu prácu žiakov. Najmä u fyziky, kde sa predpokladá objavovanie a skúmanie javov, získavanie širokej škály experimentálnych zručností, je krajne nepostačujúci pridelený rozsah vyučovacích hodín. Nakoľko delenie triedy počas hodín fyziky na skupiny ostalo len v rovine dobrovoľného rozhodnutia vedenia školy, častokrát je výučba vedená len s celou triedou.

Pre realizáciu školských fyzikálnych experimentov je potrebné pomerne širokospektrálne technické vybavenie, ktorého cena zodpovedá jeho parametrom. Z pohľadu aktívnej práce žiakov by však bolo ideálne mať rovnaké vybavenie pre niekoľko skupín súčasne. Väčšina škôl skôr udržiava a len minimálne inovuje už dávno presluhujúce vybavenie a množstvo nádherných ukážok, meraní, pozorovaní či skúmaní ostáva len v teoretickej rovine.

Našťastie sa na školách stále stretáme so zanietenými pedagógmi, ktorí majú chuť, odborné vedomosti a dokážu si nájsť priestor pre realizáciu tvorivého osvojovania nových poznatkov žiakmi. Práve kolegom, ktorí sa dokážu optimisticky dívať dopredu a cítia potrebu zmeny prístupu vo vzdelávaní, pokúsime sa priblížiť niekoľko vybraných úloh z Turnaja mladých fyzikov, ktorých riešením veríme, že je možné osloviť aj žiakov v rámci klasických vyučovacích hodín alebo laboratórnych cvičení.

### **Školský výskumný fyzikálny experiment**

Pod školským výskumným fyzikálnym experimentom budeme v ďalšom rozumieť vzdelávaciu aktivitu experimentálneho charakteru, v rámci ktorej študenti skúmajú zadaný problém na základe vlastných analýz, meracích metód a pomocou samostatne zostavenej aparatury. Cieľom je hľadať vlastnú cestu skúmania a ozrejmenia zadaného problému. Spracované riešenie študenti obhajujú vo vymedzenom časovom priestore, resp. oponujú riešenie rovnakého problému inou skupinou alebo recenzujú prezentovanie a oponovanie riešenia iných výskumných skupín.

Východiskovým bodom je atraktívne zadanie experimentálneho problému, ktoré predstavuje častokrát bežne pozorovaný jav, alebo dej, ktorý je možné pomerne jednoducho demonštrovať. Ako ukážku uvádzame niekoľko zadaní:

- Trubicu, otvorenú na oboch koncoch, upevníte zvisle. Plameňom vylúďte z trubice zvuk a vyšetrite tento jav.
- Zaveste zvisle pružinu a nechajte ju voľne padať. Vyšetrite charakteristiky jej pohybu počas voľného pádu.
- Umiestnite kvapku atramentu z guľôčkového pera na povrch vody. Kvapka sa začne pohybovať. Vysvetlite tento jav.
- Zostrojte galvanický článok použitím papierových vreckoviek ako membrány. Preštudujte a vysvetlite, ako závisí elektromotorická sila (napätie na prázdno) takejto batérie od času.

V úvodnej fáze riešenia experimentálnych úloh študenti analyzujú kľúčové pojmy a zamýšľajú sa nad významom zadania. V tejto fáze je potrebné definovať vlastný prístup k riešeniu úlohy.

Nasleduje prvotné pozorovanie javu, ktoré sa predvádza na spravidla improvizovanej zostave. Cieľom je jav pozorovať a spresniť predpokladané parametre, ktoré budú sledované. Študenti sú vedení k formulácií hypotéz, ktoré budú postupne experimentálne overovať.

Na základe definovania základných pojmov a javov pravdepodobne súvisiacich so skúmaným problémom nastáva fáza zhromažďovania teoretických poznatkov, štúdium informačných zdrojov, zostavovanie teoretického modelu daného javu.

Návrh experimentálnej aparatúry patrí medzi najobtiažnejšiu a častokrát pomerne časovo náročnú činnosť, ktorá je sprevádzaná viacerými zmenami a inováciami. V tejto fáze je dôležitou úlohou učiteľa nasmerovať a pomôcť študentom prekonať praktické problémy častokrát súvisiace s ich práve nie bohatou experimentálnou skúsenosťou.

Dôležitou súčasťou postupu práce sa ukazuje analýza prvotných výsledkov meraní, ktorá má potvrdiť alebo vyvrátiť správnosť definovaných prístupov a metód merania.

Na základe realizovanej série meraní, by študenti mali dokázať formulovať výklad fyzikálnej podstaty javu, na úrovni ich aktuálneho pochopenia.

Pokiaľ náročnosť zadania vzhľadom na úroveň vedomostí študentov dovoľuje, je vhodné pustiť sa do tvorby teoretického modelu.

Formulácia zadania úloh spravidla vyžaduje pomerne široký záber realizovaných meraní, ktoré študenti potrebujú kvalitne a komplexne zmapovať a pripraviť do vhodnej prezentačnej formy.

Nakoľko vytvorený systém prezentovania, oponovania a recenzovania vytvoreného riešenia úlohy má prísne pravidlá, je potrebné aby záverečná fáza prípravy študentov bola zameraná na nácvik vedeckej rozpravy.

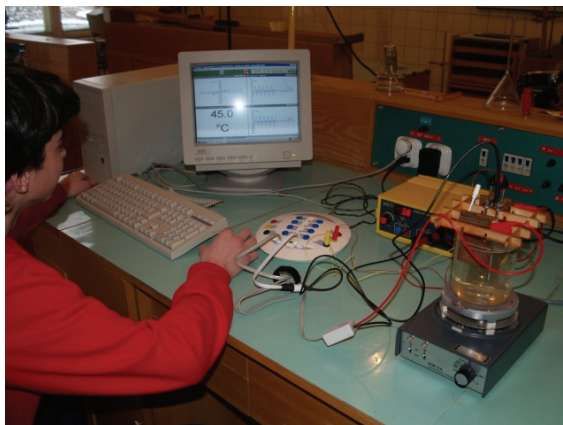
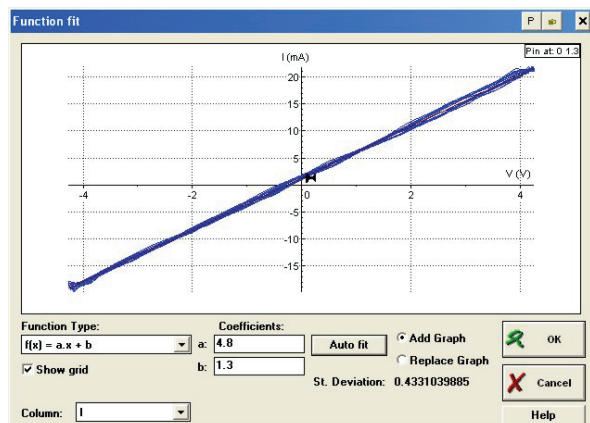
Riešenia úloh v rámci Turnaja mladých fyzikov je dlhodobý a časovo náročný proces. Avšak poznajúc komplexné riešenie experimentálnej úlohy, je možné vybrané úlohy implementovať do laboratórnych meraní alebo zakomponovať ich do sprístupňovania fyzikálnych poznatkov na klasických vyučovacích hodinách. Ponúkame niekoľko stručných osnov riešení zaujímavých problémov, ktoré nás v poslednom období oslovili.

## Ukážky výskumných fyzikálnych experimentov

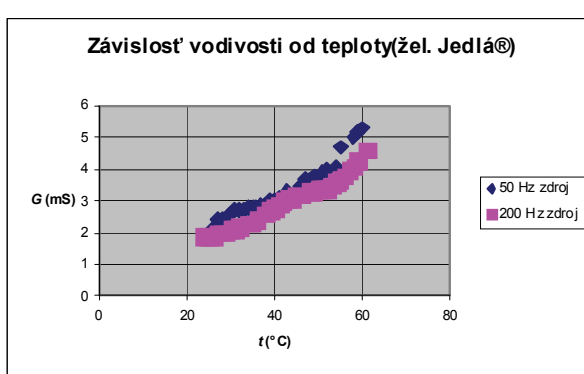
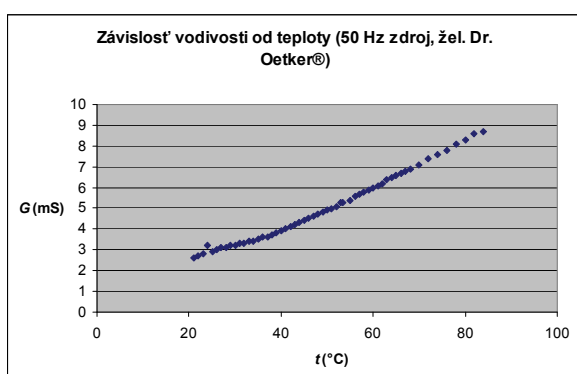
### Želatína

Zadanie: Horúci roztok želatíny pri chladnutí hustne. Vyšetrite elektrickú vodivosť želatíny v závislosti od teploty v priebehu hustnutia a vysvetlite získané výsledky.

- roztok želatíny vedie elektrický prúd, považujeme ho za elektrolyt,
- pre vyšetrenie vodivosti môžeme merať napr. voltampérovou metódou odpor elektrolytu a z neho určiť priebeh vodivosti pri chladení,
- vyšetrenie vodivosti máme realizovať na viacerých druhoch roztokov želatíny, pri rôznych podmienkach chladenia, od výrobcom udanej maximálnej teploty až po izbovú, pri ktorej je želatína tuhá,
- želatína sa získava z kolagénu, ktorý sa nachádza vo väzivovom tkanive (v kostiach, chrupkách, koži a šľachách), vyrába sa čiastočnou hydrolýzou fibrilárnej bielkoviny kolagén,
- voltampérová metóda merania elektrickej vodivosti spočíva v meraní napätia medzi elektródami a prúdu pretekajúceho elektrolytom, pričom smernica funkcie  $I = k \cdot U$  predstavuje elektrickú vodivosť,
- k meraniu použijeme valcovú sklenenú nádobu umiestnenú na magnetickej miešačke s elektrickým ohrevom,
- roztok želatíny pripravíme podľa návodu pre daný druh želatíny, udávaného výrobcom,
- elektródy napájame zdrojom striedavého napätia s premenlivou frekvenciou,
- napätie na elektródach a prúd prechádzajúci želatínou meriame pomocou sondy napätia a prúdu pripojenými cez prevodník CoachLab II k počítaču,
- realizované merania sú prezentované na grafoch uvedených na Obr. 1, 3, 4.



Obr. 1, 2: Závislosť prúdu na napätí a určenie smernice funkcie, Meranie vodivosti

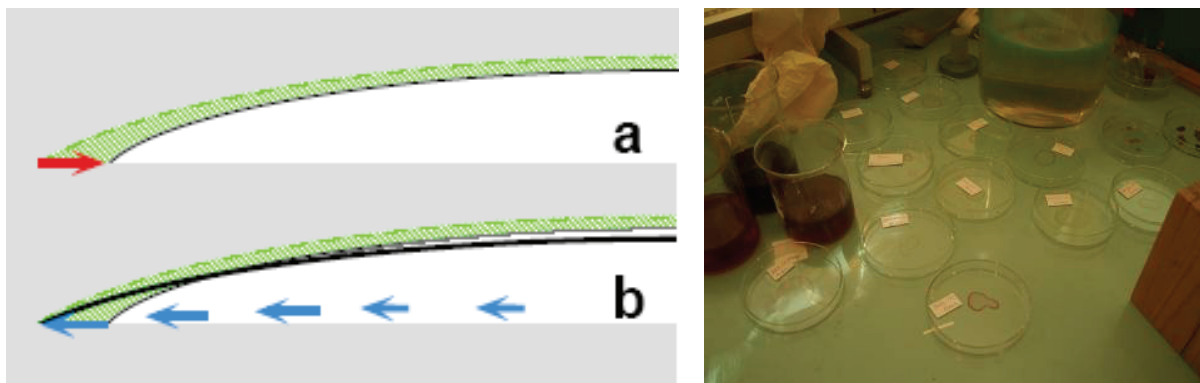


Obr. 3, 4: Závislosť vodivosti na teplote pre rôzne želatíny a podmienky merania.

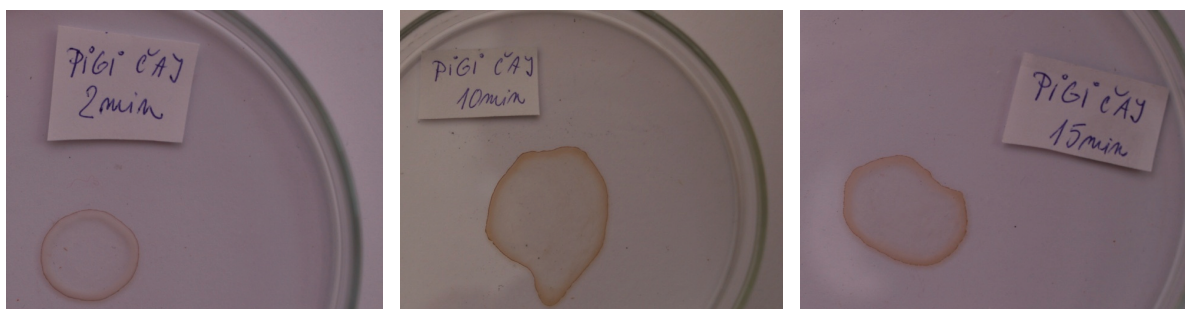
## Škvrna

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

- kvapka kávy predstavuje koloidný roztok kávy vo vode,
- ak uložíme kvapku kávy na hladký (vodou zmáčavý) povrch, v dôsledku pôsobenia povrchových síl, kvapka zaujme guľovitý, vo zvislom smere v dôsledku pôsobenia gravitácie, sploštený tvar,
- vzhľadom na rôzne zakrivenie povrchu kvapky, odparovanie nie je rovnomerné, voda sa rýchlejšie odparuje z povrchu s väčším zakrivením (smerom k okraju kvapky),
- odparovanie z celého povrchu kvapky by malo mať za následok, že vzniknutá škvrna bude menšia v porovnaní s pôvodnou kvapkou,
- sledovaním polohy okraja na mikroskope s videosnímaním ako aj analýzou foto záberov z priebehu odparovania kvapiek, môžeme potvrdiť, že sa priemer škvorny nelíši od priemeru kvapky, teda, okraj kvapky je zachytený na povrchu,
- ak by sme v kvapke nastával iba efekt odparovania, vzhľadom na najväčšiu výšku v strede kvapky, je v strede aj najväčšie množstvo zrní, po odparení vody by mala byť škvrna v strede najtmavšia, tento jav sme nepozorovali u žiadnej z kvapiek,
- po odparení má škvrna výrazný okraj, 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. 5),
- prúdením sa k okraju kvapky donášajú zrnká kávy, tie sa usádzajú v jemných nerovnostiach povrchu, čím sa efekt uchytienia okraja kvapky o podložku zosilňuje,



Obr. 5,6: Prúdenie roztoku v kvapke, Pozorovanie tvorby škvŕn.



Obr. 7: Pozorované okraje čajových škvŕn.

Zhrnutie:

- sploštený tvar kvapky spôsobuje rýchlejšie odparovanie vody smerom k okraju kvapky,
- výsledná povrchová sila na okraji kvapky spôsobuje zachytenie okraja kvapky na nerovnostiach povrchu, čím si škvŕna udržiava vonkajší rozmer,
- rýchlejší úbytok vody pri okraji kvapky ako v jej strede je nahrádzaný prúdením roztoku, čím sa zrnká kávy dostávajú smerom k okraju kvapky

### Ako experimentmi rozvíjame fyzikálne myslenie žiakov

Študenti sa pri výskumných experimentoch vedení k samostatnému analyzovaniu problému, vyhľadávaniu a triedeniu odborných informácií, samoštúdiu odbornej literatúry, tvorbe hypotéz, navrhovaniu experimentálnych aparátov, realizovaniu vlastných meraní, spracovaniu výsledkov merania, matematickému modelovaniu fyzikálnych dejov, realizovaniu počítačom podporovaných meraní, multimediálnemu spracovaniu riešenia úlohy, prezentovaniu a obhajobe vlastných riešení.

Komplexnosť záberu experimentálneho riešenia netradičných problémov rozvíja fyzikálne myslenie a širokú škálu praktických zručností študentov stredných škôl.

### Literatúra:

- [1] Kluiber, Z.: Tvůrčí náboj úloh Turnaje mladých fyziků. MAFY, Hradec Králové 2005,
- [2] Kluiber, Z.: Turnaj mladých fyziků. MAFY, Hradec Králové 1996,

### Adresa autora

RNDr. Marián Kireš, PhD.  
ODF ÚFV PF UPJŠ  
Angelinum 9  
041 54 Košice  
Email: marian.kires@upjs.sk