

Praktické projekty ve výuce fyziky

MIROSLAV JÍLEK

Gymnázium Polička

Příspěvek popisuje strukturu projektů vhodných pro doplnění výuky fyziky na střední škole tak, jak jsou zpracovány na webových stránkách kroužků fyziky pořádaných v letech 2001 – 2004 na MFF UK v Praze. Dále je popisován studentský projekt výroby Magdeburských polokoulí a jejich využití k oživení hodin fyziky.

Projekty motivované kroužky fyziky na MFF UK

Jakým způsobem se pohybují vržená tělesa v odporujícím prostředí, co je možné vidět v rozebrané mechanice počítače, jak měřit pružnost dřeva pomocí špejlí, proč je povrch kapalin pružný, kolik tepla odchází z našich domovů, jak si vyrobit prostorové fotografie nebo videa, na jakém principu ohřívá mikrovlnná trouba potraviny.

Tyto a další podobné problémy byly součástí prakticky pojatých projektů, které řešili středoškolští studenti během kroužků fyziky pořádaných v letech 2001 – 2004 na MFF UK v Praze. Popis vybraných projektů spolu s programem kroužků a popisem několika samostatných pokusů je zpracován v podobě webových stránek volně dostupných na [1].

Více informací o zaměření a cílech kroužků fyziky je shrnuto například v [2].

Zpracování projektů je koncipováno vždy v podobě jedné hlavní stránky doplněné různými poznámkami, řešením souvisejících úloh a problémů, návody k ověřujícím nebo heuristickým experimentům, náměty pro vyučující, odkazy na literaturu apod. Projekt je vždy uveden jedním nebo více motivačními problémy nebo úlohami z praxe. Ty jsou potom postupně řešeny se snahou o co nejširší zapojení praktických experimentů, které lze většinou snadno realizovat pomocí jednoduchých pomůcek. Text je samozřejmě doplněn obrázky, fotografiemi nebo krátkým videem.

Zmiňované projekty byly kromě kroužků fyziky v různé míře využívány a ověřovány i při klasické výuce fyziky na gymnáziu. Mohou proto sloužit jako náměty pro práci v různých rozšiřujících seminářích, nebo lze například využít pouze některé části projektů jako doplnění běžné výuky fyziky. Materiály může samozřejmě využít také každý, kdo se chce dozvědět více o světě kolem sebe i mimo školní vyučování, nebo mohou sloužit jako zdroj inspirace k přípravě prakticky zaměřených referátů.

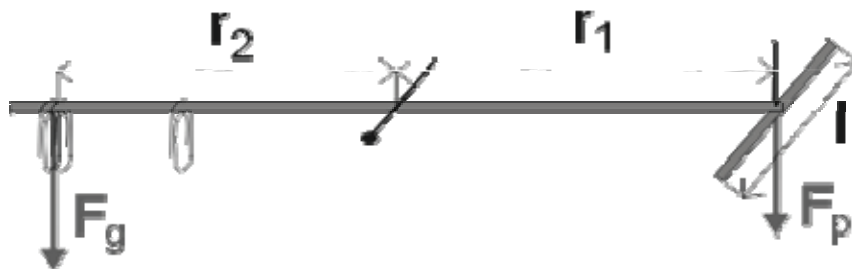
Je třeba zmínit, že zpracování daných problémů si v žádném případě nečiní nároky na jejich úplné a vyčerpávající vysvětlení. Stejně tak nejde o nějaký jednoznačný návod, jak by měly být takové problémy prezentovány a řešeny. Jde spíše o jednu z možností přístupu k problému, který může být dále rozvíjen a vylepšován.

Konkrétní příklad – Hrátky s povrchovým napětím vody

Projekt začíná jednoduchou otázkou: „Proč může drobný hmyz kráčet po hladině vody a člověk ne?“ Po krátkém úvodu následuje výzva, aby si čtenář vyzkoušel položit na hladinu vody drobné ploché kovové předměty jako padesátník nebo žiletku, které jsou z materiálu o větší hustotě než má voda, a měly by se proto potopit. Stručné vysvětlení, proč se tyto předměty udrží na hladině, spolu s odkazem na učebnici navozuje základní představu mezimolekulárního působení a pojmu povrchové vrstvy. Úvodní část je potom uzavřena dvěma problémy: „Proč se dva padesátníky položené na hladinu blízko sebe přitáhnou k sobě a jakým způsobem přemístit padesátník na hladině z jedné strany misky na druhou, aniž bychom se ho čímkoli dotkli.“

Úvodní jednoduché pokusy jsou studenty ve škole většinou vděčně přijímány, pokud si je mohou sami frontálně vyzkoušet, například na začátku probírání kapitoly o vlastnostech kapalin.

Projekt dále pokračuje diskusí, jak velké předměty je hladina schopna unést a na čem to závisí. Podrobnějším sledováním tvaru povrchové vrstvy se dojde k závěru, že velikost síly držící předmět na hladině závisí na délce okraje tělesa, který je v kontaktu s kapalinou, a na druhu kapaliny, což je dokumentováno a vysvětleno několika pokusy. Samostatný odkaz dále vede na popis dvou metod měření povrchového napětí, které mohou sloužit jako návod na laboratorní cvičení. První metoda je modifikací známé kapkové metody, kdy se pro určení rozměrů kapky použije digitální fotoaparát. Druhá metoda popisuje měření velikosti odtrhové síly pomocí jednoduchých vážek vyrobených ze špejle, špendlíků a kancelářských sponek.



Následující konkrétní příklad vede na další problém, který popisuje například L. Dvořák v [3]. Spočítaná velikost povrchové síly působící na padesátník na vodní hladině je totiž přibližně poloviční, než tíha padesátníku. Jak to tedy, že se padesátník nepotopí?

V závěru hlavní stránky jsou (pomocí odkazů) uvedena možná řešení úvodních problémů, proč se padesátníky na hladině přitahují a jak je přemísťovat po hladině bez dotyku. Poslední úloha se vrací k úvodní otázce a řeší se v ní, jak velká by člověk musel mít chodidla, aby mohl kráčet po hladině.

Projekt je ukončen několika poznámkami pro vyučující a seznamem literatury.

Některé další projekty a pokusy vycházející z činnosti kroužků fyziky na MFF UK v Praze jsou popsány v [4] a [5].

Projekt Magdeburské polokoule

Projekt výroby a využití Magdeburských polokoulí ve výuce fyziky vznikl v souvislosti s celostátní soutěží o nejlepší videozáznam fyzikálního experimentu organizovanou v roce 2004/2005 The British Council a Prostějovskou hvězdárnou. Hlavní autor Václav Ridl, student druhého ročníku Gymnázia v Poličce, obhájil svůj projekt ve finále zmiňované soutěže, kde dosáhl první místo.

Magdeburské polokoule jsou známou pomůckou demonstrující účinky atmosférického tlaku (atmosférické tlakové síly). Ze dvou dutých polokoulí, které k sobě těsně přiléhají, je odčerpán vzduch, takže k jejich následnému odtržení je potřeba překonat atmosférickou tlakovou sílu působící na polokoule zvenku. Velikost této síly závisí na obsahu příčného řezu polokoulí, tedy na jejich poloměru.

Modely Magdeburských polokoulí, které bývají ve školních sbírkách, mívají průměr okolo 8 cm a je možné je od sebe odtrhnout rukama. Polokoule v popisovaném projektu jsou vyrobeny z kulaté kovové láhve na propan-butan o průměru asi 28 cm a k jejich odtržení po vyčerpání vzduchu je potřeba síly přibližně deseti lidí na každé straně.

Polokoule byly vyrobeny rozříznutím láhve a začištěním styčných ploch na soustruhu. K lepšímu utěsnění se mezi polokoule vkládá ještě prstenec vyříznutý ze silné gumy. K jedné polokouli byl přišroubován vakuometr z vyřazené dojičky mléka, který slouží pro měření podtlaku uvnitř polokoulí. Vzduch je z polokoulí vysáván pomocí silnostěnné gumové hadičky navlečené na ventilku přišroubovaném k polokouli. Prostým přehnutím a zaškrcením hadičky se uzavře přívod vzduchu.

K polokoulím je pak pomocí kovových úchyťů připevněno z obou stran pevné lano a jedno krátké lano spojuje obě polokoule, aby po odtržení neodlétly příliš daleko od sebe. Mezi polokoule a lano je na jedné straně připevněn siloměr vyrobený z plastové trubky a automobilové pružiny, který měří síly asi do 3000 N a byl kalibrován zavěšováním těžkých činek.



Výhodou zkonstruovaného zařízení je, že při jeho předvádění je třeba zapojit celou třídu. Z polokoulí se pomocí vývěvy odčerpá vzduch a po uzavření přívodu přicházejí postupně k lanům na obou stranách studenti a snaží se od sebe polokoule odtrhnout. Na připojeném vakuometru je možné číst podtlak uvnitř polokoulí, na siloměru určíme velikost síly, při které dojde k odtržení. Zjištěné hodnoty potom můžeme porovnat s teoretickým vztahem pro výpočet velikosti potřebné síly

$$F = \Delta p \cdot S ,$$

kde Δp je rozdíl atmosférického tlaku a tlaku vzduchu uvnitř polokoulí, a

$$S = \pi \cdot r^2$$

je obsah příčného řezu polokoulí o poloměru r .

Předpokládanou velikost síly potřebné k odtržení polokoulí mohou studenti vypočítat dopředu a pokusem potom ověřit svůj výpočet i příslušné teoretické vztahy.

Pokus s Magdeburskými polokoulemi je pro studenty dostatečně atraktivní a jeho předvedení lze využít jak k připomenutí historických souvislostí zkoumání atmosférického tlaku, tak jako úlohu potvrzenou konkrétním měřením a doplněnou diskusí možných odchylek mezi teorií a pokusem.

Literatura

[1] <http://kdf.mff.cuni.cz>

[2] Jílek M.: *Kroužek fyziky pro středoškolské studenty*. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 7. Ed.: Svoboda E., Dvořák L. Prometheus Praha 2002. s. 164 – 167.

[3] Dvořák L., Jílek M.: *Pokusy nejen pro letní tábory*. In: Sborník ze semináře „...aby fyzika žáky bavila...“. Ed.: Kolářová R., Pinkavová Z. Univerzita Palackého v Olomouci 2003. s. 141 – 147.

[4] Jílek M.: *Fyzika jako zážitek*. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 8. Ed.: Šerý M. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích 2003. s. 104 – 109.

[5] Jílek M.: *Několik nápadů nejen z kroužků fyziky*. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 9 - svazek druhý. Paido Brno 2004. s. 50 – 54.