

Laboratorní práce ve výuce fyziky

Jaroslav Reichl

Střední průmyslová škola sdělovací techniky, Panská 3, Praha; reichl@panska.cz

Sousloví „laboratorní práce“ vyvolává u žáků nechuť pracovat, neboť tuší nutnost zpracování měření, vyplňování tabulek, psaní závěrů, ... Některé laboratorní, které sice občas výše uvedené „nepříjemnosti“ vyžadují, ale mohou přirozeně vyplynout z náplně vyučovací hodiny nebo z problémové úlohy zadané učitelem a potom nemají na žáky demotivující vliv.

Úvod

Laboratorní práce jsou bezesporu důležitou součástí výuky fyziky. Žáci se při nich seznámí s měřením různých fyzikálních veličin, s různými metodami jejich měření, ale také s nutností umět správně zpracovat protokol o laboratorní práci. Jeho součástí je nejen popis pracovního postupu či tabulky naměřených hodnot, ale také (a to je to nejdůležitější) správná interpretace naměřených dat. Zvláště poslední bod dělává žákům většinou problémy a je nutné je stále upozorňovat na nedostatky, které z tohoto hlediska jejich práce mají.

Přestože mají laboratorní práce spolu s odevzdaným protokolem své nezastupitelné místo ve výuce fyziky, snažím se se žáky dělat pouze takové práce, které je budou bavit a motivovat k dalšímu studiu fyziky. Rozhodně se snažím vyhnout laboratorním pracím, při kterých žáci pracují s nefunkčními nebo napůl zničenými starými pomůckami. Takové práce jsou pro žáky nezajímavé, protože většinu času, který je měření dané fyzikální veličiny vyhrazen, stráví nad tím, že přemýšlejí, jestli pomůcku používají tak, jak se používat má, jestli měřící přístroj pracuje správně a podobně. Typickým představitelem tohoto typu laboratorní práce je měření součinitele smykového tření se soupřevami, které byly dodávány na školy v průběhu sedmdesátých nebo osmdesátých let minulého století. Během doby, po kterou byla soupřeva používána (pravděpodobně to byla jedna z mála pomůcek, které byly tehdy k dispozici), se staly siloměry již nefunkčními. Jejich pružiny jsou neúnosně protažené vlivem ne příliš ohleduplného zacházení žáků tak, že siloměry neukazují buď vůbec žádné hodnoty nebo jsou tyto hodnoty zatíženy výraznou chybou.

Na základě výše uvedených důvodů se proto snažím do výuky zařazovat takové laboratorní práce, které využívají funkční pomůcky a měřící přístroje. Snažím se o to, aby žáci s danou pomůckou nebo měřícím přístrojem pracovali již dříve a jejich používání pro ně bylo tedy běžné a přirozené. Dalším kritériem, které ovlivňuje zařazení laboratorní práce do výuky, je přínos laboratorní práce žákům. Nerad zadávám žákům jakoukoliv práci pouze proto, abych si já odškrtnl, že žáci splnili, a oni strávili část svého volného času nad prací, která jim nepřinese žádný užitek.

Snažím se proto, aby laboratorní práce měla alespoň jednu z níže uvedených vlastností:

žáci si zvykají na práci ve skupině a učí se odpovědnosti za své případné chyby nebo špatné metody práce - na laboratorní práci buď pracují ve skupině a za skupinu odevzdávají jeden protokol, nebo laboratorní práci děláme všichni společně (tj. máme jednu sadu měření) a protokol odevzdává každý;

žáci naměří hodnotu dané fyzikální veličiny s využitím velmi jednoduchých pomůcek;

při zpracování protokolu a následném rozboru ve třídě se žáci naučí nové způsoby zpracování naměřených dat;

žáci si prohloubí znalosti získané v teoretických hodinách fyziky a ověří si svoje poznatky při řešení praktické úlohy.

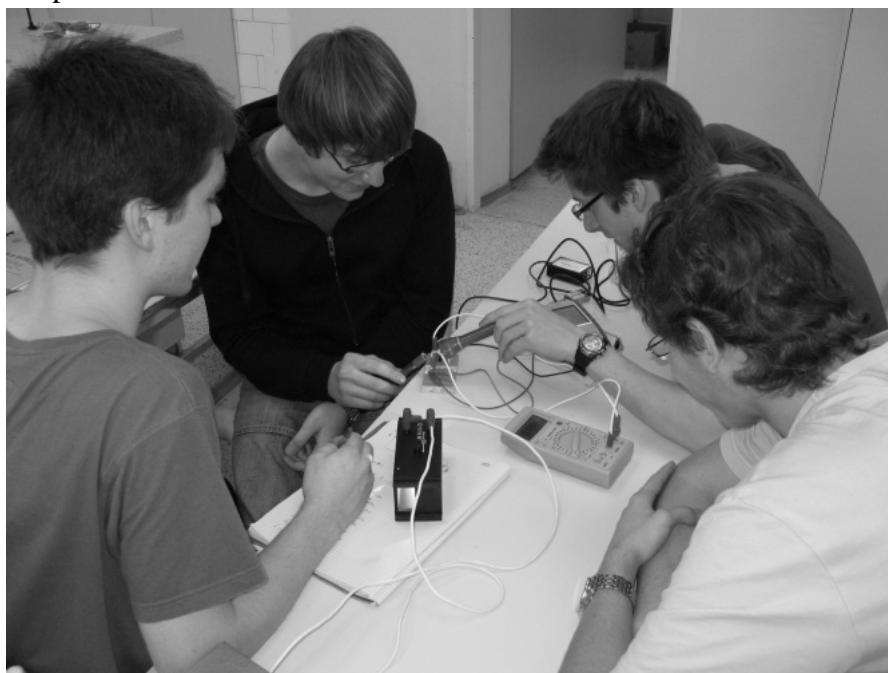
Pro ilustraci výše uvedených vlastností laboratorních prací uvedu konkrétní příklady laboratorních prací, které pravidelně zařazují do výuky.

Konkrétní příklady laboratorních prací

Ukázky laboratorních prací uvedu v pořadí, které vychází ze stávajícího ŠVP pro technická lycea. Žáci tohoto oboru mají fyziku v každém ze čtyř ročníků, v prvním až třetím mají k teoretickým hodinám také cvičení v rozsahu dvě hodiny jednou za 14 dní. Ve čtvrtém ročníku mají pouze teoretické hodiny - část je určena na probírání další látky, část je určena k systematickému opakování.

Vlastnosti polovodičů

Při probírání základních vlastností polovodičů a polovodičových součástek zařazují do výuky průběžně experimenty, které si žáci zkouší sami: zapojení LED v přímém a v závěrném směru, závislost odporu termistoru na teplotě, ... Na závěr tohoto tematického celku zařazují laboratorní práci. Žáky předem seznámím (většinou tak, že jim příslušné náměty pošlu e-mailem) s přibližně deseti náměty na měření z oblasti polovodičů. Žáci si v dané skupině mají vybrat jedno až dvě měření a na hodině si pak říci, jaké pomůcky budou potřebovat. Vedle standardních přístrojů (ampérmetr, voltmetr, ...) mohou pracovat i s čidly firmy Vernier, která máme k dispozici většinou pro každou ze čtyř skupin ve třídě.



Obr. 1: Studium vlastností polovodičů ve třídě 09L

Měření tíhového zrychlení

Přímou aplikací poznatků o kmitání matematického kyvadla a závislosti frekvence (resp. periody) jeho kmitání na délce závěsu kyvadla je měření velikosti místního tíhového zrychlení.

Žákům postupně zadám dva úkoly:

- 1) Určete velikost místního tíhového zrychlení.
- 2) Sestrojte graf závislosti periody kmitání kyvadla na délce jeho závěsu a graf závislosti periody kmitání kyvadla na odmocnině z délky závěsu. Diskutujte rozdíly a přínos obou grafů.

Žákům zadám nejdříve pouze první úkol a společně rozebereme, co znamenají jednotlivé přívlastky slova *zrychlení* (tj. slova *místní* a *tíhové*) a jakým způsobem budou velikost tíhového zrychlení měřit. Když přijdou na to, že pomocí matematického kyvadla, zadám druhý úkol a do učebny přinesu z kabinetu několik předem připravených modelů matematických kyvadel. Délky jejich závěsů se pohybují od přibližně 20 cm až po 9,5 m (toto kyvadlo poté opatrně zavěsíme z okna a žáci měří periodu jeho kmitání venku). Kyvadlo s takto dlouhým závěsem je vhodné proto, aby mohli žáci lépe sestavit požadované grafy.

Žáci pak měří periodu kmitání svého kyvadla (měří desetkrát deset period) a průměrnou periodu kmitání svého kyvadla a délku jeho závěsu zapíší na tabuli. Tato data jsou podstatná pro to, aby mohli všichni sestavit požadované grafy.

Po odevzdání protokolů z obou skupin a jejich opravě, se žáky diskutujeme na téma, proč měli sestavit graf závislosti periody kyvadla na odmocnině z délky jeho závěsu. Většina z nich (poté, co graf sestojí a sestojenou závislost vidí) si uvědomí, že tato závislost je lineární. A proto je velmi snadné rozhodnout, zda jsou naměřená data správně nebo ne. Určit na první pohled (a nebo i s využitím numerických metod různých programů), zda odpovídá závislost periody kyvadla na jeho délce druhé odmocnině není snadné.



Obr. 2: Měření velikosti tíhového zrychlení ve třídě 09M

Tuhost pružiny

V praxi se žáci často setkávají s různými pružinami nebo tělesy, které lze pomocí vlastností pružin popsat (různé dekorační předměty, tlumiče jízdnic kol nebo automobilů, ...), a proto by měli mít představu, co veličina zvaná tuhost pružiny o pružině vlastně

vypovídá a jak souvisí její hodnota s hmotností (resp. velikostí tíhy) tělesa, které na ní kmitá.

Proto jsme se pokusili tuhost pružiny proměřit s využitím čidel firmy Vernier. Tuhost jsme přitom určovali dvojím způsobem:

Na základě grafu závislosti okamžité výchylky na čase (získaného pomocí čidla polohy) žáci určili frekvenci kmitání tělesa zavěšeného na pružině a pomocí čidla siloměru určili hmotnost tohoto tělesa. Tuhost pružiny pak dopočítali na základě odvozeného vztahu pro frekvenci vlastního kmitání tělesa zavěšeného na pružině.

Druhá metoda výpočtu tuhosti pružiny vyplývala z dynamických vlastností pružiny, na kterou zavěsíme určité těleso. Pružina se vlivem zavěšení tělesa prodlouží o určitou délku, přičemž toto prodloužení je úměrné velikosti síly, která jej způsobila (tj. v tomto případě velikosti tíhové síly zavěšeného tělesa). Odtud lze určit tuhost pružiny jako konstantu úměrnosti mezi popsáním prodloužením a velikostí síly, která toto prodloužení způsobila.

Obě metody vedly k přibližně stejným výsledkům. Vzhledem k tomu, že na pružinách kmitala závaží různých hmotností, mohli žáci navzájem číselně porovnat velikost tíhové síly daného předmětu a tuhost pružiny, na které těleso kmitalo. Odtud již bylo možné odhadnout, jakou tuhost musí mít např. pružiny v tlumičích automobilu.



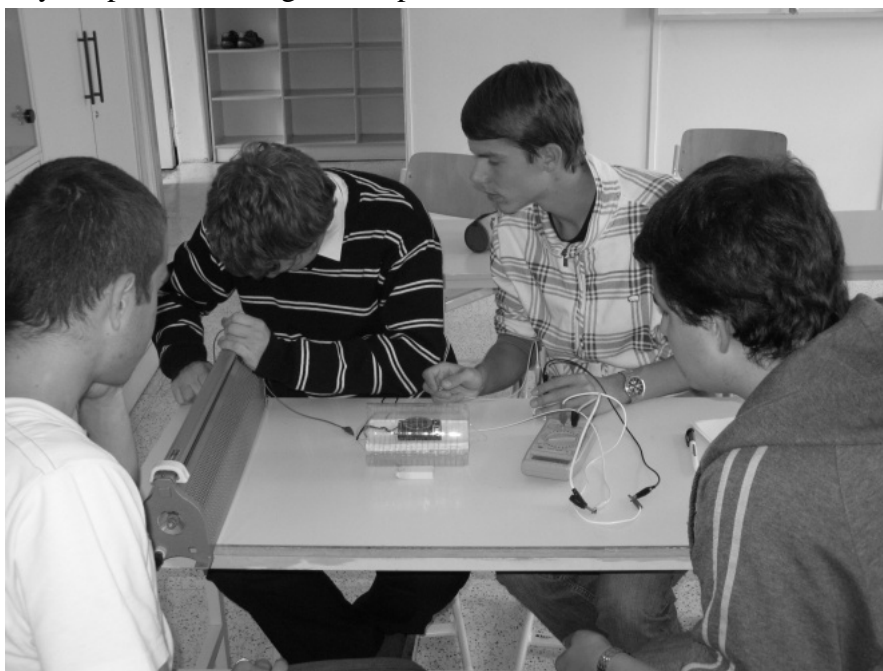
Obr. 3: Studium kmitání pružiny ve třídě 09M

Magnetické pole Země

Na první pohled by se zdálo, že k určení velikosti horizontální složky magnetické indukce magnetického pole Země je zapotřebí velmi sofistikovaných pomůcek a přístrojů. A přitom lze tuto hodnotu velmi přesně určit s podomácku vyrobenou cívkou z PET láhve, na kterou navineme měděný drát, a s kompasem.

Tuto informaci ovšem žákům předem neříkám. Zadám úkol (určení velikosti horizontální složky magnetické indukce magnetického pole Země) a pak společně se žáky přemýšlíme, jak by bylo možné tuto fyzikální veličinu naměřit. Nutno podotknout, že v úvodu výkladu magnetického pole si žáci sami ve skupinách zkoušejí dokázat přítomnost magnetického pole v okolí vodiče, kterým prochází elektrický proud, zkoušejí si

takový vodič vychýlit pomocí magnetického pole a s využitím kompasu a vodiče zkoušejí vyrobit indikátor elektrického proudu (na principu tangentové buzoly). Mají proto dostatek vědomostí a zkušeností k tomu, aby mohli domyslet, že právě s využitím tangentové buzoly lze proměřit i magnetické pole Země.



Obr. 4: Studium magnetického pole Země ve třídě 09L

Vlnová délka světla LASERu

Změřit vlnovou délku světla LASERu může být pro žáky výzva, zvláště, když jim použité pomůcky omezíme na svinovací dvoumetr! A i s ním lze vlnovou délku světla LASERu naměřit velmi přesně.

Před začátkem laboratorní práce žáky důrazně varujeme před nevhodným použitím LASERu (nežádoucí odraz od lesklých ploch v učebně, záměrné svícení do oka, ...) a možnosti vzniku úrazu oka!

Žákům zadám úkol, že mají naměřit vlnovou délku světla LASERu, a nechám je přemýšlet, jak toto měření zrealizovat. Většinou sami rychle přijdou na to, že bychom mohli využít difrakci světla na štěrbině resp. na optické mřížce. Optickou mřížku jako pomůcku povolím - máme k dispozici optickou mřížku s 10 vrypů na 1 mm délky. Tuto optickou mřížku umístíme do stojanu optické lavice, za ní upevníme LASER a celou soupravu natočíme tak, aby světlo z LASERu po průchodu mřížkou dopadalo na stěnu ve vzdálenosti přibližně 2 m - 3 m od optické mřížky. Volíme takovou stěnu, na níž lze tužkou udělat značky interferenčních maxim vzniklého difrakčního obrazce. Pokud taková stěna není k dispozici, promítneme difrakční obrazec na skříň, na níž umístíme bílý papír a podobně.

Žáci pak společnými silami odměří vzdálenost mřížky od stěny, na kterou promítáme difrakční obrazec, a vzdálenosti jednotlivých zobrazených maxim od hlavního maxima. Na základě těchto dat a vztahu, který matematicky popisuje podmínky pro vznik difrakčního maxima, lze vypočítat vlnovou délku světla použitého LASERu.



Obr. 5: Měření vlnové délky světla LASERu

Závěr

Výše popsané laboratorní práce se mi osvědčily, žáci při nich pracují velmi dobře a zdá se, že je práci i baví. To vyplývá i z atmosféry, která v učebně během práce na zadaných úkolech panuje: žáci se sice mezi sebou baví, ale většina hovoru se týká právě prováděného měření, ve skupince spolupracují a navzájem si pomáhají. Řada z nich je většinou překvapena, že i s relativně jednoduchými pomůckami (cívka z PET láhve, svinovací dvoumetr, ...) lze proměřit parametry s hodnotami v řádech desítek mikrotésla nebo stovek nanometrů.

Literatura a další zdroje

- [1] <http://jreichl.com/fyzika/studenti/studenti.htm>
- [2] <http://jreichl.com/fyzika/vernier/vernier.htm>
- [3] <http://www.vernier.cz/>