

PREDSLOV

Nikdy sa nepokúšaj zopakovať úspešný experiment.

FETTOV LABORATÓRNY ZÁKON

Nové poznatky vo fyzike (ako aj v iných prírodovedných a technických disciplínach) sa získavajú teoreticky aj experimentálne (pokusom), pričom správnosť získaných poznatkov sa overuje experimentom. Fyzikálne merania spravidla predpokladajú využívanie meracích prístrojov a zariadení, pričom podmienkou je existencia vhodných jednotiek meraných veličín, s ktorými sa tieto porovnávajú. Experimentálne metódy majú vo fyzike nezastupiteľnú úlohu, preto sa im venuje pozornosť pri výučbe v rámci základných a špeciálnych praktík a kvalifikačných prác.

Praktické cvičenia ilustrujú a rozširujú poznatky získané na prednáškach a cvičeniach z príslušných oblastí fyziky. Táto učebnica nie je doplnkom prednášok, ale umožňuje rozvíjať zručnosti a návyky, ktoré sa obyčajne nedajú osvojiť v rámci iných foriem výučby fyziky. Na laboratórnych cvičeniach sa okrem iných získava experimentálna zručnosť, zručnosť pri písaní záznamov, vyhodnocovaní a spracovaní výsledkov meraní a tiež „kultúra“ zaobchádzania s meracími prístrojmi.

Návody pre jednotlivé úlohy obsahujú aj podklady na to ako urobiť záznam z príslušných meraní, ktoré sú predpísané úlohou. Kontrolné otázky v rámci jednotlivých úloh slúžia na lepšie pochopenie fyzikálnych princípov meracích metód a upozorňujú na skutočnosti, ktoré ovplyvňujú presnosť merania.

Úspešné zvládnutie laboratórneho cvičenia závisí od niekoľkých faktorov:

1. správne pochopenie fyzikálnych základov meracej metódy, ujasnenie si postupu merania a úloh merania,
2. presnosť a dostatočný počet meraní, podrobný a prehľadný záznam údajov počas merania,
3. starostlivé matematické spracovanie a diskusia získaných výsledkov, forma spracovania do záverečného protokolu z laboratórneho cvičenia.

Na zvládnutie jednotlivých častí cvičenia je potrebné dodržať pravidlá, na ktoré sa často zabúda pre ich jednoduchosť:

- Od samotnej prípravy na cvičenie (pochopenie metódy, úloh a postupu merania, príprava tabuliek prípadne grafov) závisí kvalita výsledkov, ktoré nameriame počas samotného cvičenia. Uvedomme si, že meranie, ktorému nerozumíme sa stáva „náhodným procesom“.
- Záznam z merania je potrebné robiť prehľadne a čitateľne. Neprehľadný záznam sa dá urobiť rýchlejšie ako prehľadný, neskôr však budeme venovať veľa času na rozluštenie a spracovanie nameraných dát. Niekoľko nadbytočných údajov o meranej veličine alebo podmienkach merania nám neurýchlia proces spracovania dát, ale jeden chýbajúci údaj môže spracovanie dát znemožniť! Napr. čísla v tabuľkách a grafoch uvedené bez označenia veličiny a príslušného rozmeru alebo jednotky sú bezcennou skupinou čísiel.

V prípadoch ak hodnota meranej veličiny závisí od viacerých parametrov, potom je rozumné počas jednej série meraní meniť iba jeden parameter. Opačný postup si potom vyžaduje detektívne schopnosti pri hľadaní súvislostí v sieti navzájom ťažko porovnateľných výsledkov. Musíme mať na zreteli, že snaha

o meranie s väčšou presnosťou ako to dovoľuje povaha experimentu je mrhaním času. Ak chybu pri odčítaní hodnôt jednej veličiny nemôžeme zredukovať pod 10 %, je potrebné uvážiť, či sa v tomto prípade oplatí merať iné parametre s presnosťou na 0,1 %. O presnosti vypočítanej veličiny rozhoduje predovšetkým presnosť nameraných hodnôt a nie počet cifier, na ktoré uvádzame príslušné aritmetické operácie. Rozdiel medzi nameranou a očakávanou hodnotou je vhodnou príležitosťou na preukázanie tvorivej predstavy a znalostí o fyzikálnej podstate skúmaného javu, použitej meracej metóde a použitých prístrojoch. Diskusia výsledkov je oveľa cennejšia ako zhoda teórie s experimentom, získaná vďaka náhode alebo „napasovaniu“ nameraných výsledkov/dát. Úlohou praktika nie je upresňovanie tabuľkových hodnôt fyzikálnych veličín, preto „vylepšovanie“ výsledkov je zbytočné a je aj v rozpore so základným princípom vedeckej práce – čestnosťou. Bez dôvery v poctivosť publikovaných výsledkov by nemalo význam čítať odbornú literatúru, lebo prakticky každý údaj by sme museli kontrolovať a nezostal by nám čas na tvorivú prácu. Cieľom je aj, okrem iného, naučiť sa ako stručne a jasne v písomnej forme vyjadrovať získané odborné poznatky, ktoré sa neskôr využijú v rámci ďalšieho štúdia. Hlavné ciele praktika sú:

1. Overenie platnosti fyzikálnych zákonov a vzťahov a súčasne možnosť pochopenia ich významu a zmyslu.
2. Osvojenie si štandardných meracích metód a postupov, pričom sa naučiť pracovať s laboratórnymi prístrojmi.
3. Oboznámenie sa s niektorými špeciálnymi meracími metódami, prístrojmi a postupmi spracovania dát.

Obsahom predkladanej učebnice sú návody na merania laboratórnych úloh zo základného kurzu fyziky, ktorý sa prednáša na fakultách Technickej univerzity v Košiciach. Obsah je doplnený úvodnými časťami, v ktorých sú rozpracované zásady a návody potrebné na vykonanie a na numerické spracovanie laboratórneho cvičenia. V učebnici sa chcem podeliť s mojimi skúsenosťami jednak z čítania prác iných autorov z oblasti numerického spracovania experimentálnych dát a jednak z aplikovania experimentálnych metód v základnom kurze fyziky. Učebný text je určený aj širokému okruhu čitateľov, študentom a doktorantom vysokých škôl prírodovedného aj technického smeru a taktiež dobre poslúži učiteľom vysokých aj stredných škôl.

Pri zostavovaní učebnice som využil skúsenosti získané používaním predošlých učebných textov na laboratórne cvičenia: „Laboratórne cvičenia z fyziky“ (MURÍN A UHRIN, 1991), „Laboratórne cvičenia z fyziky“ (UHRIN, MURÍN A ŠEVČOVIČ, 2002) a „Fyzikálne merania“ (UHRIN, ŠEVČOVIČ A MURÍN, 2006), s dôrazom najmä na fyzikálnu stránku obsahu jednotlivých úloh. Výber úloh zahŕňa cvičenia z rôznych oblastí fyziky, pričom pred každou úlohou je skratka označenia, ktorá potom slúži pri rozpise na jednotlivé týždne v danom semestri. Ukazuje sa, že ako teoretický základ na úspešné vykonanie laboratórneho cvičenia vo väčšine prípadov postačuje voviesť definíciu meranej veličiny, fyzikálne vzťahy, ktoré ju určujú a ktoré sú pri meraní použité, s dôrazom na jednoznačné vymedzenie úlohy merania, na postup pri meraní, na spracovanie a vyhodnotenie nameraných dát. Na webovej stránke <http://sevcovic.extel.sk> sú prístupné zdrojové súbory na spracovanie dát programom MATLAB a GNU PLOT a postup pre tabuľkový procesor EXCEL pre úlohy, ktoré si vyžadujú použitie metódy najmenšieho súčtu štvorcov odchýlok alebo hľadania lokálneho extrému.

Ďakujem všetkým, ktorí sa na vzniku učebnice akýmkoľvek spôsobom podieľali, osobitne však obom recenzentom za posudky, za mnohé užitočné odporúčania a pripomienky.¹

Košice 11. februára 2015

Autor

¹Pripomienky a návrhy zasielajte na adresu: RNDr. Ladislav Ševčovič, PhD., Katedra fyziky, FEI, Technická univerzita v Košiciach, Park Komenského 2, 041 20 Košice, email: ladislav.sevcovic@extel.sk