

Mgr. Ľubomír Híreš, PhD., doc. RNDr. Monika Božíková, PhD.
Ing. Michal Valach, PhD.

PRAKTICKÁ CVIČEBNICA FYZIKY

Laboratórne úlohy, 1. Diel

Autori: Mgr. Ľubomír Híreš, PhD. (3,57 AH)
 Katedra fyziky, SPU v Nitre

 doc. RNDr. Monika Božíková, PhD. (3 AH)
 Katedra Fyziky, SPU v Nitre

 Ing. Michal Valach, PhD. (3 AH)
 Katedra fyziky, SPU v Nitre

Recenzenti: doc. Ing. Maroš Korenko, PhD.
 doc. RNDr. Michal Munk, PhD.

Schválil rektor Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 30. 3. 2016
ako skriptá pre študentov SPU.

© Ľ Híreš, M. Božíková, M. Valach, Nitra 2016

ISBN 978-80-552-1485-6

Obsah

Úvod.....	5
1 Metrológia a meranie	7
2 Fyzikálne veličiny a ich jednotky.....	9
2.1 Jednotky fyzikálnych veličín.....	10
2.1.1 Základné jednotky SI	11
2.1.2 Odvozené jednotky SI sústavy	12
2.1.3 Násobky a diely jednotiek SI sústavy	14
2.1.4 Vedľajšie jednotky	14
2.1.5 Voľba jednotiek.....	15
2.1.6 Pravidlá písania jednotiek	16
3 Meranie fyzikálnych veličín, meracie zariadenia, meracie metódy	18
3.1 Meracie prístroje, meracie prevodníky, pomocné meracie zariadenia	21
3.2 Meracie metódy	22
3.2.1 Priame, nepriame a kombinačné meracie metódy.....	23
3.2.2 Statické a dynamické meracie metódy	23
3.2.3 Porovnávacie a absolútne meracie metódy	23
3.2.4 Substitučné, kompenzačné a nulové meracie metódy	24
4 Chyby merania, neistoty merania.....	25
4.1 Chyby merania.....	25
4.1.1 Zdroje chýb merania.....	25
4.1.2 Rozdelenie chýb merania	26
4.2 Výpočet odchýliek od aritmetického priemeru	27
4.3 Výpočet chýb merania	28
4.3.1 Absolútne chyby priamych meraní	28
4.3.2 Relatívne chyby priamych meraní.....	29
4.3.3 Absolútne chyby nepriamych meraní.....	30
4.3.4 Zápis výsledku merania.....	31
4.4 Neistoty merania.....	32
4.4.1 Vyhodnotenie štandardných neistôt typu A	33
4.4.2 Vyhodnotenie štandardných neistôt typu B	33
5 Laboratórne pravidlá bezpečnosti a hygieny práce vo fyzikálnych laboratóriách	34
6 Protokol z laboratórneho merania	36
6.1 Stručný popis k vyplňaniu hárkov	39
6.2 Príklady spracovania nameraných hodnôt.....	40
6.2.1 Príklad spracovania nameraných hodnôt pre priame meranie.....	40
6.2.2 Príklad spracovania nameraných hodnôt pre nepriame meranie.....	44
7 Určenie modulu pružnosti	46
7.1 Deformácie pevného telesa.....	46
7.2 Laboratórna úloha č. 1 – Meranie modulu pružnosti v ťahu	47
8 Určenie momentu zotrvačnosti.....	53
8.1 Moment zotrvačnosti sústavy n diskretných hmotných bodov a reálneho telesa.....	53
8.2 Steinerova veta	55
8.3 Laboratórna úloha č. 2 – Určenie momentu zotrvačnosti pomocou torzného kyvadla	55
9 Tiažová a gravitačná sila, gravitačné zrýchlenie.....	62
9.1 Laboratórna úloha č. 3 – Určenie gravitačného zrýchlenia meraním doby kyvu	
reverzného kyvadla	66
10 Určenie hustoty	76

10.1	Meranie hustoty pevných látok	76
10.2	Meranie hustoty kvapalín	78
10.3	Laboratórna úloha č. 4 – Meranie hustoty kvapalín mohrovými váhami a hustomerom	80
10.4	Laboratórna úloha č. 5 – Určenie hustoty drobných predmetov pyknometrickou metódou	84
11	Meranie teploty	90
11.1	Teplota	90
11.1.1	Teplotné stupnice	90
11.2	Teplomery	92
11.3	Typológia teplomerov	93
11.4	Laboratórna úloha č. 6 – Elektronické meranie teploty	95
12	Deformácia a jej charakteristika	102
12.1	Krivka deformácie	102
12.2	Laboratórna úloha č. 7 – Určenie medze pevnosti stebla v strihu	103
13	Určenie Poissonovej konštanty	110
13.1	Laboratórna úloha č. 8 – Určenie Poissonovej konštanty vzduchu Clément- Desormesovou metódou	111
14	Fázové premeny	118
14.1	Typológia fázových prechodov	118
14.2	Teplota fázového prechodu	120
14.3	Laboratórna úloha č. 9 – Určenie bodu tuhnutia z priebehu teploty	122
15	Meranie povrchového napätia	129
15.1	Laboratórna úloha č. 10 – Meranie povrchového napätia z výstupu v kapiláre ..	131
16	Fyzikálno-chemické tabuľky	139
16.1	Vybrané fyzikálne konštanty	139
16.2	Hustota destilovanej vody v kg.m^{-3} v závislosti od teploty	140
16.3	Hustota látok ρ	141
16.4	Povrchové napätie σ	143
16.5	Viskozita látok η	144
16.6	Hmotnostná tepelná kapacita látok c	145
16.7	Modul pružnosti v ťahu E a modul pružnosti v šmyku G	146
17	Testy	147
18	Použitá literatúra	157

Úvod

Fyzika a fyzikálne zamerané predmety sú na technických fakultách zaradované medzi predmety teoretického základu, ktorých úlohou je vytvoriť dostatočnú teoretickú platformu pre ďalšie vzdelávanie v rámci technických predmetov. Hlavnou úlohou fyziky je poskytnúť ucelený obraz o základných fyzikálnych javoch a súvislostiach medzi nimi, ďalšou úlohou je zoznámiť študentov so základnými fyzikálnymi zákonmi, rozsahom ich platnosti a tiež s ich dôsledkami v praxi. Aby boli splnené všetky vytýčené úlohy fyzikálne zameraných predmetov, je potrebné, aby časť vyučovacích hodín bola venovaná laboratórnym cvičeniam, ktoré významnou mierou prispievajú k názornosti, rozvoju zručností študentov a tiež k spojeniu teoretických vedomostí študentov s praxou. V rámci laboratórnych cvičení z fyziky sa študenti učia zvládnuť základné metódy fyzikálneho merania, spracovania a vyhodnocovania nameraných dát. Zároveň je úlohou laboratórnych meraní rozšíriť, prehĺbiť a upevniť vedomosti študentov, ktoré získali v rámci teoretických cvičení a prednášok.

Každé fyzikálne meranie má za úlohu pozorovať a zistiť charakteristické vlastnosti fyzikálnych dejov. V priebehu merania sledujeme deje, ktoré v prírode prebiehajú samovoľne, ale s tým rozdielom, že v laboratóriu pre priebeh týchto fyzikálnych dejov musíme vytvoriť vhodné podmienky. Vtedy hovoríme o fyzikálnom pokuse. V laboratórnej praxi rozlišujeme dva druhy fyzikálnych pokusov. Do prvej kategórie zaradujeme pokusy, pri ktorých nás zaujíma iba kvalitatívna stránka fyzikálneho deja tzn. existencia, alebo vznik určitých fyzikálnych javov, do tejto kategórie patria napríklad demonštračné pokusy. Druhú kategóriu tvoria fyzikálne pokusy, ktorých úlohou je monitorovať najmä kvantitatívnu stránku fyzikálnych dejov. Aby sme dosiahli vytýčené ciele, tak charakterizujeme rôzne stavy a vlastnosti číselne tzn. ako hodnoty fyzikálnych veličín. Pri kvantitatívnom popise fyzikálneho deja sa snažíme nájsť a číselne vyjadriť vzťahy medzi fyzikálnymi veličinami. Z uvedených dôvodov musíme fyzikálne veličiny merať, čo v praxi znamená určiť ich veľkosť v príslušných jednotkách.

Fyzikálne meranie je teda časť fyziky zameraná na meranie fyzikálnych veličín. V rámci fyzikálneho merania sa zaoberáme meracími metódami, meracími prístrojmi a zariadeniami, postupom merania a tiež vplyvom pozorovateľa na namerané hodnoty. Medzi fyzikálne merania zaradujeme aj tie, ktoré majú charakter overovacích meraní a ich realizáciou overujeme platnosť fyzikálnych zákonov.

Predkladaná študijná literatúra je určená pre študentov 1. ročníka bakalárskych študijných programov na Technickej fakulte Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre, ktorí majú v rámci teoretického základu povinnosť absolvovať predmety Fyzika 1 alebo Úvod do technickej fyziky. Cieľom tejto publikácie je poskytnúť študentom vhodný učebný text, ktorý im pomôže pri príprave na laboratórne merania. Keďže v rámci jednotlivých kapitol sú zaradené aj samotné laboratórne úlohy a praktické pracovné hárky, ktoré nahrádzajú doteraz nejednotné protokoly z laboratórnych meraní, tak možno predloženú cvičebnicu považovať za významný zjednocujúci prvok v rámci komplexného hodnotenia vedomostí študentov. Detailné návody na laboratórne merania majú tiež za úlohu pomôcť tým absolventom stredných škôl, ktorí neabsolvovali laboratórne merania na strednej škole a absentujú u nich základné teoretické vedomosti i praktické zručnosti, ktoré sú predpokladom pre úspešné absolvovanie fyzikálne zameraných predmetov na technicky zameraných fakultách.

Autorský kolektív chce zároveň poďakovať súčasným i bývalým kolegom z Katedry fyziky Technickej fakulty Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre, že pripravili teoretické podklady vo forme neautorizovaných návodov na laboratórne merania a tiež za zabezpečenie praktickej stránky fungovania laboratórnych úloh počas uplynulých rokov.

Prezentovaný učebný text a návody na laboratórne cvičenia možno považovať za prvý príspevok k zabezpečeniu vyučovania laboratórnych meraní na Katedre fyziky TF SPU v Nitre študijnou literatúrou a vzhľadom na charakter laboratórnych úloh je želaním autorov, aby texty boli v budúcnosti doplnené o nové laboratórne úlohy, ktoré poskytnú študentom dostatok možností na získanie praktických zručností a aplikáciu teoretických poznatkov.

Autori

Autori	Mgr. Ľubomír Híreš, PhD. doc. RNDr. Monika Božíková, PhD. Ing. Michal Valach, PhD.
Názov	PRAKTICKÁ CVIČEBNICA FYZIKY Laboratórne úlohy, 1. Diel
Určené	Pre študentov SPU
Vydavateľ	Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Vydanie	Prvé
Vytlačené	2016
Náklad	150 kusov
Počet strán	160
AH-VH	9,57–9,82
Tlač	Vydavateľstvo SPU v Nitre
ISBN 978-80-552-1485-6	Cena 7 €

Rukopis neprešiel redakčnou úpravou vo vydavateľstve.
Za odbornú náplň vydania zodpovedajú autori.

