

# O B S A H

1.	ÚVOD	2
1.1	Organizační řád laboratorního cvičení	2
1.2	Metodické pokyny pro provádění laboratorního cvičení	2
1.3	Vypracování protokolu o měření	5
1.4	Stručné pokyny pro bezpečnou práci v laboratoři	7
1.4.1	Všeobecná ustanovení	7
1.4.2	Stručný výtah z "Bezpečnostních předpisů pro obsluhu a práci na elektrických zařízeních"	8
1.4.3	První pomoc při úrazech elektrickým proudem	11
2.	ZÁKLADNÍ POJMY	13
2.1	Pojem fyzikální veličiny	13
2.2	Klasifikace měřicích metod	14
3.	ZÁKLADY TEORIE CHYB	16
3.1	Chyby hrubé, soustavné a náhodné	16
3.2	Nejpravděpodobnější hodnota měřené veličiny a její chyba	18
3.3	Určení chyby funkce z chyb jejích argumentů	26
4.	ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ	28
4.	Grafické zpracování výsledků měření	28
4.1.1	Grafické znázornění funkce $y = f(x)$	29
4.1.2	Grafické znázornění funkce $y = f(x_1, x_2)$	32
4.1.3	Grafické papíry s nerovnoměrnými stupnicemi	33
4.1.4	Vyhodnocování grafů	35
4.2	Základy vyrovnávacího počtu	37
4.2.1	Aproximace experimentálně získaných výsledků lineární závislostí	37
4.2.2	Aproximace experimentálně získaných výsledků polynomem	40
4.3	Interpolace	42
4.3.1	Lineární interpolace	42
4.3.2	Extrapolace	43
4.3.3	Kvadratická interpolace	43
4.3.4	Interpolace polynomem	43
4.4	Postupná a omezovací metoda	44
5.	ZACHÁZENÍ S NEJDŮLEŽITĚJŠÍMI MĚŘICÍMI PŘÍSTROJI	46
5.1	Měření délek	46
5.2	Vážení	50
5.2.1	Obecně o vážení na rovnoramenných vahách	50
5.2.2	Nulová poloha vah	50
5.2.3	Rovnovážná poloha a citlivost vah	51
5.2.4	Gaussova metoda vážení	52
5.2.5	Postup při vážení na analytických vahách	54
5.2.6	Závaží	55
5.2.7	Vážení na automatických rovnalovkách Chirana P3/200	56
5.3	Měření délek časových intervalů	57
5.3.1	Stopky	57
5.3.2	Digitální stopky DS 35	58
5.4	Měření teploty	59
5.4.1	Teploměrné stupnice	59

5.4.2	Rozdělení teploměrů . . . . .	60
5.4.3	Dilatační teploměry . . . . .	60
5.4.4	Odporové teploměry . . . . .	62
5.4.5	Termoelektrické teploměry . . . . .	63
5.4.6	Pyrometr I Metra . . . . .	64
5.5	Hlavní části elektrických obvodů . . . . .	66
5.5.1	Zdroje elektrické energie . . . . .	66
5.5.2	Vodiče . . . . .	68
5.5.3	Spotřebiče elektrické energie . . . . .	68
5.6	Měřicí přístroje . . . . .	70
5.6.1	Ručkové přístroje . . . . .	71
5.6.2	Universální měřicí přístroje ručkového typu . . . . .	75
5.6.3	Další měřicí přístroje . . . . .	77
5.7	Můstkové přístroje . . . . .	79
5.7.1	Malý tranzistorový můstek RLC-10 . . . . .	80
5.8	Elektronické přístroje . . . . .	84
5.9	Měření osvětlení . . . . .	85
6.	NÁVODY K LABORATORNÍM ÚLOHÁM . . . . .	86
6.1	Měření mechanických veličin . . . . .	86
	POLOMĚR KŘIVOSTI A KŘIVOST . . . . .	86
	1-1 Stanovení poloměru křivosti ploch sférometrem . . . . .	86
	PLOCHA, PLOŠNÝ OBSAH . . . . .	88
	1-2 Stanovení plošného obsahu vážením . . . . .	89
	1-3 Stanovení plošného obsahu planimetrem . . . . .	89
	1-4 Stanovení plošného obsahu výpočtem . . . . .	90
	HUSTOTA . . . . .	91
	1-5 Stanovení hustoty pevných látek přímou metodou . . . . .	91
	1-6 Stanovení hustoty pevných látek pyknometrem . . . . .	91
	1-7 Stanovení hustoty pevných látek vážením na hydrostatických vahách . . . . .	92
	1-8 Stanovení hustoty kapalin pyknometrem . . . . .	94
	MODULY PRUŽNOSTI . . . . .	95
	1-9 Stanovení modulu pružnosti v tahu přímou metodou . . . . .	95
	1-10 Stanovení modulu pružnosti v tahu z průhybu statickou metodou . . . . .	98
	1-11 Stanovení modulu pružnosti v tahu z příčných kmitů tyče . . . . .	99
	1-12 Stanovení modulu pružnosti v tahu dynamickou (akustickou) metodou . . . . .	100
	1-13 Stanovení modulu pružnosti ve smyku přímou metodou . . . . .	103
	1-14 Stanovení modulu pružnosti ve smyku dynamickou metodou . . . . .	
	GRAVITAČNÍ A TÍHOVÉ ZRYCHLENÍ . . . . .	105
	1-15 Stanovení místního tíhového zrychlení reversním kyvadlem . . . . .	106
	1-16 Stanovení místního tíhového zrychlení matematickým kyvadlem . . . . .	107
	MOMENT SETRVAČNOSTI . . . . .	108
	1-17 Stanovení momentu setrvačnosti z doby kyvu fyzického kyvadla . . . . .	110
	1-18 Stanovení momentu setrvačnosti tělesa pomocí torzních kmitů . . . . .	111
	1-19 Stanovení poloměru setrvačnosti z doby kmitu fyzického kyvadla . . . . .	112
6.2	Měření vlastností kapalin . . . . .	113
	POVRCHOVÉ NAPĚTÍ . . . . .	113

2-1	Stanovení povrchového napětí kapaliny přímou metodou . . .	113
2-2	Stanovení povrchového napětí kapaliny metodou torzních vah	114
2-3	Stanovení povrchového napětí z výstupu v kapiláře . . . . .	116
2-4	Stanovení povrchového napětí kapalin kapkovou metodou . .	117
VISKOZITA . . . . .		118
2-5	Stanovení viskozity stokesovým viskozimetrem . . . . .	118
2-6	Stanovení viskozity englerovým viskozimetrem . . . . .	119
2-7	Stanovení závislosti viskozity kapaliny na její teplotě .	120
6.3	Měření akustických veličin . . . . .	123
6.4	Měření elektrických veličin . . . . .	123
REZISTANCE . . . . .		123
4-1	Stanovení rezistance přímou metodou . . . . .	123
4-2	Měření rezistance substituční metodou . . . . .	124
4-3	Stanovení rezistance Wheatstoneovým můstkem . . . . .	124
VLASTNÍ INDUKČNOST . . . . .		125
4-4	Stanovení vlastní indukčnosti výpočtem z impedance a rezistance vodiče . . . . .	126
KAPACITA . . . . .		126
4-5	Stanovení kapacity kondenzátoru výpočtem z jeho impedance	127
ELEKTRICKÝ VÝKON . . . . .		128
4-6	Stanovení závislosti výkonů střídavého elektrického proudu na napětí . . . . .	128
STANOVENÍ CHARAKTERISTIK NELINEÁRNÍCH PRVKU ELEKTRICKÝCH OBVODŮ		130
4-7	Stanovení napěťo-proudové charakteristiky polovodičové diody	131
NAPĚŤOVÉ A PROUDOVÉ ZESÍLENÍ . . . . .		132
4-8	Stanovení proudového zesilovacího činitele tranzistoru . .	132
4-9	Použití operačního zesilovače . . . . .	133
	1. Cejchování operačního zesilovače ve funkci integrátoru	135
	2. Měření kapacity kondenzátoru . . . . .	137
NÁBOJ ELEKTRONU . . . . .		137
4-10	Stanovení náboje elektronu n - p - n tranzistorem . . . .	137
6.5	Měření termických veličin	
DÉLKOVÁ ROZTAŽNOST . . . . .		139
5-1	Stanovení součinitele délkové teplotní roztažnosti přímou metodou . . . . .	139
MĚRNÁ TEPELNÁ KAPACITA . . . . .		140
5-2	Stanovení měrné tepelné kapacity pevných látek směšovacími kalorimetrem . . . . .	144
5-3	Stanovení měrné tepelné kapacity kapalin směšovacími kalorimetrem . . . . .	144
5-4	Stanovení měrné tepelné kapacity pevných látek elektrickým kalorimetrem . . . . .	145
VEDENÍ TEPLA . . . . .		148
5-5	Stanovení měrné tepelné vodivosti pevných látek nestacionární metodou . . . . .	148
5-6	Stanovení cejchovní křivky termočlánku . . . . .	149
5-7	Stanovení cejchovní křivky termistoru . . . . .	151
5-8	Stanovení cejchovní křivky termodiody . . . . .	152
TEPLOTNÍ POLE . . . . .		154
5-9	Teplotní pole kolem tepelného mostu . . . . .	155

6.6	Měření optických veličin . . . . .	157
	INDEX LOMU . . . . .	157
	6-1 Stanovení indexu lomu kapalin refraktometrem . . . . .	157
	ŠÍŘENÍ TEPLA PROSTOREM . . . . .	159
	6-2 Stanovení součinitele absorpce světla v průhledných látkách . . . . .	160
	6-3 Stanovení polárního diagramu svítivosti bodového světelného zdroje . . . . .	161
	6-4 Stanovení závislosti osvětlení na vzdálenosti od bodového světelného zdroje . . . . .	162
	6-5 Stanovení celkového světelného toku bodového světelného zdroje . . . . .	163
OBSAH	. . . . .	167

Závěrečná poznámka autora :

Na zpracování laboratorních úloh 1.12, 1.18, 2.2 a 2.7 se spolupodílely  
Ing Vlasta Juránková a RNDr. Hana Navarová, CSc

Na zpracování návodů k laboratorním úlohám 4.9 a 4.10 se značnou měrou po-  
dílel doc. RNDr. Pavel Schauer, CSc

Ostatní části skriptu vypracoval doc. RNDr. Jiří Šimoník, CSc