

# OBSAH

<b>I</b>	<b>Bezpečnost práce</b>	<b>11</b>
1.1	Bezpečnost práce v chemické laboratoři	11
1.2	Všeobecné předpisy	11
1.2.1	Zásady bezpečné práce v chemických laboratořích	12
1.3	Ochrana proti požárům	13
1.3.1	Hašení (likvidace) požáru	14
1.4	Práce s chemikáliemi, skladování, označení čistoty, toxicita některých látek	18
1.4.1	Práce s chemikáliemi	18
1.4.1.1	Práce s jedy	18
1.4.1.2	Práce s žiravinami	18
1.4.1.3	Práce s hořlavinami	20
1.4.2	Práce s výbušinami	21
1.4.3	Ukládání chemikálií	21
1.5	Práce s mechanickým a elektrickým zařízením	23
1.6	První pomoc při úrazech v laboratoři	23
1.6.1	Popálení a poleptání kyselinami	24
1.6.1.2	Poleptání hydroxidy	24
1.6.1.3	Popálení pokožky bílým fosforem	24
1.6.1.4	Popálení (polití) pokožky bromem	24
1.6.1.5	Poranění očí leptavými látkami	24
1.6.2	Mechanické úrazy a poranění	25
1.6.2.1	Řezné rány	25
1.6.2.2	Poranění tepen a žil	25
1.6.2.3	Poranění očí střepinami	25
1.6.3	Popáleniny	25
1.6.4	Otrava a podráždění dýchacích cest	26
1.6.4.1	Otrava pozitivním kyselin	26
1.6.4.2	Otrava pozitivním hydroxidů	26
1.6.4.3	Otrava pozitivním jiných látek	26
1.6.4.4	Podráždění dýchacích cest jedovatými párami a plyny	26
1.6.4.5	Otrava jedovatými plyny	26
1.7	Úrazy elektrickým proudem	27
1.8	Ochranné pomůcky	27
1.8.1	Pomůcky na ochranu obličeje a očí	27
1.8.2	Ochrana dýchacího ústrojí	27
1.8.3	Ochrana rukou, těla a nohou	28
1.8.4	Detekční trubičky	28
1.9	Přehled nejdůležitějších norem týkajících se bezpečnosti práce v chemické laboratoři	29
<b>2</b>	<b>Laboratorní potřeby a drobné nářadí</b>	
2.1	Materiály na výrobu laboratorních potřeb	30
2.2	Nejdůležitější laboratorní přístroje a zařízení	31
2.2.1	Drobné nářadí	31
2.2.2	Skleněné a porcelánové pomůcky	35
2.2.3	Stojany a příslušenství	49
2.2.3.1	Nádobí a díly pro práci s malými kvanty	50

2.2.4	Zdroje tepla . . . . .	52
2.2.4.1	Kahany, elektrické zdroje, topné lázně, infračervené zářiče . . . . .	52
2.2.4.2	Pece a sušárny . . . . .	55
2.2.4.3	Termostaty . . . . .	55
2.2.5	Vývěvy, dmychadla, odstředivky . . . . .	56
2.3	Zacházení s laboratorními přístroji a jejich čištění . . . . .	59
2.3.1	Zacházení se skleněným nádobím a stavba aparatur . . . . .	59
2.3.2	Čištění a sušení skleněného nádobí a přístrojů . . . . .	59
2.3.3	Čištění kovových přístrojů . . . . .	61
2.3.4	Čištění dřevěných a jiných materiálů . . . . .	61
2.4	Práce se sklem, korkem a pryží . . . . .	61
2.4.1	Práce se sklem . . . . .	61
2.4.1.1	Sklářské práce v laboratoři . . . . .	61
2.4.1.2	Řezání skleněných tyčinek a trubiček . . . . .	62
2.4.1.3	Formování skla v plameni . . . . .	63
2.4.2	Práce s korkem a pryží . . . . .	67
2.4.2.1	Korek . . . . .	67
2.4.2.2	Vrtání korkových a pryžových zátek . . . . .	68
2.4.2.3	Spojení sklo—korek . . . . .	69
2.4.2.4	Uvolňování zátek a „zamrzlých“ zábrusů . . . . .	70
2.4.2.5	Pryž . . . . .	71
2.4.3	Plasty v chemické laboratoři . . . . .	71
<b>3</b>	<b>Práce s kapalinami a tuhými látkami . . . . .</b>	<b>75</b>
3.1	Měřicí metody . . . . .	75
3.1.1	Váhy a vážení . . . . .	75
3.1.1.1	Druhy vah . . . . .	75
3.1.1.2	Vážení . . . . .	79
3.1.2	Měření objemu . . . . .	81
3.1.2.1	Jednotky objemu . . . . .	81
3.1.2.2	Druhy odměrného nádobí . . . . .	82
3.1.2.3	Měření objemu . . . . .	86
3.1.3	Hustota a její stanovení . . . . .	87
3.1.3.1	Definice a jednotky hustoty . . . . .	87
3.1.3.2	Stanovení hustoty tuhých látek . . . . .	88
3.1.3.3	Stanovení hustoty kapalin . . . . .	90
3.1.4	Měření teploty . . . . .	93
3.1.4.1	Teplotní stupnice . . . . .	94
3.1.4.2	Přístroje na měření teploty . . . . .	95
3.1.4.3	Postup při měření kapalinovými teploměry a korekce na vyčívající sloupec teploměrné kapaliny . . . . .	101
3.1.4.4	Kalibrace teploměrů . . . . .	102
3.1.4.5	Regulace teploty . . . . .	103
3.1.5	Měření tlaku . . . . .	106
3.1.5.1	Jednotky tlaku . . . . .	106
3.1.5.2	Přístroje na měření tlaku . . . . .	106
3.1.5.3	Regulace tlaku . . . . .	113
3.2	Pomocné operace . . . . .	115
3.2.1	Zahřívání . . . . .	115
3.2.1.1	Přenos tepla . . . . .	116
3.2.1.2	Teplné zdroje . . . . .	116
3.2.1.3	Zahřívací lázně . . . . .	117
3.2.2	Chlazení . . . . .	120
3.2.2.1	Chlazení kapalin a tuhých látek . . . . .	120
3.2.2.2	Chlazení plynů a par . . . . .	124
3.2.2.3	Vymrazování . . . . .	124

3.2.3	Míchání a třepání . . . . .	125
3.2.3.1	Druhy nádob . . . . .	126
3.2.3.2	Druhy míchadel . . . . .	127
3.2.3.3	Třepání . . . . .	130
3.2.4	Sušení . . . . .	131
3.2.4.1	Sušicí prostředky . . . . .	131
3.2.4.2	Sušení plynů a kapalin . . . . .	135
3.2.4.3	Sušení tuhých látek . . . . .	137
3.3	Dělicí a čistící operace . . . . .	138
3.3.1	Roztoky a jejich příprava . . . . .	138
3.3.1.1	Disperzní systémy a jejich klasifikace . . . . .	138
3.3.1.2	Rozpouštění . . . . .	139
3.3.1.3	Rozpustnost . . . . .	141
3.3.1.4	Vyjadřování koncentrace roztoků a vzájemný přepočet koncentrací . . . . .	144
3.3.1.5	Rozpouštědla . . . . .	149
3.3.2	Filtrace, dekantace, odstředování . . . . .	154
3.3.2.1	Filtrační materiály . . . . .	155
3.3.2.2	Filtrační zařízení a provedení filtrace . . . . .	156
3.3.2.3	Dekantace . . . . .	162
3.3.2.4	Odstředování . . . . .	162
3.3.3	Krystalizace . . . . .	163
3.3.3.1	Volba rozpouštědla . . . . .	164
3.3.3.2	Průběh krystalizace . . . . .	165
3.3.3.3	Metody krystalizace . . . . .	165
3.3.3.4	Izolace krystalů . . . . .	168
3.3.3.5	Stanovení bodu tání . . . . .	168
3.3.4	Destilace, rektifikace . . . . .	169
3.3.4.1	Základní pojmy . . . . .	170
3.3.4.2	Prostá a frakční destilace . . . . .	173
3.3.4.3	Azeotropní a extrakční destilace . . . . .	178
3.3.4.4	Destilace za sníženého tlaku . . . . .	182
3.3.4.5	Molekulární destilace . . . . .	185
3.3.4.6	Rektifikace . . . . .	186
3.3.4.7	Nízkotepelná destilace a rektifikace . . . . .	190
3.3.4.8	Odpařování za sníženého tlaku . . . . .	191
3.3.4.9	Stanovení bodu varu . . . . .	192
3.3.5	Sublimace . . . . .	193
3.3.5.1	Vymezení pojmu a zásady při sublimaci . . . . .	193
3.3.5.2	Provedení sublimace . . . . .	194
3.3.5.3	Mrazová sublimace (lyofilizace) . . . . .	195
3.3.6	Extrakce . . . . .	196
3.3.6.1	Extrakce tuhých látek . . . . .	196
3.3.6.2	Extrakce kapalin . . . . .	199
3.3.6.3	Volba způsobu extrakce a volba rozpouštědla . . . . .	202
3.4	Odebírání vzorků . . . . .	203
3.4.1	Dílkí vzorky kusové, zrnité, kovové, kapalně, plynné . . . . .	207
3.4.2	Příprava vzorku k analýze . . . . .	209
4	<b>Práce s plyny . . . . .</b>	<b>211</b>
4.1	Metody vyvíjení plynů . . . . .	211
4.2	Přístroje na vyvíjení plynů . . . . .	211
4.2.1	Vyvíječe plynů pro rozkladné reakce . . . . .	211
4.2.2	Vyvíječe plynů pro vytěšňovací (substituční) reakce . . . . .	211
4.2.2.1	Vyvíječ plynů založený na přidávání tuhé látky ke kapalině . . . . .	211
4.2.2.2	Vyvíječ plynů založený na přidávání kapaliny k tuhé látce . . . . .	212
4.2.2.3	Vyvíječ plynů založený na přidávání kapaliny ke kapalině (suspenzi) . . . . .	212

4.2.2.4	Vyvíječ plynů pracující plynule — Kippův přístroj . . . . .	213
4.3	Jímání plynů . . . . .	214
4.3.1	Jímání plynů nad uzavíracími kapalinami . . . . .	214
4.3.2	Odebírání vzorků plynu . . . . .	216
4.3.3	Přechovávání plynu v plynojemu . . . . .	217
4.4	Čištění plynů . . . . .	219
4.4.1	Mechanické čištění plynů — filtrace . . . . .	219
4.4.2	Čištění plynů sorpcí . . . . .	219
4.4.2.1	Zařízení na promývání a sušení plynů . . . . .	220
4.5	Měření objemu plynu . . . . .	222
4.5.1	Počítáč bublin . . . . .	222
4.5.2	Hydraulický uzávěr . . . . .	222
4.5.2.1	Kalibrace průtokoměru . . . . .	223
4.5.3	Kapilární nebo fritový průtokoměr . . . . .	224
4.5.4	Rotametr . . . . .	225
4.5.5	Objemové plynoměry . . . . .	226
4.5.5.1	Suchý plynoměr . . . . .	226
4.5.5.2	Mokrý plynoměr . . . . .	226
4.6	Ocelové tlakové láhve . . . . .	227
4.6.1	Konstrukce a označení tlakových lahví . . . . .	227
4.6.2	Zacházení s tlakovými lahvemi . . . . .	228
4.6.3	Používání tlakových lahví — odběr plynu . . . . .	229
4.6.3.1	Redukční ventil membránový — finimetr . . . . .	230
4.6.3.2	Redukční ventil jehlový . . . . .	231
4.6.4	Práce za zvýšeného tlaku . . . . .	231
4.6.4.1	Aparatura pro hydrogenaci . . . . .	231
4.6.4.2	Autokláv pro práci za vysokého tlaku . . . . .	232
4.7	Práce v inertním prostředí . . . . .	233
4.7.1	Dry-box (suchá skříně) . . . . .	233
4.7.2	Polyethylenový pytel . . . . .	234
4.8	Přístroje pro analýzu plynů . . . . .	234
4.8.1	Absorpční Orsatův přístroj . . . . .	234
<b>5</b>	<b>Chromatografie . . . . .</b>	<b>236</b>
5.1	Rozdělení chromatografických metod . . . . .	236
5.1.1	Princip eluční chromatografie . . . . .	236
5.1.2	Teoretické základy chromatografického procesu . . . . .	238
5.2	Kapalinová chromatografie . . . . .	241
5.2.1	Kolonová (sloupcová) adsorpční chromatografie . . . . .	242
5.2.2	Kapalinový chromatograf . . . . .	246
5.2.3	Chromatografické metody v plošném uspořádání . . . . .	247
5.2.3.1	Papírová chromatografie . . . . .	247
5.2.3.2	Chromatografie na tenké vrstvě . . . . .	252
5.3	Plynová chromatografie . . . . .	256
5.3.1	Přístroje pro plynovou chromatografii . . . . .	257
5.4	Chromatografie plyn—tuhá látka . . . . .	265
5.5	Odbarvování roztoků . . . . .	265
<b>6</b>	<b>Technika preparativní fotochemie . . . . .</b>	<b>266</b>
6.1	Zdroje záření . . . . .	266
6.1.1	Nízkotlaké (rezonanční) rtuťové výbojky . . . . .	267
6.1.2	Vysokotlaké rtuťové výbojky . . . . .	268
6.1.3	Zdroje viditelného záření . . . . .	270
6.2	Světelné filtry . . . . .	270
6.3	Fotochemické reaktory . . . . .	271
6.3.1	Reaktory s vnějšími zdroji záření . . . . .	272

6.3.2	Ponorné reaktory . . . . .	273
6.4	Reakční podmínky fotochemických syntéz . . . . .	274
6.5	Bezpečnost práce . . . . .	275
7	<b>Chemická literatura a vedení laboratorních záznamů . . . . .</b>	<b>276</b>
7.1	Chemická literatura . . . . .	276
7.2	Formy chemické literatury . . . . .	276
7.3	Hledání v chemické literatuře . . . . .	277
7.4	Vedení pracovních záznamů . . . . .	278
8	<b>Literatura . . . . .</b>	<b>280</b>
9	<b>Seznam častěji používaných symbolů veličin a jejich jednotek . . . . .</b>	<b>281</b>