OBSAH

	Předmluva k českému vydání	11
	Předmluva k druhému německému vydání	12
1.	**Úvod do laboratorní praxe**	13
1.1	Pracovní náplň a bezpečnost práce	13
1.1.1	Náplň práce laboranta-chemika	13
1.1.2	Pracoviště	13
1.1.3	Bezpečnost práce v chemické laboratoři	15
1.1.3.1	Všeobecné předpisy	17
1.1.3.2	Ochrana proti požáru	18
1.1.3.3	Zacházení s chemikáliemi	24
1.1.3.4	Práce s elektrickými přístroji	26
1.1.3.5	Zacházení se skleněným nádobím	26
1.1.4	První pomoc při úrazech v laboratoři	27
1.1.4.1	Poleptání kůže kyselinami	27
1.1.4.2	Poleptání kůže louhy	27
1.1.4.3	Popálení kůže bílým fosforem	28
1.1.4.4	Poranění kůže brómem	28
1.1.4.5	Poranění očí leptajícími látkami	28
1.1.4.6	Poranění očí střepinami	28
1.1.4.7	Popáleniny	29
1.1.4.8	Hořící oděv	29
1.1.4.9	Řezné rány	29
1.1.4.10	Poranění tepen	29
1.1.4.11	Požití kyselin	30
1.1.4.12	Požití louhů	30
1.1.4.13	Otravy jinými látkami požitím	30
1.1.4.14	Podráždění dýchacích cest parami kyselin halogenů a fosgenu	30
1.1.4.15	Otravy jinými jedovatými plyny	31
1.1.4.16	Mdloba	31
1.1.4.17	Úrazy způsobené elektrickým proudem	31
1.2	Laboratorní potřeby a drobné nářadí	31
1.2.1	Materiály pro výrobu laboratorních potřeb	31
1.2.2	Nejdůležitější laboratorní přístroje a zařízení	34
1.2.2.1	Drobné nářadí	34
1.2.2.2	Skleněné a porcelánové nářadí	37
1.2.2.3	Stojany a příslušenství	45
1.2.2.4	Zdroje tepla s příslušenstvím — termostaty	47
1.2.2.5	Vývěvy, dmychadla, odstředivky	55
1.2.3	Zacházení s laboratorními přístroji a jejich čištění	58
1.2.3.1	Zacházení se skleněnými přístroji	58
1.2.3.2	Čištění skleněných nádob	58
1.2.3.3	Zacházení s kovovými přístroji a jejich čištění	61
1.2.3.4	Nářadí ze dřeva a jiných materiálů a jeho čištění	61
1.3	Práce se sklem, korkem a pryží	61
1.3.1	Práce se sklem	62
1.3.1.1	Řezání skleněných tyčinek a trubiček	62
1.3.1.2	Otavování skleněných trubic a tyčinek	63
1.3.1.3	Vytahování trubic do špičky a vytahování kapilár	64
1.3.1.4	Zatavování skleněných trubic	64
1.3.1.5	Ohýbání skleněných trubic	65
1.3.1.6	Stavování skleněných trubic	65
1.3.1.7	Zhotovování tvarovek T ze skla	66
1.3.1.8	Roztáčení skleněných trubic	67

1.3.2 Práce s korkovými a pryžovými zátkami 67
1.3.2.1 Měkčení korkových zátek 67
1.3.2.2 Vrtání korkových a pryžových zátek 68
1.3.2.3 Ostření korkovrtů 69
1.3.2.4 Vsazování zátek 69
1.3.2.5 Zasunování skleněných trubic do zátek 69
1.3.2.6 Zajištění zátek 70
1.3.2.7 Uvolňování korkových a pryžových zátek a „zamrzlých" zábrusů 70
1.3.2.8 Použití korkových, pryžových a skleněných zátek 71
1.3.3 Pryžové hadice a pryžové rukavice 72
1.3.3.1 Zacházení s pryžovými hadicemi a rukavicemi a jejich použití 72
1.3.3.2 Nasazování pryžových hadic na skleněné trubice 72
1.3.4 Plastické hmoty používané v chemické laboratoři 72

1.4 Váhy 74
1.4.1 Druhy vah 75
1.4.1.1 Stolní váhy 75
1.4.1.2 Technické váhy (přesné) 75
1.4.1.3 Ruční váhy (rohové) 76
1.4.1.4 Analytické váhy 76
1.4.1.5 Analytické váhy s tlumením 76
1.4.1.6 Jemné poloautomatické váhy 80
1.4.1.7 Torzní váhy 80
1.4.2 Vážení na analytických vahách 81
1.4.2.1 Instalace vah 81
1.4.2.2 Závaží a sady závaží 82
1.4.2.3 Citlivost 83
1.4.2.4 Vážení na netlumených vahách 85
1.4.2.5 Vážení na tlumených vahách 86
1.4.2.6 Vážení na jemných poloautomatických vahách 87

1.5 Měření objemu 88
1.5.1 Objemové jednotky 88
1.5.2 Odměrné nádobí 88
1.5.2.1 Druhy odměrného nádobí 89
1.5.2.2 Zacházení s odměrným nádobím 92
1.5.2.3 Kalibrace nádob a přesnost měření 95
1.5.3 Metody měření objemu 97
1.5.3.1 Měření objemu nádob 97
1.5.3.2 Měření objemu kapalin 97

1.6 Stanovení hustoty 98
1.6.1 Jednotky hustoty 98
1.6.2 Stanovení hustoty tuhých látek 98
1.6.2.1 Vážkové metody 99
1.6.2.2 Vztlakové metody 100
1.6.3 Stanovení hustoty kapalin 101
1.6.3.1 Vážkové metody 101
1.6.3.2 Vztlakové metody 102
1.6.4 Stanovení hustoty pórovitých tuhých těles a prachů . . . 105
1.6.4.1 Skutečná a zdánlivá hustota 105
1.6.4.2 Hustota slínků a pórovitost slinutých těles 106
1.6.4.3 Hustota prachu 109

1.7 Měření teploty 110
1.7.1 Teplotní stupnice 110

1.7.1.1 Absolutní teplotní stupnice . . . 110
1.7.1.2 Relativní teplotní stupnice . . . 111
1.7.2 Přístroje na měření teploty . . . 111
1.7.2.1 Jednoduché kapalinové teploměry . . . 112
1.7.2.2 Beckmannův teploměr . . . 114
1.7.2.3 Bimetalové teploměry . . . 116
1.7.2.4 Odporové teploměry . . . 116
1.7.2.5 Termoelektrické články . . . 117
1.7.2.6 Optické pyrometry . . . 118
1.7.2.7 Určování teploty podle barvy . . . 118
1.7.3 Postup při měření kapalinovými teploměry, korekce na vyčnívající sloupec . . . 119
1.7.4 Kalibrace teploměrů . . . 120
1.7.4.1 Kalibrace s použitím srovnávacího teploměru . . . 120
1.7.4.2 Kalibrace na konstantní teplotní body . . . 120
1.7.5 Regulace teploty . . . 122
1.7.5.1 Kontaktní teploměry . . . 122
1.7.5.2 Monometalové regulační teploměry . . . 125
1.7.5.3 Bimetalový regulátor teploty . . . 125

1.8 Měření tlaku . . . 126
1.8.1 Jednotky tlaku . . . 126
1.8.2 Přístroje na měření tlaku . . . 127
1.8.2.1 Barometry . . . 127
1.8.2.2 Manometry . . . 129
1.8.2.3 Vakuometry . . . 131
1.8.3 Regulátory tlaku (manostaty) . . . 132

2. **Přípravné laboratorní práce** . . . 134

2.1 Odebírání vzorků . . . 134
2.1.1 Obecné pokyny . . . 134
2.1.2 Odběr dílčích vzorků . . . 136
2.1.2.1 Odebírání vzorků hrubě kusového materiálu . . . 136
2.1.2.2 Odebírání vzorku prachu, jemnozrnného a hrubozrnného materiálu . . . 137
2.1.2.3 Odebírání vzorků kovů a slitin . . . 137
2.1.2.4 Odebírání vzorků kapalin . . . 137
2.1.3 Příprava laboratorního vzorku . . . 138
2.1.3.1 Zmenšování průměrného vzorku . . . 138
2.1.3.2 Označování laboratorního vzorku . . . 140
2.1.4 Příprava konečného vzorku pro chemickou analýzu . . . 140
2.1.4.1 Předběžné drcení laboratorního vzorku . . . 140
2.1.4.2 Jemné rozmělňování laboratorního vzorku . . . 141
2.1.4.3 Konečná úprava zkušebního vzorku . . . 143

2.2 Klasifikace a třídění prachů . . . 144
2.2.1 Stanovení zrnitosti prachu . . . 144
2.2.1.1 Sítová analýza . . . 144
2.2.1.2 Sedimentační analýza . . . 149
2.2.1.3 Vzduchové třídiče (separátory) . . . 150
2.2.2 Stanovení velikosti povrchu prachu . . . 150
2.2.3 Stanovení sypného a setřesného objemu . . . 150
2.2.3.1 Sypný objem a sypná objemová hmotnost . . . 151
2.2.3.2 Objem a objemová hmotnost po upěchování, objem a objemová hmotnost po setřesení . . . 152

3.	**Rozpouštění a oddělování tuhých a kapalných látek**	154
3.1	Roztoky	154
3.1.1	Příprava roztoků	154
3.1.1.1	Rozpouštění	154
3.1.1.2	Rozpouštědla	155
3.1.1.3	Rychlost rozpouštění	156
3.1.1.4	Postup při rozpouštění	157
3.1.1.5	Pomůcky k rozpouštění tuhých a kapalných látek	157
3.1.2	Rozpustnost	160
3.1.2.1	Všeobecně	161
3.1.2.2	Závislost rozpustnosti na teplotě (diagram rozpustnosti)	161
3.1.2.3	Stanovení rozpustnosti	165
3.1.2.4	Vyjadřování koncentrace roztoků	165
3.1.2.5	Měření koncentrace roztoků	167
3.1.3	Koloidní roztoky	167
3.1.3.1	Všeobecně	167
3.1.3.2	Vlastnosti a význam koloidů	168
3.1.3.3	Příprava koloidních roztoků	169
3.2	Filtrace	170
3.2.1	Všeobecně	170
3.2.2	Pomůcky pro filtraci	171
3.2.2.1	Filtrační materiály	171
3.2.2.2	Filtrační zařízení	172
3.2.2.3	Pomocná zařízení pro filtraci	173
3.2.3	Způsoby filtrace	174
3.2.3.1	Jednoduchá filtrace (pod hydrostatickým tlakem filtrovaného materiálu)	174
3.2.3.2	Filtrace s odsáváním (filtrace za sníženého tlaku)	177
3.3	Krystalizace	180
3.3.1	Průběh krystalizace	181
3.3.2	Metody krystalizace — Jednoduchá krystalizace	182
3.3.2.1	Krystalizace ochlazením nasyceného roztoku	182
3.3.2.2	Krystalizace odpařováním rozpouštědla	183
3.3.2.3	Krystalizace vyvolaná změnou rozpustnosti	184
3.3.3	Frakční krystalizace	185
3.3.3.1	Frakční krystalizace ochlazováním	185
3.3.3.2	Frakční krystalizace odpařováním rozpouštědla	185
3.3.4	Sušení krystalů	186
3.4	Základy destilace	187
3.4.1	Var	187
3.4.1.1	Kapalný stav	187
3.4.1.2	Tlak par — teplota varu	187
3.4.1.3	Výparné teplo	188
3.4.1.4	Utajený var	188
3.4.2	Kondenzace	189
3.4.2.1	Rovnováha kapalina—pára	189
3.5	Destilace	190
3.5.1	Jednoduchá destilace	190
3.5.1.1	Všeobecně	190
3.5.1.2	Přístroje pro jednoduchou destilaci	192
3.5.1.3	Postup při jednoduché destilaci	194
3.5.2	Protiproudná destilace — Rektifikace	195
3.5.2.1	Všeobecně	195
3.5.2.2	Činnost destilační (rektifikační) kolony	195

3.5.2.3 Teoretické patro . . . 196
3.5.2.4 Druhy kolon . . . 198
3.5.2.5 Refluxní poměr — Hlavy kolon . . . 201
3.5.2.6 Postup při protiproudné destilaci . . . 202
3.5.3 Vakuová destilace . . . 202
3.5.3.1 Zařízení pro vakuovou destilaci . . . 203
3.5.3.2 Postup při destilaci za sníženého tlaku . . . 205
3.5.4 Frakční destilace . . . 206
3.5.4.1 Všeobecně . . . 206
3.5.4.2 Provedení frakční destilace . . . 206
3.5.5 Azeotropní a extrakční destilace . . . 206
3.5.5.1 Všeobecně . . . 206
3.5.5.2 Zásady použití azeotropní a extrakční destilace . . . 207
3.5.6 Destilace s nosnou párou . . . 208
3.5.6.1 Všeobecně . . . 208
3.5.6.2 Postup při destilaci s vodní párou . . . 208
3.5.7 Destilace malých množství látek . . . 209
3.5.8 Molekulární destilace . . . 211
3.5.9 Automatická destilace . . . 212
3.6 Sublimace . . . 214
3.6.1 Všeobecně . . . 214
3.6.2 Provedení sublimace . . . 214
3.7 Extrakce . . . 215
3.7.1 Všeobecně . . . 215
3.7.2 Extrakce tuhých látek . . . 216
3.7.2.1 Extrakce za obyčejné teploty (macerace) . . . 216
3.7.2.2 Extrakce za horka (digesce) . . . 217
3.7.2.3 Perkolace a nepřetržitá extrakce . . . 217
3.7.3 Extrakce kapalin . . . 218
3.7.3.1 Vytřepávání . . . 218
3.7.3.2 Plynulá extrakce kapalin (perforace) . . . 220

4. **Práce s plyny** . . . 225
4.1 Vyvíjení plynů . . . 225
4.1.1 Metody vyvíjení plynů . . . 225
4.1.2 Přístroje na vyvíjení plynů . . . 226
4.1.2.1 Vyvíječe plynů pro rozkladné reakce . . . 226
4.1.2.2 Vyvíječe plynů pro vytěsňovací reakce . . . 226
4.1.2.3 Vyvíječe plynů pracující plynule . . . 227
4.1.3 Jímání plynů . . . 229
4.1.3.1 Jímání plynů nad uzavíracími kapalinami . . . 229
4.1.4 Odebírání vzorků plynů . . . 234
4.1.4.1 Odebírání vzorku plynu vzorkovnicí se dvěma kohouty . . 234
4.1.4.2 Odebírání vzorku plynu tubusovou lahví . . . 234
4.1.5 Přechovávání plynů v plynojemech . . . 234
4.1.5.1 Plnění plynojemu . . . 235
4.1.5.2 Odebírání plynu z plynojemu . . . 235
4.1.6 Bezpečnostní opatření při práci s plyny . . . 235
4.2 Čištění plynů . . . 237
4.2.1 Postupy používané při čištění plynů . . . 237
4.2.1.1 Mechanické čištění . . . 237
4.2.1.2 Sorpce . . . 237
4.2.1.3 Desorpce . . . 238

4.2.2 Prací a sušicí prostředky . . . 238
4.2.3 Zařízení na promývání a sušení plynů . . . 240
4.2.3.1 Promývačky . . . 240
4.2.3.2 Skrápěcí věže . . . 243
4.2.3.3 Sušicí trubice . . . 243
4.2.3.4 Sušicí věže . . . 244
4.3 Měření objemu plynu . . . 244
4.3.1 Počítač bublin . . . 244
4.3.2 Kapilární průtokoměr . . . 245
4.3.3 Rotametr . . . 246
4.3.4 Objemové plynoměry . . . 247
4.3.4.1 Konstrukce a způsob činnosti suchého objemového plynoměru . . . 249
4.3.4.2 Konstrukce a způsob činnosti mokrého objemového plynoměru . . . 249
4.4 Ocelové láhve . . . 250
4.4.1 Konstrukce ocelových lahví . . . 250
4.4.2 Obsah a označování ocelových lahví . . . 251
4.4.3 Zacházení s ocelovými láhvemi . . . 251
4.4.3.1 Doprava ocelových lahví . . . 251
4.4.3.2 Zajišťování ocelových lahví . . . 252
4.4.4 Používání ocelových lahví . . . 252
4.4.4.1 Příprava k odběru plynu . . . 252
4.4.4.2 Regulace proudu plynu . . . 252
4.4.4.3 Výpočet množství plynu v ocelové láhvi . . . 254
4.5 Analýza plynů . . . 255
4.5.1 Plynové zákony . . . 255
4.5.2 Metody analýzy plynů . . . 260
4.5.2.1 Přesná a technická analýza plynů . . . 260
4.5.2.2 Plynová analýza . . . 261
4.6 Postupy plynové analýzy . . . 267
4.6.1 Analýza plynů podle Hempla . . . 267
4.6.1.1 Přístroje . . . 267
4.6.1.2 Práce s plynovými pipetami . . . 268
4.6.1.3 Postup plynové analýzy podle Hempla . . . 269
4.6.2 Plynová analýza podle Bunta . . . 272
4.6.3 Analýza plynů Orsatovým přístrojem . . . 275
4.6.3.1 Orsatův přístroj . . . 275
4.6.3.2 Postup při práci s Orsatovým přístrojem . . . 275
4.6.3.3 Přístroj podle Orsata-Kleina . . . 275
4.6.3.4 Péče o Orsatův přístroj . . . 276
5. **Výsledky k příkladům kontrolních otázek** . . . 277
Doporučená literatura . . . 279
Věcný rejstřík . . . 281